

解答上の注意

1 解答はすべて解答用紙の解答番号に対応した解答欄にマークしてください。

10 と表示のある問いに対して

(例1) ③と解答する場合は、解答番号10の③にマークしてください。

解答番号	解 答 欄
10	① ② ● ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨

(例2) ②と⑦を解答する場合は、解答番号10の②と⑦にマークしてください。

(複数解答の場合)

解答番号	解 答 欄
10	① ● ③ ④ ⑤ ⑥ ● ⑧ ⑨

2 解答用紙に正しく記入・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。特に、解答用紙の受験番号欄に正しくマークされていない場合は、その科目は0点となります。

令和 7 年度
一般選抜 試験問題
理科 (120分)

出題科目	ページ	解答方法
物 理	4～15	左の3科目のうち2科目を解答 しなさい。 解答時間の配分は自由です。
化 学	16～37	
生 物	38～60	

I 注意事項

- 1 ページの脱落や重複、印刷の不鮮明な箇所があった場合には、直ちに手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 2 受験番号および解答は必ず解答用紙の所定の欄に記入しなさい。
- 3 この問題冊子の余白は適宜利用してもかまいません。
- 4 質問、中途退室など用件のある場合は、手を挙げて知らせなさい。
- 5 退室時は、問題冊子は閉じ、解答用紙は裏返しにしなさい。
- 6 試験に関わるすべての用紙は、持ち帰ることはできません。

II 解答上の注意

- 1 「解答上の注意」が、裏表紙に記載してあるので、この問題冊子を裏返して必ず読むこと。ただし、問題冊子を開いてはいけません。

物 理

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第1問 次の文章を読んで、下の問い(問1～8)に答えよ。(解答番号 1 ～ 8)

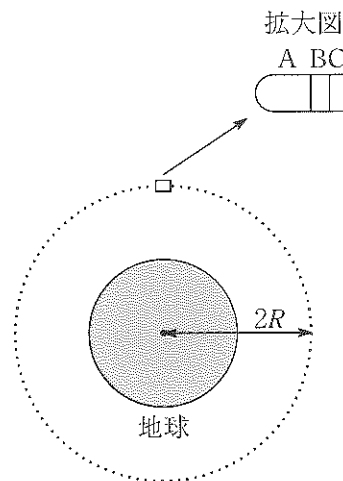
地表面から鉛直上向きにロケットをある初速で打ち出すと、地表面から距離 R の位置で速さが0となった。 R は地球の半径である。ロケットは3つの部分 A、B、C から成っていて、質量はそれぞれ $3m$ 、 m 、 m である。

地球は密度が一樣な質量 M の球であるとし、万有引力定数を G とする。大気の影響や地球の自転の影響は無視できるものとする。

問1 ロケットを打ち出した初速を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 1

- | | | |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{GM}{2R^2}}$ | ② $\sqrt{\frac{GM}{R^2}}$ | ③ $\sqrt{\frac{2GM}{R^2}}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{GM}{2R}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$ |

ロケットの速さが0となった瞬間に、Cを切り離しロケットと地球の中心を結ぶ直線に垂直な方向に打ち出すと、ABは地球のまわりを半径 $2R$ の円周に沿って円運動した。切り離し直前には、A、B、Cの順に地表面と平行に並んでいた。



問2 Cを打ち出した後のABの速さを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 2

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

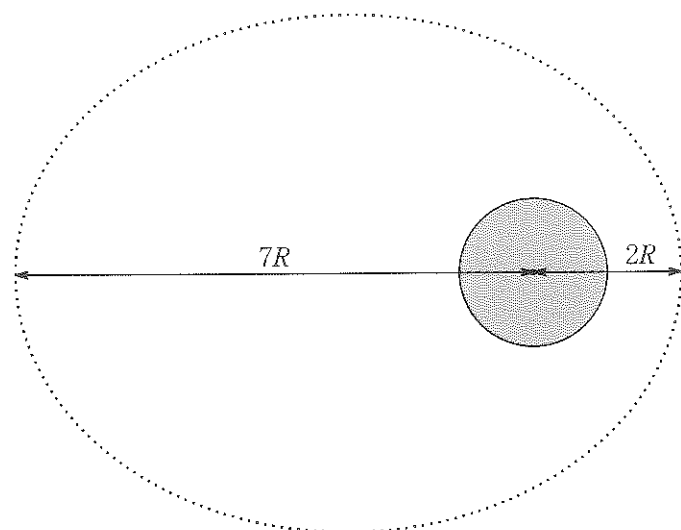
問3 打ち出した直後のCの速さを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 3

