

令和8年度 入学者選抜試験問題

一般選抜 令和8年2月11日

理 科 (120分)

I 注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 この問題冊子は92ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。  
物理 4～32ページ  
化学 34～52ページ  
生物 54～86ページ
- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督員に知らせなさい。
- 4 解答用紙は2枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので、その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み、それぞれ正しく記入し、マークしなさい。
  - ① 受験番号欄  
受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークしなさい。正しくマークされていない場合は、採点できないことがあります。
  - ② 氏名欄  
氏名・フリガナを記入しなさい。
  - ③ 解答科目欄  
解答する科目を一つ選び、科目の下の○にマークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 5 試験開始後30分間および試験終了前5分間は退出できません。
- 6 この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。この問題冊子は試験終了後回収します。

II 解答上の注意

- 1 解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば、大問 1 の 3 と表示のある問いに対して 2 と解答する場合は、次の〈例〉のように解答番号3の解答欄の 2 をマークします。

〈例〉

1	解 答 欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受 験 番 号				



(問題は次ページから始まる)

# 物 理

1 次の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

問1 次の文章中の空欄  ,  に入る数値の組合せとして正しいものを、下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

図1のように、質量  $2m$  の台 P が水平な床の上に置かれている。台 P の上面のうち区間 AB は半径  $r$  の円の円弧となっており、点 B で水平面になめらかに接続されている。大きさの無視できる質量  $m$  の小球 Q を水平面からの高さが  $r$  である点 A に置き、静かにはなして台 P の上面を運動させることを考える。ただし、台と床、台と小球の間の摩擦は無視できるものとする。

はじめに、台 P を動かさないように床に固定して小球 Q を円弧面上の点 A で静かにはなしたところ、点 B を通過する瞬間の速さが  $v_0$  となった。次に、固定を外し、台 P が自由に動けるようにして、小球 Q を円弧面上の点 A で静かにはなしたところ、台 P も動き始め、Q が点 B を通過する瞬間、床に対する Q の速さが  $v$ 、P の速さが  $V$  となった。このとき、運動量保存則より、 $\frac{v}{V} =$   の関係が成り立つので、力学的エネルギー保存則を用いると、 $v =$    $\times v_0$  となる。

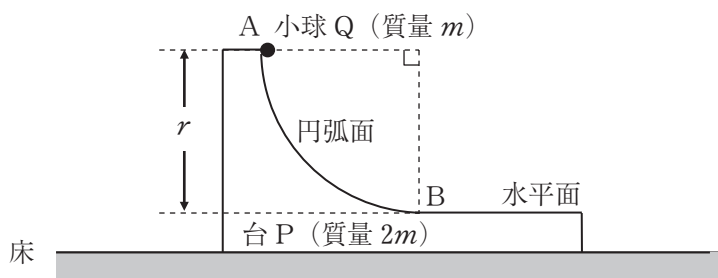


図 1

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	2	2	2	2
イ	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{\frac{1}{3}}$	$\sqrt{\frac{2}{3}}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{\frac{1}{3}}$	$\sqrt{\frac{2}{3}}$

(下書き用紙)

1の問は次に続く。

問2 次の文章中の空欄 **ア** , **イ** に入る数値の組合せとして正しいものを, 下の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 **2**

クーロンの法則の比例定数を  $k_0$  とすると, ガウスの法則より, 真空中において任意の閉じた曲面 (閉曲面) の内部に電気量  $q (q > 0)$  の電荷があるとき, この閉曲面を貫いて外に出る電気力線の本数  $N$  は,  $N = 4\pi k_0 q$  となる。

図2のように, 真空中の点  $O$  に電気量  $Q (Q > 0)$  の点電荷を置き, 点  $O$  を中心とする内径  $r$ , 外径  $\frac{5}{4}r$  (厚さ  $\frac{1}{4}r$ ) の導体球殻で囲んだ。点  $O$  から距離  $\frac{1}{2}r$  の点での電場の強さを  $E_0$  とすると, 点  $O$  から距離  $\frac{9}{8}r$  だけ離れた位置の電場の強さ  $E_1$  は,  $E_1 = \text{ア} \times E_0$  であり, 点  $O$  から距離  $2r$  だけ離れた位置の電場の強さ  $E_2$  は,  $E_2 = \text{イ} \times E_0$  である。

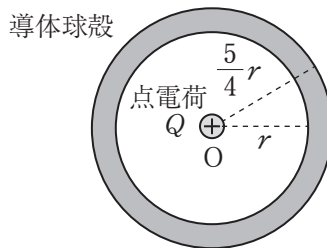


図2

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	0	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{16}{81}$	$\frac{16}{81}$
イ	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$

(下書き用紙)

1の問は次に続く。

問3 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入る語句，式および数値の組合せとして正しいものを，下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **3**

図3のように，1 mol の単原子分子理想気体の絶対温度  $T$  と体積  $V$  を状態 A からゆっくりと変化させた。状態 A は絶対温度  $T_0$ ，体積  $V_0$ ，状態 B は絶対温度  $3T_0$ ，体積  $V_0$ ，状態 C は絶対温度  $9T_0$ ，体積  $3V_0$ ，状態 D は絶対温度  $3T_0$ ，体積  $3V_0$  であり，A→B と C→D は定積変化，B→C と D→A は  $T-V$  グラフ上で原点 O を通る直線上の変化である。ここで，A→B→C→D→A を1サイクルとする熱サイクルの熱効率  $e$  を考える。なお，気体定数を  $R$  とする。

B→C と D→A は **ア** 変化である。したがって，この1サイクルで気体が外部にする仕事の総和  $W$  は， $W =$  **イ** となる。

また，このサイクルで気体が外部から熱を吸収する過程は A→B と B→C である。このとき気体が吸収した熱量の総和を  $Q_+$  とすると，このサイクルの熱効率  $e$  は， $e = \frac{W}{Q_+} =$  **ウ** と定まる。

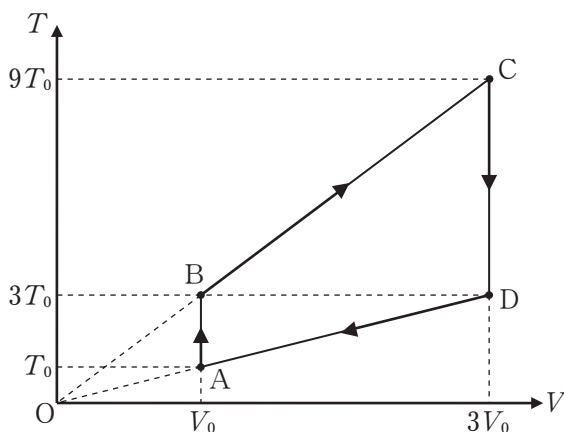


図3

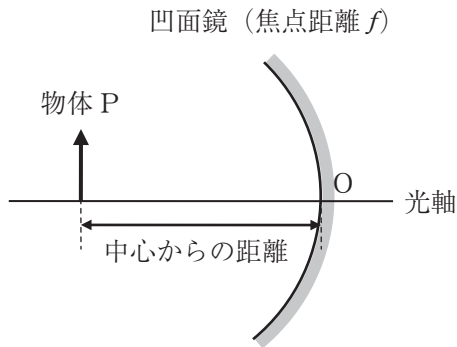
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ア	定圧	定圧	定圧	定圧	断熱	断熱	断熱	断熱
イ	$4RT_0$	$4RT_0$	$9RT_0$	$9RT_0$	$4RT_0$	$4RT_0$	$9RT_0$	$9RT_0$
ウ	$\frac{3}{16}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{2}{9}$

(下書き用紙)

1の問は次に続く。

問4 次の文章中の空欄 **ア**， **イ** に入る式の組合せとして正しいものを，  
 下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **4**

図4のように，焦点距離  $f$  の凹面鏡の光軸上に物体 P を置く。光軸と凹面鏡の交点を O とし，物体 P を O から距離 **ア** の位置に置くと，2 倍の大きさの実像が生じ，距離 **イ** の位置に置くと，2 倍の大きさの虚像が見られる。



	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	$\frac{3}{2}f$	$\frac{3}{2}f$	$\frac{3}{2}f$	$2f$	$2f$	$2f$
イ	$\frac{1}{4}f$	$\frac{1}{2}f$	$\frac{2}{3}f$	$\frac{1}{4}f$	$\frac{1}{2}f$	$\frac{2}{3}f$

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

2 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

図1のように、水平面上に、中心軸のまわりを水平に回転できる円板がある。円板の中心に、長さ $2l$ の細い棒の一端を固定する。中心軸と棒のなす角 $\theta$ は、 $0^\circ < \theta \leq 90^\circ$ の範囲で変えることができる。この棒に穴のあいた質量 $m$ の小球を通し、円板と棒を回転させる。棒の質量は無視できるものとする。また、円板の半径は $l$ よりも小さい。重力加速度の大きさを $g$ とする。

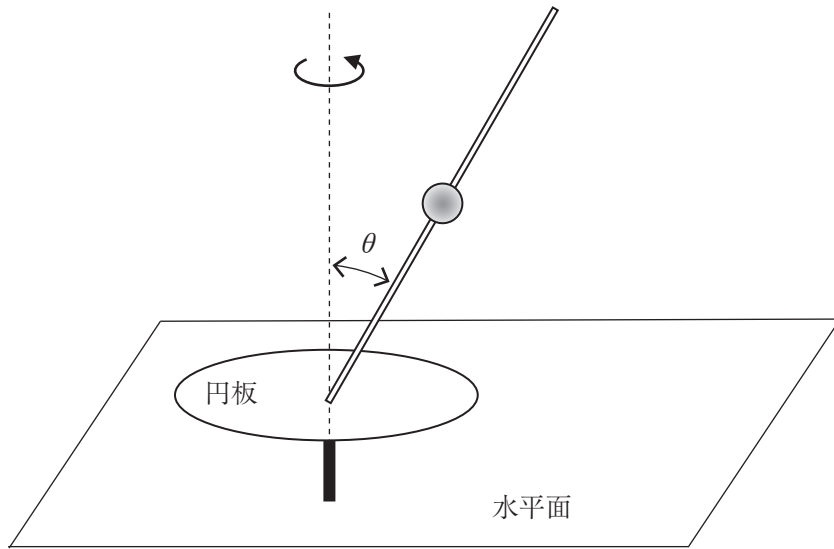


図1

まず、棒を $\theta = 60^\circ$ に固定し、棒との間に摩擦がない小球を棒に通し、小球を棒の中点で支え、円板と棒を一定の角速度 $\omega_0$ で回転させた後に支えを静かにはなすと、小球は棒に対してすべらずに棒とともに回転した。

問1 円板と棒の角速度 $\omega_0$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\omega_0 =$

①  $\sqrt{\frac{g}{3l}}$

②  $\sqrt{\frac{2g}{3l}}$

③  $\sqrt{\frac{g}{l}}$

④  $2\sqrt{\frac{g}{3l}}$

⑤  $\sqrt{\frac{5g}{3l}}$

⑥  $2\sqrt{\frac{g}{l}}$

(下書き用紙)

2の問は次に続く。

次に、棒を  $\theta = 45^\circ$  に固定し、棒との間に摩擦がある小球を棒に通し、小球を棒の中点で支え、円板と棒を一定の角速度  $\omega$  で回転させた後に支えを静かにはなすと、小球は棒に対してすべらずに棒とともに回転した。棒と小球との間の静止摩擦係数を  $\mu$  とする。

問2 小球が棒に対してすべらないために必要な角速度  $\omega$  の範囲を次のように表すとき、空欄  に入る数値として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$\sqrt{\text{ア}} \times \frac{(1-\mu)g}{(1+\mu)l} \leq \omega \leq \sqrt{\text{ア}} \times \frac{(1+\mu)g}{(1-\mu)l}$$

- ①  $\frac{1}{\sqrt{3}}$                       ②  $\frac{1}{\sqrt{2}}$                       ③ 1  
 ④  $\sqrt{2}$                         ⑤  $\sqrt{3}$                         ⑥ 2

最後に、棒を  $\theta = 90^\circ$  に固定し、棒との間に摩擦がない小球を棒に通し、小球を棒の中点の位置で静止させた。この後、円板と棒を一定の角速度  $\omega_1$  で回転させると、小球は棒の端点に向かって動き出し、やがて棒から飛び出した。

問3 小球が棒から飛び出す瞬間の小球の円板に対する速さ  $u$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  $u = \text{ア} \times l\omega_1$

- ①  $\frac{1}{\sqrt{3}}$                       ②  $\frac{1}{\sqrt{2}}$                       ③ 1  
 ④  $\sqrt{2}$                         ⑤  $\sqrt{3}$                         ⑥ 2

問4 小球が棒から飛び出す瞬間の、水平面上で静止した観測者からみた小球の速さ  $v$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$v = \text{ア} \times l\omega_1$$

- ① 2                                ②  $\sqrt{5}$                         ③  $\sqrt{6}$   
 ④  $\sqrt{7}$                         ⑤  $2\sqrt{2}$                       ⑥ 3

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

3 次の文章を読み、下の問 1～4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 4 〕

水面上を伝わる波について板のすき間を通過した後の波の様子を考察する。波が伝わっていく仕組みはホイヘンスの原理でよく説明できる。図 1 のように十分に広く、底が平らな水槽に、幅  $a$  の開口部 A をもつ板 B を水平面に対して垂直に置いた。波長が  $\lambda$  で波面が板 B に平行な平面波を、板 B に対して垂直に、開口部 A に入射すると、波の一部が開口部 A を通る。開口部 A の中央の点を M とし、点 M を通り板 B に垂直に  $x$  軸をとる。また、板 B から距離  $l$  だけ離れた位置に  $x$  軸に垂直となるように  $y$  軸をとり、両軸の交点を O とする。ただし  $a \ll l$  であり、水面を伝わる波は正弦波とみなせ、波が伝わることによる振幅の減衰は無視でき、波の速さは一定とする。 $y$  軸上の任意の点を R とする。

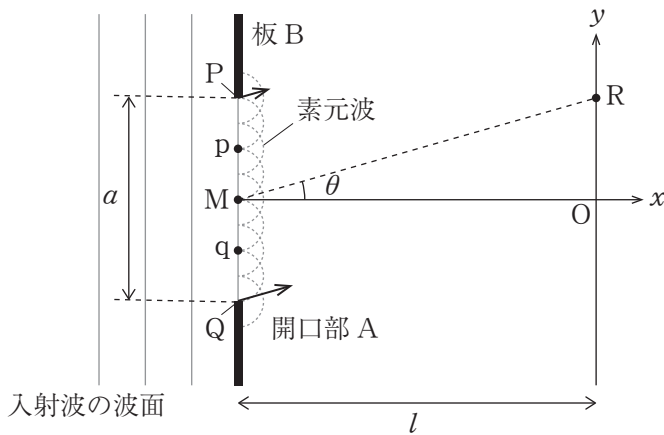


図 1

開口部 A に入射した波面にはホイヘンスの原理より、無数の波源が存在し、各波源からは円形の波（素元波）が生じる。この様子は、開口部 A に無数のスリットがあり、各スリットから波が伝わっていく様子と同様に考えることができる。開口部 A の上端を P、下端を Q とする。点 O では PM 間を通った波と MQ 間を通った波が重なることで合成波の振幅は大きくなる。また、図 1 のように MO と MR のなす角を  $\theta$  とするとき、 $a \ll l$  であるから PQ 間の各素元波から点 R に達する波は開口部 A 近傍ではすべて角  $\theta$  で伝わっていくとみなせるため、PR と QR の経路差は  $a \sin \theta$  と表すことができる。

(下書き用紙)

3の問は次に続く。

問1 点Rにおける，点Pからの素元波に対する点Qからの素元波の位相のずれの大きさ  $\phi_{PQ}$  はいくらか。正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

$$\phi_{PQ} = \boxed{1}$$

①  $\frac{\pi a \sin \theta}{\lambda}$

②  $\frac{3\pi a \sin \theta}{\lambda}$

③  $\frac{\pi a \sin \theta}{2\lambda}$

④  $\frac{\pi a \sin \theta}{4\lambda}$

⑤  $\frac{3\pi a \sin \theta}{2\lambda}$

⑥  $\frac{2\pi a \sin \theta}{\lambda}$

問2 次の文章中の空欄  $\boxed{\text{ア}}$ ， $\boxed{\text{イ}}$  に入る語句または式の組合せとして正しいものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  $\boxed{2}$

点Pから点Rへ伝わる波と，点Qから点Rへ伝わる波の経路差が  $\lambda$  である場合，PMの中点pから点Rへ伝わる波と，MQの中点qから点Rへ伝わる波に着目すると，点Rで波は  $\boxed{\text{ア}}$ 。

このことより，自然数  $m(m = 1, 2, 3, \dots)$  を用いると，点Rで波が  $\boxed{\text{ア}}$  条件は  $a \sin \theta = \boxed{\text{イ}}$  と表せる。

	①	②	③	④	⑤	⑥
ア	強め合う	強め合う	強め合う	弱め合う	弱め合う	弱め合う
イ	$m\lambda$	$(m + \frac{1}{3})\lambda$	$(m + \frac{1}{2})\lambda$	$m\lambda$	$(m + \frac{1}{3})\lambda$	$(m + \frac{1}{2})\lambda$

(下書き用紙)

3の問は次に続く。

問3 波長 $\lambda_0$ の波が入射しているとき、原点Oから順にy軸上の点を観察すると、 $\theta$ が0から少しずつ大きくなるにつれて合成波の振幅が減少し、 $\theta = 30^\circ$ となる位置で振幅が0となり、原点Oに最も近い弱め合いの点となった。次に、入射する波の波長を変化させたところ原点Oに最も近い弱め合いの点が $\theta = 60^\circ$ の位置となった。この波の波長は最初の波の波長の何倍か。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

①  $\frac{1}{2}$

②  $\frac{\sqrt{3}}{3}$

③  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

④  $\sqrt{2}$

⑤  $\sqrt{3}$

⑥ 3

問4 これまでの議論は波一般に適用できる。光を例にとると、光は電磁波として遠方まで伝わる。電磁波では電場および磁場の振動が波として伝わるので、上述の議論の中で変位に相当するものは電場ベクトルの変化あるいは磁場ベクトルの変化である。ここで、水槽にある開口をスリットとし、y軸の位置にスクリーンを置けば、以下の事例をここまでの議論と同様に考えることができる。波長が400 nmの青紫色の光をスリットに垂直に入射させたところ、スクリーン上に複数の弱め合いの点が見られた。ここで、スリット幅を1.2倍に広げ、波長が不明の単色光を入射させたとき、青紫色の光での原点Oから10番目の弱め合いの点とこの単色光の9番目の弱め合いの点が重なった。単色光の波長 $\lambda'$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\lambda' =$  4 nm

① 425

② 482

③ 533

④ 566

⑤ 630

⑥ 655

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み、下の問1～4に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

図1は、X線管の概略図である。陰極のフィラメントが加熱されると電子が放出される。フィラメントで発生した初速度0の電子が高い電圧 $V$ により加速され、陽極に衝突すると陽極からX線が発生する。発生したX線のスペクトル（波長ごとの強度分布）を観測すると図2のような結果を得た。なお、横軸はX線の波長、縦軸はX線の強度である。図2において $\lambda_0$ は連続X線の最短波長であり、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ はそれぞれグラフの鋭いピークで示される特性X線（固有X線）の波長である。電子の質量を $m$ 、電気素量を $e$  ( $e > 0$ )、プランク定数を $h$ 、真空中の光速を $c$ とする。

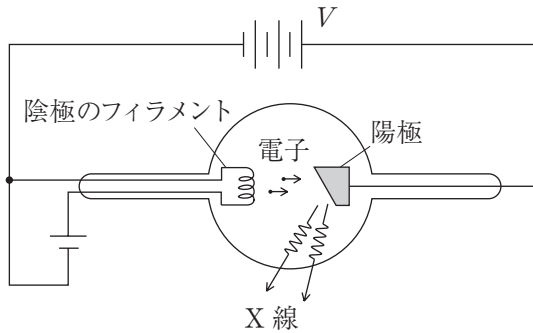


図1

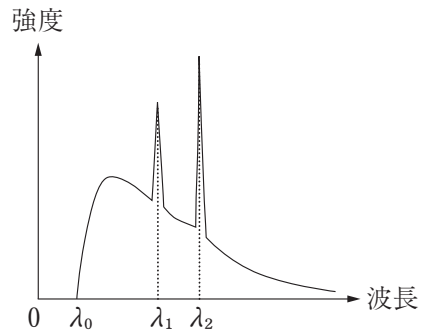


図2

問1 電子が陽極に到達する直前の速さ $v$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $v =$

①  $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{eV}{m}}$

②  $\sqrt{\frac{eV}{2m}}$

③  $\sqrt{\frac{eV}{m}}$

④  $\sqrt{\frac{2eV}{m}}$

⑤  $2\sqrt{\frac{eV}{m}}$

⑥  $2\sqrt{\frac{2eV}{m}}$

(下書き用紙)

4の問は次に続く。

問2 加速電圧が  $V = 30 \text{ kV}$  であるときの最短波長  $\lambda_0$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、 $m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ,  $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ,  $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$  の中から必要な値を用いること。 $\lambda_0 = \boxed{2} \text{ m}$