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ | ② $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$ | ③ $\sqrt{\frac{4GM}{R}}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{6GM}{R}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{8GM}{R}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{10GM}{R}}$ |

問4 ABの円運動の周期 T を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 4

- | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ① $\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$ | ② $\pi\sqrt{\frac{2R^3}{GM}}$ | ③ $\pi\sqrt{\frac{4R^3}{GM}}$ |
| ④ $\pi\sqrt{\frac{8R^3}{GM}}$ | ⑤ $\pi\sqrt{\frac{16R^3}{GM}}$ | ⑥ $\pi\sqrt{\frac{32R^3}{GM}}$ |

AB が円運動してちょうど1周し、C を切り離れた点に戻ったときに、B を切り離し打ち出すと、その後、A は地球の中心からの距離の最小値が $2R$ 、最大値が $7R$ の地球の中心を1つの焦点とするだ円軌道に沿って運動した。B を切り離す直前の AB は、A を前方として A、B の順に地表面と平行に並んでいた。



問5 A が地球の中心から距離 $7R$ の点を通過する速さは、B を打ち出した直後の A の速さの何倍か。その値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 5

- | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① $\frac{2}{9}$ | ② $\frac{2}{7}$ | ③ $\frac{2}{5}$ |
| ④ $\frac{5}{2}$ | ⑤ $\frac{7}{2}$ | ⑥ $\frac{9}{2}$ |

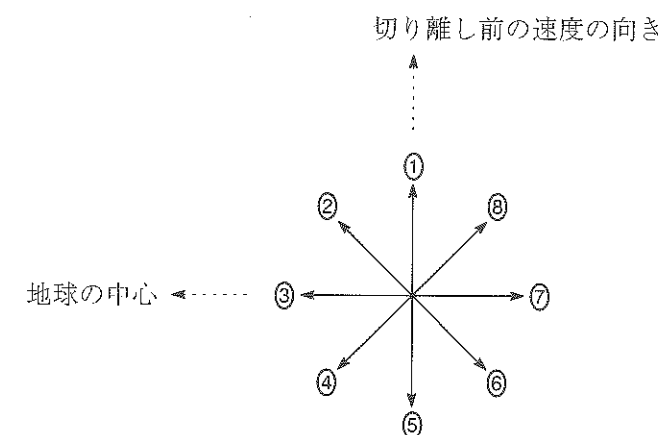
問6 B を打ち出した直後の A の速さを表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 6

- | | | |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{GM}{9R}}$ | ② $\sqrt{\frac{8GM}{63R}}$ | ③ $\sqrt{\frac{3GM}{21R}}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{5GM}{9R}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{7GM}{9R}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{GM}{R}}$ |

問7 だ円軌道に沿って運動する A の周期は、問4 で求めた T の何倍か。その値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 7

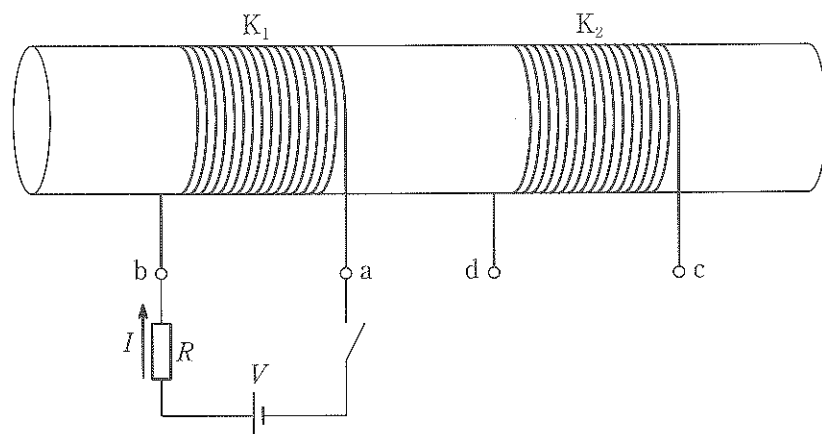
- | | | |
|------------------|-----------------|------------------|
| ① $\frac{8}{27}$ | ② $\frac{4}{9}$ | ③ $\frac{2}{3}$ |
| ④ $\frac{3}{2}$ | ⑤ $\frac{9}{4}$ | ⑥ $\frac{27}{8}$ |

問8 A から切り離され打ち出された直後の B の速度の向きとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。 8