- ①  $3.5 \times 10^{-11}$                       ②  $3.5 \times 10^{-12}$                       ③  $4.1 \times 10^{-11}$   
 ④  $4.1 \times 10^{-12}$                       ⑤  $4.7 \times 10^{-11}$                       ⑥  $4.7 \times 10^{-12}$

問3 加速電圧  $V$ ，陰極から単位時間あたりに放出される電子数，陽極金属の種類のうち1つの条件のみを変えることを考える。この場合に発生する X 線の波長について述べた次の記述(ア)～(オ)のうち正しいものをすべて選んだ組合せはどれか。正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  $\boxed{3}$

- (ア) 加速電圧  $V$  を大きくすると、連続 X 線の最短波長  $\lambda_0$  は小さくなるが、特性 X 線の波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  は変わらない。  
 (イ) 加速電圧  $V$  を大きくすると、連続 X 線の最短波長  $\lambda_0$ , 特性 X 線の波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  はいずれも小さくなる。  
 (ウ) 加速電圧  $V$  を変えずに、陰極から単位時間あたりに放出される電子数を増やすと、特性 X 線の波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  は変化しないが、連続 X 線の最短波長  $\lambda_0$  は小さくなる。  
 (エ) 加速電圧  $V$  を変えずに、陰極から単位時間あたりに放出される電子数を増やしても、連続 X 線の最短波長  $\lambda_0$ , 特性 X 線の波長  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  はいずれも変化しない。  
 (オ) 加速電圧  $V$  を変えずに、陽極を別の種類の金属に替えても、発生する連続 X 線の最短波長  $\lambda_0$  は変化しない。

- ① (ア), (ウ)                      ② (ア), (エ)                      ③ (イ), (ウ)  
 ④ (イ), (エ)                      ⑤ (ア), (エ), (オ)                      ⑥ (イ), (ウ), (オ)

(下書き用紙)

4の問は次に続く。

問4 特性 X 線のうち波長が  $\lambda_1$  のものは陽極原子内の電子のエネルギー準位が  $E_3$  から  $E_1$  に遷移するとき放出される X 線光子に対応し、波長が  $\lambda_2$  のものは陽極原子内の電子のエネルギー準位が  $E_2$  から  $E_1$  に遷移するとき放出される X 線光子に対応している。ここで、 $E_1 < E_2 < E_3$  である。陽極原子内の電子のエネルギー準位が  $E_3$  から  $E_2$  に遷移するとき放出される X 線の波長  $\lambda$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\lambda = \boxed{4}$

①  $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$

②  $\frac{\lambda_1^2}{\lambda_1 + \lambda_2}$

③  $\frac{\lambda_2^2}{\lambda_1 + \lambda_2}$

④  $\frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1}$

⑤  $\frac{\lambda_1^2}{\lambda_2 - \lambda_1}$

⑥  $\frac{\lambda_2^2}{\lambda_2 - \lambda_1}$

(下 書 き 用 紙)

物理の試験問題は次に続く。

5 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

次の図1で表される、自己インダクタンス  $L$  のコイル  $L$ 、電気容量  $C$  のコンデンサー  $C$ 、抵抗値がそれぞれ  $R_1$ 、 $R_2$  の抵抗  $R_1$ 、 $R_2$ 、スイッチ  $S_1$ 、 $S_2$ 、および電圧の実効値が  $V_e$  で角周波数  $\omega$  を変化させることのできる交流電源からなる回路がある。コイル  $L$ 、およびコンデンサー  $C$  に流れる、図の矢印の向きを正の向きとする電流をそれぞれ  $I_C$ 、 $I_L$  とする。

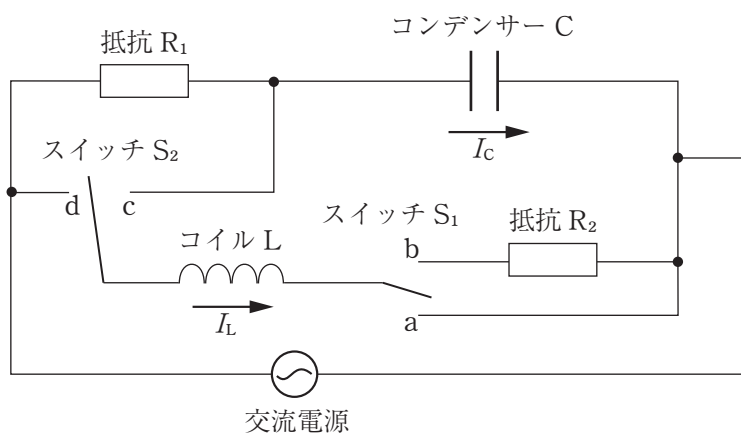


図1

スイッチ  $S_1$  を端子  $a$  側に、スイッチ  $S_2$  を端子  $c$  側に接続し、交流電源の角周波数をある値  $\omega_0$  にしたときに抵抗  $R_1$  の両端電圧が  $0$  になった。

問1  $I_C$  と  $I_L$  の関係はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ①  $I_C = I_L$                       ②  $I_C + I_L = 0$                       ③  $I_C + I_L = \frac{V_e}{R_1}$   
 ④  $I_C + I_L = -\frac{V_e}{R_1}$                       ⑤  $I_C - I_L = \frac{V_e}{R_1}$                       ⑥  $I_C - I_L = -\frac{V_e}{R_1}$

(下 書 き 用 紙)

5の問は次に続く。

問2 交流電源の角周波数  $\omega_0$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $\omega_0 = \boxed{2}$

- ①  $2\pi LC$                       ②  $2\pi\sqrt{LC}$                       ③  $\sqrt{LC}$   
 ④  $\frac{1}{\sqrt{LC}}$                       ⑤  $\sqrt{\frac{L}{C}}$                       ⑥  $\sqrt{\frac{C}{L}}$

スイッチ  $S_1$  を端子 b 側に、スイッチ  $S_2$  を端子 d 側に接続し、角周波数をある値  $\omega_1$  に変えたときに端子 b と端子 c が等電位になった。

問3 時刻  $t$  において、抵抗  $R_1$  にかかる電圧（端子 c に対する端子 d の電位） $V_1$  が、 $V_1 = v_1 \sin \omega_1 t$  と表せるとき、 $I_L$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $I_L = \boxed{3}$

- ①  $\frac{L}{\omega_1} v_1 \cos \omega_1 t$                       ②  $-\frac{L}{\omega_1} v_1 \cos \omega_1 t$                       ③  $\omega_1 L v_1 \cos \omega_1 t$   
 ④  $-\omega_1 L v_1 \cos \omega_1 t$                       ⑤  $\frac{v_1}{\omega_1 L} \cos \omega_1 t$                       ⑥  $-\frac{v_1}{\omega_1 L} \cos \omega_1 t$

問4 電源電圧の実効値  $V_e$  は  $v_1$ ,  $R_2$ ,  $\omega_1$ ,  $L$  を用いてどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 $V_e = \boxed{4}$

- ①  $v_1 \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ 1 + \left( \frac{R_2}{\omega_1 L} \right)^2 \right\}}$                       ②  $v_1 \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ 1 - \left( \frac{R_2}{\omega_1 L} \right)^2 \right\}}$                       ③  $v_1 \sqrt{\frac{1}{2} \left\{ 1 + \left( \frac{\omega_1 L}{R_2} \right)^2 \right\}}$   
 ④  $v_1 \sqrt{2 \left\{ 1 + \left( \frac{R_2}{\omega_1 L} \right)^2 \right\}}$                       ⑤  $v_1 \sqrt{2 \left\{ 1 - \left( \frac{R_2}{\omega_1 L} \right)^2 \right\}}$                       ⑥  $v_1 \sqrt{2 \left\{ 1 + \left( \frac{\omega_1 L}{R_2} \right)^2 \right\}}$

(下書き用紙)

5の問は次に続く。

問5 コイルの自己インダクタンス  $L$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  $L = \boxed{5}$

①  $\frac{R_1 R_2}{C}$

②  $\frac{R_2}{R_1 C}$

③  $\frac{R_1}{R_2 C}$

④  $R_1 R_2 C$

⑤  $\frac{R_2}{R_1} C$

⑥  $\frac{R_1}{R_2} C$

(下書き用紙)

# 化 学

すべての設問にわたって、解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。

原子量 H : 1.0    C : 12    O : 16    Al : 27

気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$

$\log_{10} 2 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3 = 0.48$ ,  $\log_{10} 5 = 0.70$

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体であるものとする。

1 次の問1～10に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

問1 次の(a)～(c)の物質のうち、純物質をすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。

(a) 塩酸            (b) 硫酸銅(Ⅱ)五水和物            (c) 青銅

- ① aのみ            ② bのみ            ③ cのみ            ④ aとb  
⑤ aとc            ⑥ bとc            ⑦ aとbとc

問2 水素原子には、 $^1\text{H}$ 、 $^2\text{H}$ 、 $^3\text{H}$ の、酸素原子には、 $^{16}\text{O}$ 、 $^{17}\text{O}$ 、 $^{18}\text{O}$ の同位体がある。水分子を形成するときの原子の組合せの数として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 6    ② 9    ③ 12    ④ 18    ⑤ 24    ⑥ 27

問3 次の(a)~(c)の分子やイオンのうち、正四面体構造をとるものをすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①~⑦のうちから一つ選びなさい。 3

(a) メタン (b) アンモニウムイオン (c) テトラアンミン銅(II)イオン

- ① aのみ    ② bのみ    ③ cのみ    ④ aとb  
⑤ aとc    ⑥ bとc    ⑦ aとbとc

問4 分子式  $C_4H_{10}O$  で表される化合物の沸点の大小関係として最も適切なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 4

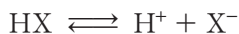
- ① 1-ブタノール < 2-メチル-2-プロパノール < ジエチルエーテル  
② 1-ブタノール < ジエチルエーテル < 2-メチル-2-プロパノール  
③ 2-メチル-2-プロパノール < 1-ブタノール < ジエチルエーテル  
④ 2-メチル-2-プロパノール < ジエチルエーテル < 1-ブタノール  
⑤ ジエチルエーテル < 1-ブタノール < 2-メチル-2-プロパノール  
⑥ ジエチルエーテル < 2-メチル-2-プロパノール < 1-ブタノール

問5 可逆反応  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  が平衡状態にある。次の(a)～(c)のうち、この平衡を右に移動させる操作をすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①～⑦のうちから一つ選びなさい。ただし、この変化でアンモニアが生成する反応は発熱反応であり、触媒は体積が無視できるものとする。 5