第2問 次の文章を読んで、下の問い（問1～8）に答えよ。（解答番号 9 ～ 16）

一様な太さの鉄心に2つのコイル K_1 、 K_2 が隙間なく図のように巻いてある。それぞれの巻数は N_1 、 N_2 であり、いずれも内部抵抗は無視できる。コイルに電流が流れることにより鉄心内部に磁束が現れるとき、鉄心の側面からの磁束の漏れは無視でき、鉄心内部の磁束は常に一様である。



まず、上の図のように、 K_2 の端子 a、b に、スイッチを介して、起電力 V の電池と抵抗値 R の抵抗を接続する。電池の内部抵抗や導線の抵抗は無視できる。 K_1 と K_2 以外の部分の自己インダクタンスも無視でき、また、鉄心の端部から漏れる磁場の影響も無視できる。

はじめ、スイッチは開いている。 K_2 の端子 c、d には何も接続しない。抵抗に流れる電流を図の矢印の向きを正として I とする。スイッチを閉じた直後には $I = 0$ である。

問1 スイッチを閉じた直後の b に対する a の電位を表す式として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選べ。 9

- ① $-V$ ② $-\frac{N_1}{N_2}V$ ③ $-\frac{N_2}{N_1}V$
 ④ V ⑤ $\frac{N_1}{N_2}V$ ⑥ $\frac{N_2}{N_1}V$
 ⑦ 0

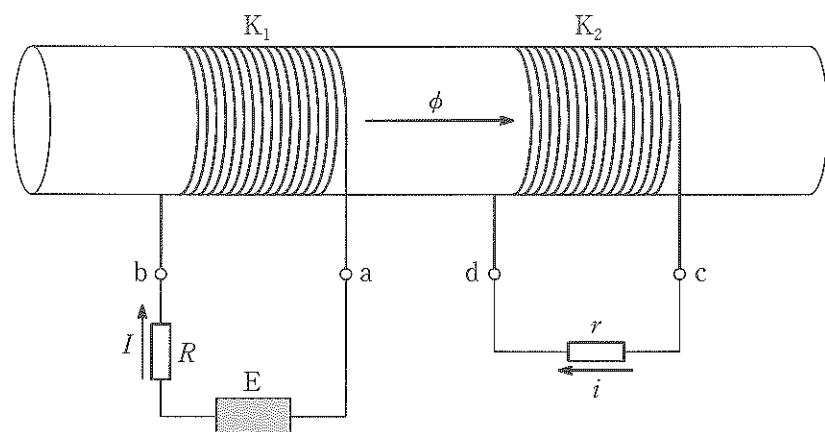
問2 スイッチを閉じた直後の d に対する c の電位を表す式として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選べ。 10

- ① $-V$ ② $-\frac{N_2}{N_1}V$ ③ $-\frac{N_2^2}{N_1^2}V$
 ④ V ⑤ $\frac{N_2}{N_1}V$ ⑥ $\frac{N_2^2}{N_1^2}V$
 ⑦ 0

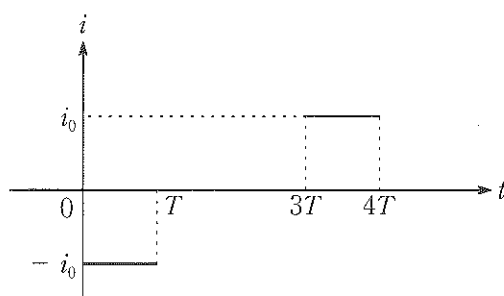
問3 スイッチを閉じてから十分に時間が経過した後の I を表す式として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから1つ選べ。 11

- ① $-\frac{V}{R}$ ② $-\frac{N_1V}{N_2R}$ ③ $-\frac{N_2V}{N_1R}$
 ④ $\frac{V}{R}$ ⑤ $\frac{N_1V}{N_2R}$ ⑥ $\frac{N_2V}{N_1R}$
 ⑦ 0

次に、電池を起電力や電流を自由に調整できる電源 E に交換する。また、cd 間に抵抗値 r の抵抗を接続する。この抵抗に流れる電流を図の矢印の向きを正として i とする。



i が時刻 t の関数として下のグラフのように変化するように電源を調整した。



$t = 0$ において、鉄心を貫く磁束は 0 であった。一般に、鉄心内の磁束 ϕ は正の定数 k を用いて、図の矢印の向きに $\phi = k(N_1 I + N_2 i)$ とする。

問4 $t = 2T$ における ϕ を表す式として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 12

- ① $-\frac{2ri_0T}{N_2}$ ② $-\frac{ri_0T}{N_2}$ ③ 0
④ $\frac{ri_0T}{N_2}$ ⑤ $\frac{2ri_0T}{N_2}$