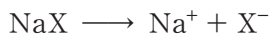
- (a) 温度一定で圧力を上げる。  
 (b) 圧力一定で温度を上げる。  
 (c) 温度、圧力一定で触媒として  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  を加える。

- ① aのみ    ② bのみ    ③ cのみ    ④ aとb  
 ⑤ aとc    ⑥ bとc    ⑦ aとbとc

問6 弱酸 HX は水溶液中では以下のように電離し、平衡状態になる。



この反応の電離定数は  $K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{X}^-]}{[\text{HX}]}$  と表せる。ただし、[A]はAのモル濃度 [mol/L] を表している。また、塩 NaX は水溶液中では以下のように完全電離する。



$a$  [mol] の HX と  $b$  [mol] の NaX を水に溶かし、全量を 1.0 L としたところ、水溶液は緩衝液となった。この水溶液の水素イオン濃度  $[\text{H}^+]$  [mol/L] を表した式として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

6 [mol/L]

- ①  $K_a \times \frac{b}{a}$     ②  $K_a \times \frac{a}{b}$     ③  $K_a \times \frac{b}{a+b}$   
 ④  $K_a \times \frac{a+b}{a}$     ⑤  $K_a \times \frac{a}{a+b}$     ⑥  $K_a \times \frac{a+b}{b}$

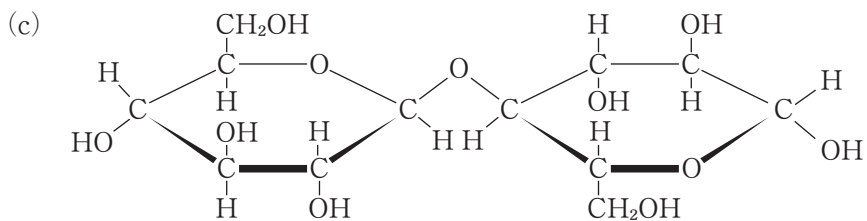
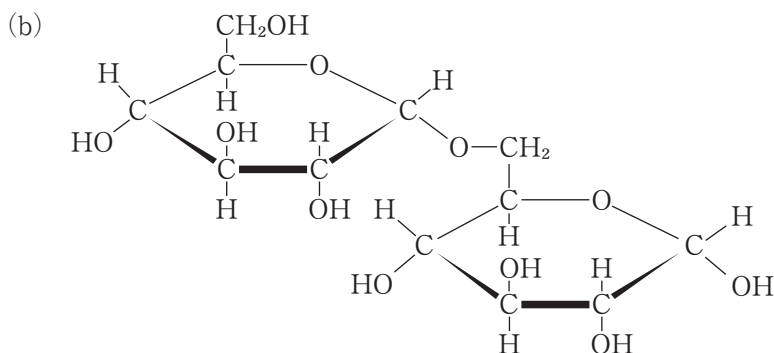
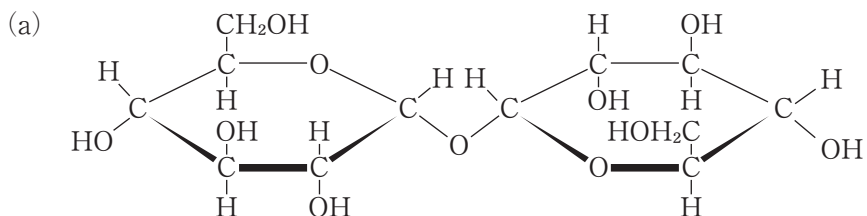
問7 ヨウ素に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

- ① 単体は常温常圧で黒紫色の固体である。
- ② 単体は水には溶けにくいだがヘキサンにはよく溶ける。
- ③ 単体はヨウ化カリウム水溶液によく溶ける。
- ④ ヨウ化水素の水溶液は強酸性を示す。
- ⑤ ヨウ化カリウムにチオ硫酸ナトリウム水溶液を加えると、チオ硫酸ナトリウムが酸化される。
- ⑥ ヨウ化カリウム水溶液に塩素を加えるとヨウ素が遊離する。

問8 化合物 A～C はいずれもベンゼンの一置換体であり、分子式は A が  $C_6H_6O$ 、B が  $C_7H_6O_2$ 、C が  $C_6H_7N$  であった。また、A と B は酸性物質であった。A、B、C のジエチルエーテル溶液と十分量の炭酸水素ナトリウム水溶液をビーカーに入れてよく振り混ぜ、静置すると、水層とジエチルエーテル層の2層に分離した。このとき、ジエチルエーテル層に存在する化合物をすべて選んだものとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 8

- ① Aのみ      ② Bのみ      ③ Cのみ
- ④ AとB      ⑤ AとC      ⑥ BとC

問9 次の(a)~(c)の二糖類のうち、アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱しても銀の単体が生成しないものをすべて選んだものとして最も適切なものを、下の①~⑦のうちから一つ選びなさい。 9



- ① aのみ    ② bのみ    ③ cのみ    ④ aとb  
 ⑤ aとc    ⑥ bとc    ⑦ aとbとc

問10 5.4 g のポリ乳酸を完全に加水分解したときに得られる乳酸の質量 [g] の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 10 g

- ① 5.8    ② 6.8    ③ 7.2    ④ 8.4    ⑤ 9.0    ⑥ 11

2 次の文章を読み、下の問 1～4 に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 6〕

水とベンゼンを同じ容器に入れると、互いに溶け合わずに 2 層に分かれる。この 2 つの液体の両方に溶質 A が溶ける場合、溶質 A が両液層中で同じ分子として存在するならば、一定の温度では両液層に溶ける溶質の濃度の比は一定となる。ただし、溶質 A は水中、ベンゼン中のいずれにおいても電離および会合はせず、水およびベンゼンと反応を起こさないものとする。

ここで、水層中の溶質 A のモル濃度を  $C_1$  [mol/L]、ベンゼン層中の溶質 A のモル濃度を  $C_2$  [mol/L] とすると、

$$K = \frac{C_2}{C_1}$$

の関係が成立する。このとき、 $K$  を分配係数といい、温度に依存する定数である。

いま、水 1.0 L に  $1.0 \times 10^{-1}$  mol の溶質 A を溶かした。これを水溶液 X とし、以下の実験 1～3 を行った。なお、溶質の溶解による溶液の体積変化は無視できるものとする。

実験 1 温度を  $T_1$  [°C] に保った状態で、水溶液 X が 1.0 L 入った分液ろうとに、ベンゼン 1.0 L を加えてよく振り混ぜたのちに静置し、ベンゼン層と水層を分離したところ、 $8.0 \times 10^{-2}$  mol の溶質 A がベンゼン層へ移っていた。

実験 2 別の分液ろうとに水溶液 X を 1.0 L 入れ、温度を  $T_2$  [°C] に保った状態で、ベンゼン 0.50 L を加えてよく振り混ぜたのちに静置し、ベンゼン層と水層を分離したところ、 $x$  [mol] の溶質 A がベンゼン層へ移っていた。その後、ベンゼン層を取り除き、分離した水層に新たに 0.50 L のベンゼンを加えてよく振り混ぜたのちに静置し、ベンゼン層と水層を分離したところ、 $y$  [mol] の溶質 A がベンゼン層へ移っていた。

実験3 別の分液ろうとに水溶液 X を 1.0 L 入れ，温度を  $T_2$  [°C] に保った状態で，ベンゼン 0.10 L を加えてよく振り混ぜたのちに静置し，ベンゼン層と水層を分離した。この分離操作を 1 回目とする。その後，ベンゼン層を取り除き，分離した水層に新たに 0.10 L のベンゼンを加えてよく振り混ぜたのちに静置し，ベンゼン層と水層を分離する操作を  $n$  回目まで繰り返し行った。

問1 下線部について，次の(1)，(2)に答えなさい。

- (1) 次の文章は硫酸バリウムのベンゼンおよび水に対する溶解性に関する記述である。文中の空欄  ～  に入る語句の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

硫酸バリウムの結晶はイオン結晶に分類されるため，ベンゼンに対する溶解度は 。また，イオンどうしの結びつきが  ため，水に対する溶解度は 。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	大きい	強い	大きい
②	大きい	強い	小さい
③	大きい	弱い	大きい
④	大きい	弱い	小さい
⑤	小さい	強い	大きい
⑥	小さい	強い	小さい
⑦	小さい	弱い	大きい
⑧	小さい	弱い	小さい

(2) 次の表に示す有機溶媒のいずれか1種類と純水を入れた容器をよく振り混ぜてから静置した。このとき、有機溶媒層と水層の2層に分かれ、有機溶媒層が上層、水層が下層になるものの組合せとして最も適切なものを、下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

有機溶媒	ヘキサン	メタノール	トルエン	クロロホルム
密度 [g/cm <sup>3</sup> ]	0.66	0.79	0.87	1.5

- ① ヘキサンとメタノール      ② ヘキサンとトルエン  
 ③ ヘキサンとクロロホルム      ④ メタノールとトルエン  
 ⑤ メタノールとクロロホルム      ⑥ トルエンとクロロホルム

問2 実験1の結果から、 $T_1$  [°C]における分配係数の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① 2.0    ② 2.5    ③ 3.0    ④ 4.0    ⑤ 5.0    ⑥ 6.0

問3 実験2について、次の(1), (2)に答えなさい。ただし、 $T_2$  [°C]における分配係数の値は8.0である。

(1)  $x$  [mol]の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  mol

- ①  $2.0 \times 10^{-2}$     ②  $2.5 \times 10^{-2}$     ③  $3.3 \times 10^{-2}$   
 ④  $5.0 \times 10^{-2}$     ⑤  $6.7 \times 10^{-2}$     ⑥  $8.0 \times 10^{-2}$

(2)  $x + y$  [mol] の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  mol

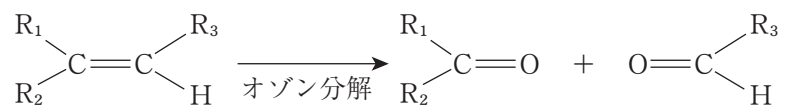
- ①  $6.7 \times 10^{-2}$     ②  $7.5 \times 10^{-2}$     ③  $8.8 \times 10^{-2}$   
④  $9.1 \times 10^{-2}$     ⑤  $9.6 \times 10^{-2}$     ⑥  $9.8 \times 10^{-2}$

問4 実験3について、水層中の溶質Aの質量が当初の1.0%以下となるのに必要な最小の  $n$  の値として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、 $T_2$  [°C] における分配係数の値は8.0である。

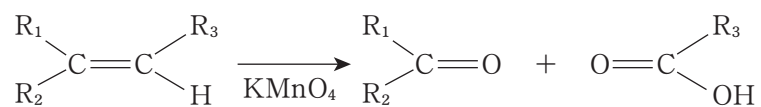
- ① 4    ② 5    ③ 6    ④ 7    ⑤ 8    ⑥ 9