問5 $t = 2T$ における I を表す式として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 13

- ① $-\frac{2ri_0T}{kN_1N_2}$ ② $-\frac{ri_0T}{kN_1N_2}$ ③ 0
④ $\frac{ri_0T}{kN_1N_2}$ ⑤ $\frac{2ri_0T}{kN_1N_2}$

問6 $t = 2T$ における電源 E の起電力の大きさを表す式として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 14

- ① 0 ② $\frac{Rri_0T}{4kN_1N_2}$ ③ $\frac{Rri_0T}{2kN_1N_2}$
④ $\frac{Rri_0T}{kN_1N_2}$ ⑤ $\frac{2Rri_0T}{kN_1N_2}$

問7 $t > 4T$ における I を表す式として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 15

- ① 0 ② $\frac{ri_0T}{kN_1N_2}$ ③ $\frac{2ri_0T}{kN_1N_2}$
④ $\frac{3ri_0T}{kN_1N_2}$ ⑤ $\frac{4ri_0T}{kN_1N_2}$

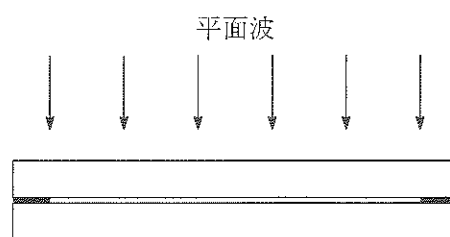
問8 $t > 4T$ における電源 E の起電力の大きさを表す式として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから 1 つ選べ。 16

- ① 0 ② $\frac{Rri_0T}{kN_1N_2}$ ③ $\frac{2Rri_0T}{kN_1N_2}$
④ $\frac{3Rri_0T}{kN_1N_2}$ ⑤ $\frac{4Rri_0T}{kN_1N_2}$

第3問 次の文章を読んで、下の問い（問1～8）に答えよ。（解答番号 17 ～ 24 ）

真空中に1辺の長さが50 cmの正方形の平面平板ガラスが2枚重ねて固定してある。平板ガラスの左右の端には弾力のある板が挟んである。それぞれの板の厚さは一様である。

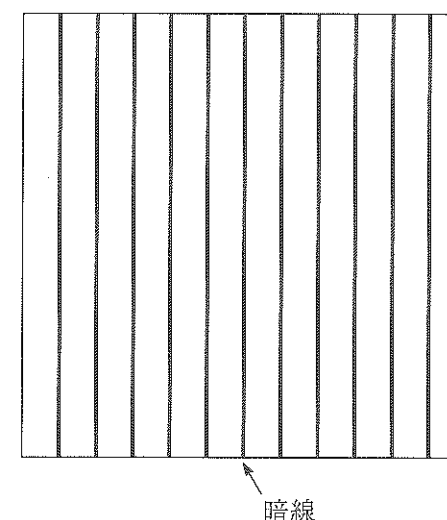
ガラスの上方から平面波の単色光を入射して、反射光を観測すると、明暗のしま模様が等間隔に現れた。平板ガラスの右端を上側から軽く押すと、平行等間隔のまま観測されるしまの数が減った。



問1 文章中の下線部から判断できる状況として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 17

- ① 上下の平板ガラスの表面は平行になっている。
- ② 上下の平板ガラスの表面には傾きがあり、図の右側の方が隙間が大きい。
- ③ 上下の平板ガラスの表面には傾きがあり、図の左側の方が隙間が大きい。
- ④ 上下の平板ガラスの表面には傾きがあり、図の手前側の方が隙間が大きい。
- ⑤ 上下の平板ガラスの表面には傾きがあり、図の奥側の方が隙間が大きい。

今度は、右端の板は取り除いた。ガラスの上方から平面波の単色光を入射して、反射光を観測すると、図のような明暗のしま模様が等間隔に現れた（図は暗線の様子を表しているが、数やそれぞれの間隔などは正確ではない）。隣り合う暗線の間隔は0.60 mmであった。入射した光の波長は 7.2×10^{-7} m である。



問2 左端に挟んだ板の厚さとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、板の幅は無視できる。 18

- ① 3.0×10^{-4} m ② 6.0×10^{-4} m ③ 1.2×10^{-3} m
- ④ 3.0×10^{-2} m ⑤ 6.0×10^{-2} m ⑥ 1.2×10^{-1} m

問3 入射する光の波長を 4.8×10^{-7} m に変えたときの隣り合う暗線の間隔として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 19