3 次の文章を読み，下の問 1， 2 に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

オゾン分解とは，次の図に示すように炭素間二重結合  $C=C$  が切断されてケトンまたはアルデヒドが生成する反応である。



一方，過マンガン酸カリウムを用いて同様の反応を行うと，炭素間二重結合  $C=C$  が切断されてケトンまたはカルボン酸が生成する。



問1 化合物 A は分子式  $C_5H_{10}$  で表されるアルケンであり、オゾン分解を行うと、化合物 B, C が得られた。化合物 B にフェーリング液を加えて加熱すると **ア** 色の沈殿が、また化合物 B, C にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したところ **イ** 色の沈殿が生じた。次の(1), (2)に答えなさい。

- (1) 文中の空欄 **ア**, **イ** に入る色の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **1**

	<b>ア</b>	<b>イ</b>
①	赤	青
②	赤	黄
③	青	赤
④	青	黄
⑤	黄	赤
⑥	黄	青

- (2) 化合物 A～C に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 **2**

- ① 化合物 A～C のうち、最も分子量が小さいものは化合物 C である。
- ② 化合物 A に、過マンガン酸カリウムを用いて炭素間二重結合  $C=C$  の切断反応を行うと、化合物 B が得られる。
- ③ 化合物 A はすべての炭素原子が同一平面上に存在している。
- ④ 化合物 A はシス-トランス異性体をもつ。
- ⑤ 化合物 A に臭素を付加させると不斉炭素原子を 2 つもつ化合物が得られる。

問2 上記の反応は、油脂の構造を解析する際に利用されることがある。組成が単一である油脂 D に次の操作 1~5 を行った。ただし、油脂 D を構成する脂肪酸は炭素鎖に枝分かれがなく、炭素間三重結合  $C\equiv C$  や環状構造を含まないものとする。また、炭素間二重結合  $C=C$  による立体異性体はすべてシス形をとるものとする。下の(1)~(3)に答えなさい。

操作 1 4.43 g の油脂 D を完全にけん化するのに、1.00 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液が 15.0 mL 必要であった。

操作 2 4.43 g の油脂 D に、触媒の存在下で完全に水素を付加させるには、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとで水素が 224 mL 必要であった。

操作 3 油脂 D を加水分解して得られた脂肪酸の混合物に過マンガン酸カリウムを作用させたところ、カルボキシ基を 1 つもつモノカルボン酸 E, F, およびカルボキシ基を 2 つもつジカルボン酸 G, H が得られ、その物質質量比は、 $E : F : G : H = 2 : 1 : 1 : 1$  であった。

操作 4 同物質量の化合物 E~H を完全燃焼して得られた二酸化炭素の物質質量比は、 $E : F : G : H = 6 : 2 : 3 : 1$  であった。

操作 5 5.20 g の化合物 H を十分量の炭酸水素ナトリウム水溶液に加えると、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとで 2.24 L の気体 X が得られた。

- (1) 油脂 D の分子量および 1 分子の油脂 D に含まれる炭素間二重結合 C=C の数の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

3

	分子量	C=C の数
①	443	1
②	443	2
③	443	3
④	886	1
⑤	886	2
⑥	886	3

- (2) 気体 X の分子式および化合物 H の炭素数の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

4

	X の分子式	化合物 H の炭素数
①	H <sub>2</sub>	3
②	H <sub>2</sub>	6
③	H <sub>2</sub>	9
④	CO <sub>2</sub>	3
⑤	CO <sub>2</sub>	6
⑥	CO <sub>2</sub>	9

- (3) 操作 1~5 の結果より，構成する脂肪酸の炭素数がすべて異なる化合物である場合，油脂 D として考えられるものは何種類あるか。最も適切なものを，次の①~⑨のうちから一つ選びなさい。ただし，鏡像異性体は区別するものとする。

種類

- ① 3      ② 6      ③ 9      ④ 12      ⑤ 15  
⑥ 18     ⑦ 21     ⑧ 24     ⑨ 30

(下 書 き 用 紙)

化学の試験問題は次に続く。

4 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号  ～  〕

アルミニウムは周期表の第  周期の  族に属する金属元素であり、 $^{27}\text{Al}$  原子1つのもつ中性子数は  個である。アルミニウムの単体は<sup>(i)</sup> 酸とも塩基とも反応する両性金属であり、工業的には鉱石であるボーキサイトを精製して得られたアルミナを<sup>(ii)</sup> 水晶石とともに融解し、陽極と陰極に炭素電極を用いて融解液を電気分解することで得られる。

アルミニウムの化合物として古くから知られているものに、 とよばれる硫酸カリウムアルミニウム十二水和物  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  があり、水溶液中では3種類のイオンを生じ、水溶液は  性を示す。 のように、2種類以上の塩から生じ、もとの成分イオンがそのまま存在する塩を  という。

問1 文中の空欄  ～  に入る数値の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	2	3	14
②	3	13	14
③	4	3	14
④	2	13	27
⑤	3	3	27
⑥	4	13	27

問2 下線部(i)について、同じ質量のアルミニウムの単体を、希硫酸あるいは水酸化ナトリウム水溶液と完全に反応させることを考える。このとき、反応する硫酸の物質量は、反応する水酸化ナトリウムの物質量の何倍か。最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。  倍

- ① 0.50    ② 0.67    ③ 1.0    ④ 1.5    ⑤ 2.0    ⑥ 3.0

問3 下線部(ii)について、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 氷晶石の化学式と、氷晶石を加える理由の組合せとして最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3

	氷晶石の化学式	氷晶石を加える理由
①	$\text{CaF}_2$	フッ化物イオンが触媒としてはたらくため
②	$\text{CaF}_2$	アルミナを低温で融解させるため
③	$\text{CaF}_2$	酸素が発生しないようにするため
④	$\text{Na}_3\text{AlF}_6$	フッ化物イオンが触媒としてはたらくため
⑤	$\text{Na}_3\text{AlF}_6$	アルミナを低温で融解させるため
⑥	$\text{Na}_3\text{AlF}_6$	酸素が発生しないようにするため

- (2) 電気分解によって、陽極側からは一酸化炭素と二酸化炭素の混合気体が  $27^\circ\text{C}$ 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとで  $1494 \text{ L}$ 、陰極側からはアルミニウムが  $1350 \text{ g}$  得られた。このとき、陽極側から得られた一酸化炭素の物質量は、得られた二酸化炭素の物質量の何倍か。最も適切なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

4 倍

- ① 0.50    ② 0.67    ③ 1.0    ④ 1.5    ⑤ 2.0    ⑥ 3.0

問4 文中の空欄 **エ** ~ **カ** に入る語句の組合せとして最も適切なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。 **5**

	<b>エ</b>	<b>オ</b>	<b>カ</b>
①	アルマイト	酸	錯塩
②	ミョウバン	中	錯塩
③	ジュラルミン	塩基	錯塩
④	ミョウバン	酸	複塩
⑤	ジュラルミン	中	複塩
⑥	アルマイト	塩基	複塩

問5 硫酸カリウムアルミニウムの溶解度 [g/水 100 g] は 20℃で 6.0, 60℃で 25 である。60℃の硫酸カリウムアルミニウムの飽和水溶液 100 g を 20℃まで冷却したときに析出する硫酸カリウムアルミニウム十二水和物の質量は何 g か。最も適切なものを、次の①~⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、硫酸カリウムアルミニウムの式量を 258, 硫酸カリウムアルミニウム十二水和物の式量を 474 とする。 **6** g

- ① 29    ② 34    ③ 39    ④ 44    ⑤ 49    ⑥ 54

(下書き用紙)

# 生 物

1 細胞と分子に関する次の文 (A・B) を読み、下の問1～6に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

A 真核細胞は  $a$  細胞小器官 などのさまざまな構造体からなり、これらが協調してはたらいっている。20世紀に入り電子顕微鏡が発明されると、 $b$  光学顕微鏡 では観察できなかったさまざまな細胞の微細構造の観察が可能となった。現在では、電子顕微鏡によっておよそ  nm のものまで見分けることができるようになっていいる。一方、原核細胞は比較的単純な構造で、生体膜で包まれた細胞小器官をもたないが、 はもっており、DNA は  という領域に集まっている。

問1 文中の  ～  にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
①	0.1～0.2	中心体	核小体
②	0.1～0.2	中心体	核様体
③	0.1～0.2	リボソーム	核小体
④	0.1～0.2	リボソーム	核様体
⑤	1～2	中心体	核小体
⑥	1～2	中心体	核様体
⑦	1～2	リボソーム	核小体
⑧	1～2	リボソーム	核様体

問2 下線部 a に関して，細胞小器官に関する記述として誤っているものはどれか。  
次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。なお，すべて正しい場合は⑥を選ぶこと。

2

- ① 植物細胞にみられる大きく発達した液胞には，糖やアミノ酸，アントシアニンなどが含まれている。
- ② 核膜は二重の生体膜からできており，核膜孔と呼ばれる構造を多数もつ。
- ③ 小胞体は核膜の外側の膜と直接つながって存在している。
- ④ 中心体は2つの中心小体を含む構造からなり，細胞分裂では微小管を形成する起点となる。
- ⑤ 葉緑体は，シアノバクテリアが原始的な真核細胞に共生することによって生じたと考えられている。

問3 下線部 b に関して，次の(1)・(2)の問いに答えなさい。

(1) 光学顕微鏡の使い方や性質に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

3

- ① 低倍率で観察する際はしぼりを開くと，高倍率で観察する際はしぼりを絞ると鮮明な像を得やすい。
- ② 反射鏡には凹面鏡と平面鏡がある。一般に，低倍率で観察する際は凹面鏡を用い，400倍以上の高倍率で観察する際は平面鏡を用いる。
- ③ プレパラートをセットする前に，レボルバーを回して最高倍率の対物レンズにした後，しぼりを開き，反射鏡を動かして視野を明るくしておく。
- ④ プレパラートをセットした後は，ステージを横から見ながら対物レンズとプレパラートを近づける。その後，接眼レンズをのぞきながらプレパラートを対物レンズから遠ざけてピントを合わせる。
- ⑤ レンズを取り付けるときは，まず対物レンズを取り付け，次に接眼レンズを取り付ける。
- ⑥ レンズを低倍率から高倍率に変えると，視野の範囲は広がるが明るさは暗くなる。

(2) 対物マイクロメーターには1 mm を 100 等分した目盛りがついている。倍率 10 倍の対物レンズで接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さを測定したところ、図 1 のようになった。ここから、接眼レンズは変えずに対物レンズの倍率を 40 倍に変更する場合、接眼マイクロメーターの 1 目盛りの長さとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。ただし、対物レンズの倍率を変更しても接眼マイクロメーターの見え方は変わらないものとする。 4

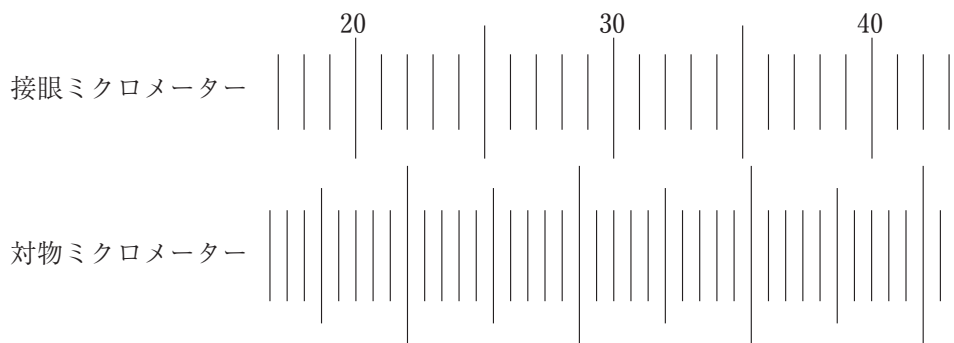


図 1

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| ① $1.7 \times 10^{-5} \text{ m}$ | ② $1.7 \times 10^{-6} \text{ m}$ |
| ③ $2.7 \times 10^{-5} \text{ m}$ | ④ $2.7 \times 10^{-6} \text{ m}$ |
| ⑤ $3.8 \times 10^{-5} \text{ m}$ | ⑥ $3.8 \times 10^{-6} \text{ m}$ |
| ⑦ $6.0 \times 10^{-5} \text{ m}$ | ⑧ $6.0 \times 10^{-6} \text{ m}$ |

**B** タンパク質は細胞内外の適切な場所に配置されて機能する。タンパク質の配置は、翻訳されたポリペプチドに含まれる「シグナル配列」と呼ばれるアミノ酸配列に応じて決まる。たとえば、ホルモンなどの分泌タンパク質や **エ** ではたらくタンパク質は、小胞体への輸送を誘導するシグナル配列をもつ。これによって小胞体へ輸送された後、**オ** へ運ばれて糖鎖の付加などの修飾を受ける。その後、**エ** ではたらくタンパク質は **エ** に移動し、分泌タンパク質は **カ** によって放出される。シグナル配列は、タンパク質が小胞体に輸送された後は酵素によって除去されることがわかっている。

問4 文中の **エ** ~ **カ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **5**

	エ	オ	カ
①	細胞質基質	ゴルジ体	エキソサイトーシス
②	細胞質基質	ゴルジ体	エンドサイトーシス
③	細胞質基質	リボソーム	エキソサイトーシス
④	細胞質基質	リボソーム	エンドサイトーシス
⑤	細胞膜	ゴルジ体	エキソサイトーシス
⑥	細胞膜	ゴルジ体	エンドサイトーシス
⑦	細胞膜	リボソーム	エキソサイトーシス
⑧	細胞膜	リボソーム	エンドサイトーシス

シグナル配列について調べるために、次のような実験を行った。

### 【実験 1】

リボソームを含む反応溶液に分泌タンパク質 G を指定する遺伝子の mRNA (以下, mRNA) と, 小胞体を含む細胞分画 (細胞を破碎した後に細胞小器官などを分別したもの。以下, 小胞体) を, 次のような 1~3 の条件で加えて試験管内で分泌タンパク質 G を翻訳した。反応後の各溶液から分泌タンパク質 G を精製し, 電気泳動法によってシグナル配列の有無を確認したところ, 図 2 のようになった。なお, 図 2 中の「対照」とは細胞培養液から抽出した分泌タンパク質 G のことであり, 小胞体に輸送された後の分子量をもつと考えてよい。また, 得られたタンパク質は用いた mRNA からの翻訳産物であり, mRNA がない場合は反応溶液からタンパク質が得られないことが別の実験で確認されているものとする。なお, 分泌タンパク質 G の翻訳は, 翻訳開始から 30 分以内に完了する。また, 条件 1~3 では, 翻訳反応を 30 分間行わせた。

条件 1 : mRNA のみを反応溶液に加え, 小胞体は加えない。

条件 2 : mRNA と小胞体を同時に反応溶液に加える。

条件 3 : mRNA を反応溶液に加え, 30 分後に翻訳反応を強制的に停止させてから, 小胞体を反応溶液に加える。

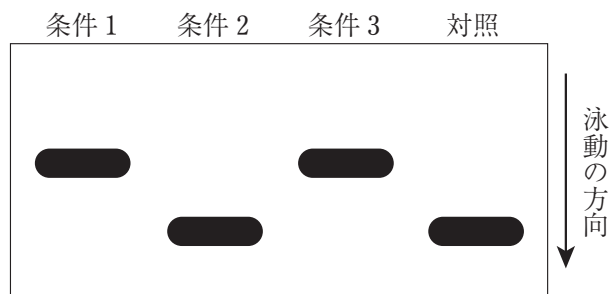


図 2

## 【実験 2】

実験 1 と同様に mRNA と小胞体を 1～3 の条件で反応液に加え、分泌タンパク質 G を得た。その後、これらの反応液に、タンパク質分解酵素のみ、またはタンパク質分解酵素と界面活性剤を加えたところ、表 1 の結果となった。ただし、ここで用いたタンパク質分解酵素は生体膜を通過できない。また、界面活性剤は小胞体を破壊する。

表 1

		条件 1	条件 2	条件 3
界面 活性剤	なし	○	×	○
	あり	○	○	○

○：タンパク質の分解がみられた

×：タンパク質の分解がみられなかった

問 5 実験 1 から導かれる分泌タンパク質 G に関する考察として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 6

- ① 小胞体の有無にかかわらず、翻訳後に翻訳産物の一部のアミノ酸配列が除去される。
- ② 小胞体の有無にかかわらず、翻訳中に翻訳産物の一部のアミノ酸配列が除去される。
- ③ 翻訳後に小胞体が存在すると、翻訳産物の一部のアミノ酸配列が除去される。
- ④ 翻訳中に小胞体が存在すると、翻訳産物の一部のアミノ酸配列の除去が阻害される。
- ⑤ 翻訳中に小胞体が存在すると、翻訳産物の一部のアミノ酸配列が除去される。

問6 次の文は、実験1と実験2から導かれる考察である。文中の **キ**・**ク** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 **7**

分泌タンパク質 G の小胞体への輸送は、タンパク質の **キ** 起こる。また、シグナル配列を除去する酵素は、小胞体の **ク** 存在すると考えられる。

- | キ            | ク             |
|--------------|---------------|
| ① 翻訳中にのみ     | 細胞質基質側にのみ     |
| ② 翻訳中にのみ     | 内側にのみ         |
| ③ 翻訳中にのみ     | 細胞質基質側と内側の両方に |
| ④ 翻訳後にのみ     | 細胞質基質側にのみ     |
| ⑤ 翻訳後にのみ     | 内側にのみ         |
| ⑥ 翻訳後にのみ     | 細胞質基質側と内側の両方に |
| ⑦ 翻訳中にも翻訳後にも | 細胞質基質側にのみ     |
| ⑧ 翻訳中にも翻訳後にも | 内側にのみ         |
| ⑨ 翻訳中にも翻訳後にも | 細胞質基質側と内側の両方に |

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

2 生物の進化に関する次の文 (A~C) を読み、下の問1~7に答えなさい。

[解答番号  ~  ]

A 世代を経て集団内のある形質、もしくはある対立遺伝子をもった個体の割合が変化することを進化と呼ぶ。さまざまな形質をもつ個体が存在する生物集団において、環境が変化するとこれまで有利だった形質とは異なる別の形質が有利となって生物集団に広まることもある。さまざまな変異をもつ集団が環境に適応した形質をもつ集団になっていくような進化を  と呼ぶ。生物が環境に適応した形態や行動を示すのは  による  の結果であるといえる。これとは対照的に、生存や繁殖に有利でも不利でもない変異が  によらず、  によって集団内に広まっていく進化を  と呼ぶ。

問1 文中の  ~  にあてはまる語句として最も適当なものはどれか。

次の①~⑨のうちからそれぞれ一つずつ選びなさい。ただし、同じ記号の空欄には同じ語句が入る。

ア  イ  ウ  エ

- |         |         |        |
|---------|---------|--------|
| ① 遺伝的浮動 | ② 自然選択  | ③ 種分化  |
| ④ 収れん   | ⑤ 生殖的隔離 | ⑥ 中立進化 |
| ⑦ 地理的隔離 | ⑧ 適応進化  | ⑨ 適応放散 |

問2 2種の生物の器官を挙げた次の記述 A~C のうち、2つの器官が相同器官であるものを過不足なく含むものとして最も適当なものはどれか。下の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 

5
---

A クジラの胸びれとコウモリの翼

B ヒトの眼とイカの眼

C ヒトの腕とワニの前肢

- |           |               |        |
|-----------|---------------|--------|
| ① Aのみ     | ② Bのみ         | ③ Cのみ  |
| ④ A, B    | ⑤ A, C        | ⑥ B, C |
| ⑦ A, B, C | ⑧ すべて相同器官ではない |        |

B ある2種の生物間にみられる特定のDNA領域の塩基や特定のタンパク質のアミノ酸配列の違いは、共通の祖先から分岐した時期が古くなるにつれて多くなる傾向がある。これは同じ種類のタンパク質のアミノ酸を指定するDNAの塩基配列において、突然変異が一定の確率で起こり、それに伴って塩基やアミノ酸の変化が蓄積したためと考えられている。このような<sub>a</sub> 特定の領域に起こるDNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化を **オ** と呼び、その速度を **カ** と呼ぶ。DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列にもとづいてつくられた進化の道筋を表す図は、 **キ** と呼ばれる。

問3 文中の **オ** ~ **キ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①~⑧のうちから一つ選びなさい。 **6**

	オ	カ	キ
①	化学進化	生物時計	染色体地図
②	化学進化	生物時計	分子系統樹
③	化学進化	分子時計	染色体地図
④	化学進化	分子時計	分子系統樹
⑤	分子進化	生物時計	染色体地図
⑥	分子進化	生物時計	分子系統樹
⑦	分子進化	分子時計	染色体地図
⑧	分子進化	分子時計	分子系統樹

問4 下線部 a で示した変化には、次の文のような傾向がみられる。文中の  ~  にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。下の ①~⑧のうちから一つ選びなさい。

生存などに重要な機能をもつ遺伝子の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列が変化する速度は、重要な機能をもたない遺伝子やタンパク質の変化する速度と比べて 。DNA のイントロン部分の変化する速度は、エキソン部分の変化する速度に比べて 。コドンの 3 番目にあたる DNA の塩基が変化する速度は、1 番目と 2 番目に比べて 。

- |   | ク  | ケ  | コ  |
|---|----|----|----|
| ① | 遅い | 遅い | 遅い |
| ② | 遅い | 遅い | 速い |
| ③ | 遅い | 速い | 遅い |
| ④ | 遅い | 速い | 速い |
| ⑤ | 速い | 遅い | 遅い |
| ⑥ | 速い | 遅い | 速い |
| ⑦ | 速い | 速い | 遅い |
| ⑧ | 速い | 速い | 速い |

問5 次の表1はウシ，カモノハシ，コイ，カンガルーの間でヘモグロビン $\alpha$ 鎖のアミノ酸配列を比較し，異なるアミノ酸の数を示したものである。ウシとカンガルーがこれら2種の共通祖先から1.3億年前に分岐したとすると，ウシ，カモノハシ，コイ，カンガルーのうち1種が，これら4種の共通祖先から分岐したのはおよそ何億年前と考えられるか。最も適当なものを下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

億年前

表1

	カモノハシ	コイ	カンガルー
ウシ	43	65	26
カモノハシ		75	49
コイ			71

- ① 2.7      ② 3.5      ③ 3.8  
 ④ 5.3      ⑤ 5.9      ⑥ 10.6

C ある地域に生息する同じ種の集団がもつ遺伝子全体を遺伝子プールといい、遺伝子プールに含まれる対立遺伝子の割合を遺伝子頻度と呼ぶ。ある哺乳類の毛色（体毛の色）は対立遺伝子  $A$  と  $a$  によって決定され、遺伝子  $A$  を1つでももつ個体は黒色、遺伝子  $a$  のみをもつ個体は白色になる。150 個体からなるこの哺乳類の集団について毛色を調べたところ、黒色が126 個体、白色が24 個体であった。なお、この集団では b ハーディ・ワインベルグの法則 が成り立っているものとする。

問6 次の記述 A～C は下線部 **b** の成立に必要な条件の一部を述べたものである。記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 

9
---

- A 着目する形質の間で自然選択がはたらいている
- B 集団内では突然変異が生じない
- C 生物集団の大きさが十分に大きく、遺伝的浮動の影響を無視できる

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問7 この集団の生息環境に変化が生じ、白色個体がすべて生殖年齢に達する前に死亡するようになった。さらに遺伝子  $a$  をヘテロ接合でもつ個体の半数が生殖年齢に達する前に死亡するようになった。この条件のもとで次の(1)・(2)の問いに答えなさい。

(1) 出生直後の次世代の集団における遺伝子  $A$  の頻度として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。 10

- ① 0.4      ② 0.6      ③ 0.71      ④ 0.8      ⑤ 0.84      ⑥ 0.96

(2) この集団における出生直後の白色個体の頻度をはじめて0.1%未満となるのは何世代後か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、白色個体が24個体であった時点の集団を基準とし、その子の世代を1世代後、孫世代を2世代後とする。 11

- ① 3世代後      ② 4世代後      ③ 5世代後  
④ 6世代後      ⑤ 7世代後      ⑥ 8世代後

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

3 遺伝情報の発現に関する次の文 (A・B) を読み、下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

A 真核生物のDNAは核内で染色体を形成している。DNAは  と呼ばれるタンパク質に巻き付いて  を形成し、この  が数珠状につながった繊維状の構造が折りたたまれて  と呼ばれる構造をとる。  がさまざまなタンパク質と結合して高次構造をとったものが染色体である。DNAは2本のヌクレオチド鎖が結合して全体として二重らせん構造をとっている。ヒトのゲノムはおよそ  塩基対からなり、そのうち、翻訳される部分は約  塩基対であると考えられている。

問1 文中の  ～  にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ
①	ヒストン	ヌクレオソーム	グロブリン
②	ヒストン	ヌクレオソーム	クロマチン
③	ヒストン	ヌクレオチド	グロブリン
④	ヒストン	ヌクレオチド	クロマチン
⑤	フィブリン	ヌクレオソーム	グロブリン
⑥	フィブリン	ヌクレオソーム	クロマチン
⑦	フィブリン	ヌクレオチド	グロブリン
⑧	フィブリン	ヌクレオチド	クロマチン

問2 文中の **エ** ・ **オ** にあてはまる数値の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 **2**

	エ	オ
①	3億	2万
②	3億	300万
③	3億	4500万
④	30億	2万
⑤	30億	300万
⑥	30億	4500万

問3 DNAに関する次の記述A～Cの正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **3**

- A DNAのヌクレオチドにおいて、塩基は糖の1'の炭素に結合している。
- B ヌクレオチド鎖の2つの末端のうち、通常リン酸基が付いている側を3'末端、通常OH基が付いている側を5'末端と呼ぶ。
- C 塩基どうしは水素結合を形成しており、アデニン-チミン間よりもグアニン-シトシン間の方が水素結合の数が多い。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

**B** お酒を飲んで気持ち悪くなるのは、エタノールを分解すると生じるアセトアルデヒドがかかわっており、アセトアルデヒドの分解にはアルデヒド脱水素酵素2 (ALDH2) がかかわっている。ALDH2は4つのポリペプチドからなるタンパク質 (四量体) である。ALDH2にかかわる遺伝子に *ALDH2* 遺伝子があり、この遺伝子の対立遺伝子には正常型である N 型と、SNP による変異型 (不活性型) である M 型がある。ALDH2は、構成する4つのポリペプチドのうち1つでも変異型であると活性が大きく阻害される。

3人の被験者 (A, B, C) の頬の内側から細胞を採取し、<sup>a</sup>PCR法を用いて *ALDH2* 遺伝子の一部 (430塩基対からなる領域 L) を増幅した。また、増幅した領域 L をある制限酵素で処理すると、N型では296塩基対と134塩基対の断片が生じたが、M型は切断されなかった。図1は、領域 L を制限酵素で処理した後、<sup>b</sup>電気泳動法を行った結果である。

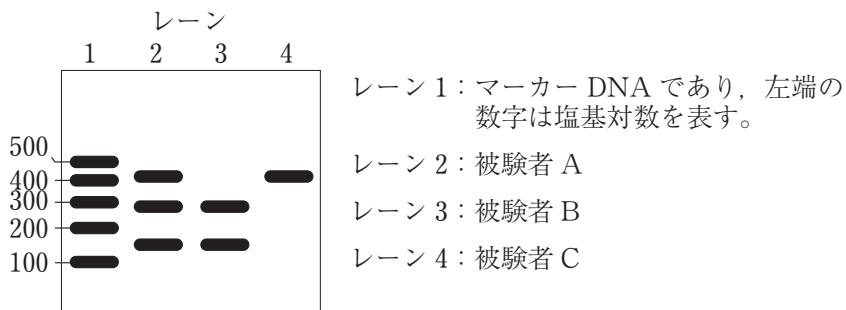


図1

問4 下線部 a に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお、選択肢①および⑥中の「目的の塩基配列」とは、PCR 法によって増幅したい領域であり、鋳型となる DNA の内部に存在する。

4

- ① 生じた 2 本鎖 DNA 断片に占める目的の塩基配列のみからなる 2 本鎖 DNA 断片の割合がはじめて 50% 以上になるのは、4 サイクル目が終わったときである。
- ② 試料を約 60℃ にするのは、DNA 合成酵素の変性を防ぐためである。
- ③ 生体内で合成されるプライマーは通常 DNA だが、PCR 法では RNA のプライマーを用いる。
- ④ PCR 法での試料の温度変化は、約 72℃ → 約 60℃ → 約 92℃ を 1 サイクルとして繰り返す。
- ⑤ PCR 法では、新生鎖の材料として糖の 3' の炭素に OH ではなく H が結合したヌクレオチドを用いる。
- ⑥ PCR 法を  $n$  サイクル繰り返すと、目的の塩基配列は理論上  $n^2$  倍に増幅される。

問5 下線部 b に関する記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。

下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 5

A ヌクレオチドを構成する塩基は水溶液中で負の電荷をもつため、電気泳動法を行うと DNA は陰極へと移動する。

B 塩基対数が大きいほど強く電極へ引き付けられるため、移動速度が大きくなる。

C 同じ塩基対数の DNA を同じ時間、同じ電圧で泳動した場合、ゲルに含まれる寒天の濃度が高いほど試料は移動しにくくなる。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問6 仮に、ALDH2 を構成する 4 つのポリペプチドのうち 1 つでも変異型であると活性が完全に失われる場合、ALDH2 遺伝子をヘテロ接合 (NM 型) でもつ人は、正常型をホモ接合 (NN 型) でもつ人に比べて酵素の活性はどの程度になると考えられるか。その値として最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

6

- ①  $\frac{1}{2}$       ②  $\frac{1}{3}$       ③  $\frac{2}{3}$       ④  $\frac{3}{4}$   
⑤  $\frac{1}{8}$       ⑥  $\frac{1}{16}$       ⑦  $\frac{1}{32}$       ⑧  $\frac{1}{64}$

問7 電気泳動の結果より、被験者A～CはそれぞれNN型、NM型、MM型のいずれであると考えられるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

	被験者 A	被験者 B	被験者 C
①	NN 型	NM 型	MM 型
②	NN 型	MM 型	NM 型
③	NM 型	NN 型	MM 型
④	NM 型	MM 型	NN 型
⑤	MM 型	NN 型	NM 型
⑥	MM 型	NM 型	NN 型

(下 書 き 用 紙)

生物の試験問題は次に続く。

4 ヒトの耳の構造とはたらきに関する次の文を読み、下の問1～7に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

ヒトの耳では、次のような過程で音波を受容して聴覚が生じる。まず空気の振動として伝わってきた音波が鼓膜を振動させる。その後、振動は  で増幅されて a うずまき管に伝えられる。この振動がうずまき管内の  に伝わって、基底膜を振動させると、その上にある  の b 聴細胞に興奮が生じ、これが聴神経を通して c 大脳に伝わり、聴覚が生じる。

また、うずまき管の基底膜は基部から先端部に行くほど  構造をしており、周波数の違いによって振動しやすい部位が異なる。うずまき管の先端部では  を認識している。

問1 文中の  ～  にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- |   | ア   | イ    | ウ    |
|---|-----|------|------|
| ① | 外耳道 | 組織液  | おおい膜 |
| ② | 外耳道 | 組織液  | コルチ器 |
| ③ | 外耳道 | リンパ液 | おおい膜 |
| ④ | 外耳道 | リンパ液 | コルチ器 |
| ⑤ | 耳小骨 | 組織液  | おおい膜 |
| ⑥ | 耳小骨 | 組織液  | コルチ器 |
| ⑦ | 耳小骨 | リンパ液 | おおい膜 |
| ⑧ | 耳小骨 | リンパ液 | コルチ器 |

問2 文中の **工** ・ **オ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **2**

	工	オ
①	薄くて硬くなる	高音
②	薄くて硬くなる	低音
③	厚くて柔らかくなる	高音
④	厚くて柔らかくなる	低音
⑤	幅が狭くなる	高音
⑥	幅が狭くなる	低音
⑦	幅が広くなる	高音
⑧	幅が広くなる	低音

問3 下線部 a に関して、うずまき管の中を振動が伝わる順番として最も適当なもののはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **3**

- ① 鼓室階 → 前庭階 → 正円窓 → 卵円窓
- ② 鼓室階 → 卵円窓 → 正円窓 → 前庭階
- ③ 正円窓 → 鼓室階 → 前庭階 → 卵円窓
- ④ 正円窓 → 前庭階 → 鼓室階 → 卵円窓
- ⑤ 前庭階 → 正円窓 → 鼓室階 → 卵円窓
- ⑥ 前庭階 → 卵円窓 → 正円窓 → 鼓室階
- ⑦ 卵円窓 → 鼓室階 → 前庭階 → 正円窓
- ⑧ 卵円窓 → 前庭階 → 鼓室階 → 正円窓

問4 下線部 b に関して、音の大きさの大小は聴神経で生じたどのような電位の変化で伝わるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選びなさい。なお、聴神経が音の大きさを伝えるしくみは、一般的な神経細胞が刺激の大きさを伝えるしくみと同じである。

- ① 活動電位の大きさ
- ② 活動電位の発生頻度
- ③ 静止電位の大きさ
- ④ 活動電位が生じてから静止電位に戻るまでの時間

問5 下線部 c に関して、図1はヒトの脳の左半球の模式図である。聴覚の中樞（聴覚野）として最も適当なものはどれか。図中の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

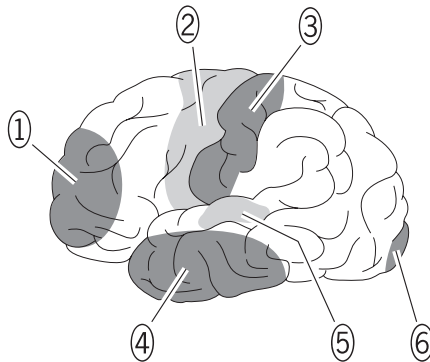


図1

問6 耳の構造のうち、鼓膜内外の圧力差の解消にはたらく構造として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- ① うずまき管      ② 外耳道      ③ 鼓膜
- ④ 耳殻            ⑤ 耳管        ⑥ 耳小骨

問7 耳は聴覚の受容器であると同時に、平衡覚の受容器でもある。ヒトの平衡覚の受容に関する記述のうち、最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 

7
---

- ① からだの傾きは、傾きによって生じたリンパ液の流れにより前庭の感覚細胞が興奮することで認識する。
- ② からだの傾きを感知する細胞は半規管にあり、傾きによって感覚細胞の上の耳石がずれることで興奮が生じて認識する。
- ③ 回転運動は、遠心力によって生じたリンパ液の流れにより前庭の感覚細胞が興奮することで認識する。
- ④ 回転運動を感知する細胞は半規管にあり、遠心力によって感覚細胞の上の耳石がずれることで興奮が生じて認識する。
- ⑤ 半規管には互いに直交する3つの環があり、これらは別々の方向（前後回転、横回転、軸回転）の回転運動を感知する。
- ⑥ 前庭にある耳石はゼリー状の物質であり、その上部に感覚毛が存在する。耳石がずれて感覚毛が倒れることで興奮が生じる。

5 植物の花芽形成に関する次の文（A・B）を読み、下の問1～6に答えなさい。

〔解答番号  ～  〕

A 光条件の周期的な変動（昼と夜の長さの変化）に生物の反応が支配される性質を  周性と呼ぶ。フロリゲンは、植物が花芽形成に適した光条件を感知したときに合成される物質であり、この物質によって花芽形成が促進される。花芽形成に一定時間  の連続した暗期を必要とする植物を短日植物といい、連続した暗期が一定時間  でないと花芽を形成しない植物を長日植物という。短日植物は  に開花するものが多く、長日植物は  に開花するものが多い。花芽形成に関わる光受容体は  であり、花芽形成のほかに  にもかかわる。

21世紀に入りシロイヌナズナやキンギョソウを材料にしてフロリゲンの生成や移動経路が明らかにされた。

問1 文中の  ～  にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	ア	イ	ウ	エ	オ
①	光	以下	以上	春から夏	夏から秋
②	光	以下	以上	夏から秋	春から夏
③	光	以上	以下	春から夏	夏から秋
④	光	以上	以下	夏から秋	春から夏
⑤	日	以下	以上	春から夏	夏から秋
⑥	日	以下	以上	夏から秋	春から夏
⑦	日	以上	以下	春から夏	夏から秋
⑧	日	以上	以下	夏から秋	春から夏

問2 文中の **カ** ・ **キ** にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **2**

	カ	キ
①	フィトクロム	気孔の開閉
②	フィトクロム	春化
③	フィトクロム	光屈性
④	フィトクロム	光発芽種子の発芽
⑤	フォトリロピン	気孔の開閉
⑥	フォトリロピン	春化
⑦	フォトリロピン	光屈性
⑧	フォトリロピン	光発芽種子の発芽

問3 フロリゲンに関する記述 A～C の正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 **3**

- A GFP を利用することにより，フロリゲンの存在場所などを可視化することができる。
- B フロリゲン遺伝子の mRNA は葉の細胞で翻訳される。
- C フロリゲンのアミノ酸配列は植物ごとに異なる。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 植物 A・B を図1で示した条件1~3の光条件のもとで生育させて、花芽形成の有無を調べた。表1はその結果である。また、植物Cを条件2のもとで生育した結果、花芽形成がみられた。下の(1)・(2)の問いに答えなさい。

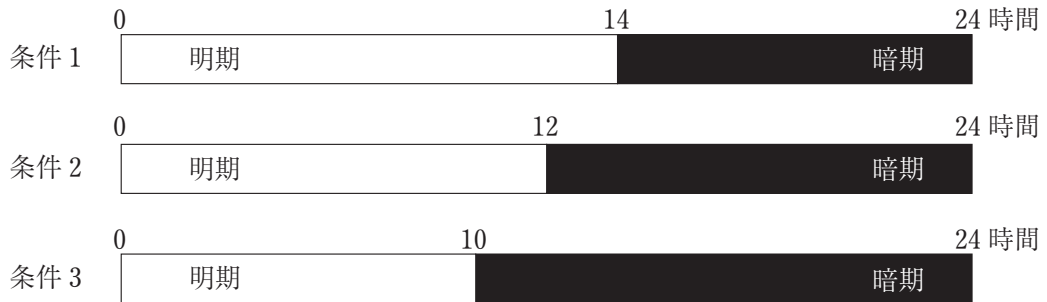


図1

表1

	植物 A	植物 B
条件 1	○	×
条件 2	○	○
条件 3	×	○

○：花芽が形成された

×：花芽が形成されなかった

(1) 実験について述べた記述 A～Fのうち、正しいものの組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

- A 植物 A は短日植物であり、植物 B は長日植物である。
- B 植物 A は長日植物であり、植物 B は短日植物である。
- C 植物 C が条件 1 で花芽形成しなければ、植物 C は短日植物である。
- D 植物 C が条件 1 で花芽形成すれば、植物 C は短日植物である。
- E 植物 C が条件 3 で花芽形成しなければ、植物 C は短日植物である。
- F 植物 C が条件 3 で花芽形成すれば、植物 C は短日植物である。

- ① A, C      ② A, D      ③ A, E      ④ A, F
- ⑤ B, C      ⑥ B, D      ⑦ B, E      ⑧ B, F

(2) 条件 3 の暗期が始まって 3 時間後に光中断を行ったものを条件 4 とした。植物 A の花芽形成にかかわる光受容体が  であるとき、光中断に有効な光と、条件 4 における植物 A の花芽形成の有無の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。

- |   | 光中断に有効な光 | 植物 A の花芽形成 |
|---|----------|------------|
| ① | 青色光      | 形成されない     |
| ② | 青色光      | 形成される      |
| ③ | 遠赤色光     | 形成されない     |
| ④ | 遠赤色光     | 形成される      |
| ⑤ | 赤色光      | 形成されない     |
| ⑥ | 赤色光      | 形成される      |

**B** シロイヌナズナやキンギョソウの研究から、花の形態形成には A～C の 3 つのクラスのホメオティック遺伝子が関与していることが明らかになった。花芽が形成される際に、A クラス遺伝子が単独ではたらく領域にはがく片が分化し、A クラス遺伝子と B クラス遺伝子がともにはたらく領域では花卉が分化する。B クラス遺伝子と C クラス遺伝子がともにはたらく領域ではおしべが分化し、C クラス遺伝子が単独ではたらく領域ではめしべが分化する。また、A クラス遺伝子と C クラス遺伝子には互いのはたらきを排除しあうような関係があり、一方が機能を失うと、花芽が形成される領域全体で他方がはたらく。このような花の器官分化の制御は ABC モデルと呼ばれている。シロイヌナズナに人為的に突然変異を起こし、A クラス遺伝子の機能を失った変異体 (A 欠損株)、B クラス遺伝子の機能を失った変異体 (B 欠損株)、C クラス遺伝子の機能を失った変異体 (C 欠損株) を得た。これらはそれぞれ純系であり、花の形態形成には A～C クラス遺伝子以外の影響はないものとする。

**問 5** 3 つの欠損株のうち、自家受粉可能な株を過不足なく含むものとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。なお、この植物の正常な株は自家受粉可能である。

- ① A 欠損株                      ② B 欠損株                      ③ C 欠損株  
 ④ A 欠損株, B 欠損株    ⑤ A 欠損株, C 欠損株    ⑥ B 欠損株, C 欠損株  
 ⑦ 3 つとも自家受精できる      ⑧ 3 つとも自家受精できない

**問 6** A 欠損株と B 欠損株を交配して雑種第一代を得たところ、すべて正常な形態の花をつけた。この株を自家受粉させて得た種子をまいたとき、めしべだけが形成された個体が生じた。得られた子に対するめしべだけが形成された個体の割合として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、3 つの遺伝子は独立の関係にあるものとする。

- ①  $\frac{3}{4}$       ②  $\frac{9}{16}$       ③  $\frac{1}{2}$       ④  $\frac{1}{3}$       ⑤  $\frac{1}{4}$       ⑥  $\frac{1}{16}$