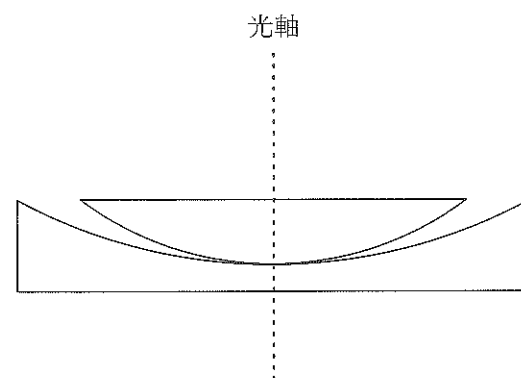
- ① 0.30 mm ② 0.40 mm ③ 0.60 mm
- ④ 0.80 mm ⑤ 0.90 mm ⑥ 1.2 mm

問4 入射する光の波長を $7.2 \times 10^{-7} \text{ m}$ に戻して、ガラスの間に液体を充填すると、問3の場合と同じ暗線間隔の明暗のしま模様が現れた。液体の屈折率として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。 20

- ① 0.50 ② 0.67 ③ 1.0
④ 1.5 ⑤ 2.0

今度は、図のように真空中で平凹レンズと平凸レンズを接触させて、光軸が重なるように固定する。レンズの曲面は球面とし、平凹レンズの凹面の半径は R_1 、平凸レンズの凸面の半径は R_2 であり、 $R_1 > R_2$ である。

上方から光軸と平行に、波長 λ の単色光の平面波を入射して反射光を観測すると、同心円状の明暗の模様が現れた。



問5 光軸からの距離が r の位置における、凹面と凸面の間隔 d を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。ただし、 d は R_1 、 R_2 と比べて十分に小さいとして近似せよ。なお、 $|x| \ll 1$ のときに、定数 a に対して $(1+x)^a \approx 1+ax$ と近似できることを用いてよい。 21

- ① $\frac{r^2}{2R_1}$ ② $\frac{r^2}{2R_2}$ ③ $\frac{(R_1 - R_2)r^2}{2R_1R_2}$
④ $\frac{r^2}{R_1}$ ⑤ $\frac{r^2}{R_2}$ ⑥ $\frac{(R_1 - R_2)r^2}{R_1R_2}$

問6 内側から数えて m 番目の明環の半径を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 22

- ① $\sqrt{mR_1\lambda}$ ② $\sqrt{mR_2\lambda}$
③ $\sqrt{m \frac{R_1R_2\lambda}{R_1 - R_2}}$ ④ $\sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) R_1\lambda}$
⑤ $\sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) R_2\lambda}$ ⑥ $\sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) \frac{R_1R_2\lambda}{R_1 - R_2}}$

問7 平凹レンズの下側から透過光を観測する場合にも明暗の模様が現れる。内側から数えて m 番目の暗環の半径を表す式として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 23

- ① $\sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) R_1\lambda}$ ② $\sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) R_2\lambda}$
③ $\sqrt{\left(m - \frac{1}{2}\right) \frac{R_1R_2\lambda}{R_1 - R_2}}$ ④ $\sqrt{(2m - 1) R_1\lambda}$
⑤ $\sqrt{(2m - 1) R_2\lambda}$ ⑥ $\sqrt{(2m - 1) \frac{R_1R_2\lambda}{R_1 - R_2}}$

問8 $R_1 = 12 \text{ m}$ 、 $\lambda = 4.8 \times 10^{-7} \text{ m}$ のときに、反射光を観測したときの内側から5番目の明環の半径が 8.0 mm であった。 R_2 の値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。 24

- ① 6.9 m ② 7.3 m ③ 8.5 m
④ 8.9 m ⑤ 9.2 m ⑥ 9.7 m

化 学

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

必要があれば、以下の原子量、定数を使うこと。

H : 1.00 C : 12.0 N : 14.0 O : 16.0 F : 19.0 S : 32.0

K : 39.0

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

アボガドロ定数 : $N_A = 6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

25℃における水のイオン積 : $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

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

^{12}C の質量 = $1.9926 \times 10^{-23} \text{ g}$

$\log_{10} 2 = 0.30$ $\log_{10} 3 = 0.50$

0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ における気体のモル体積 = 22.4 L/mol

気体はすべて理想気体として扱うものとする。

第1問 次の問い(問1～8)に答えよ。[解答番号 1 ～ 8]

問1 物質の分類に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 1

- ① 互いに同素体である酸素 O_2 とオゾン O_3 とのみを含む気体も混合物に分類される。
- ② 混合物では、食塩水における塩化ナトリウム NaCl と水 H_2O とのように同じ純物質が含まれていても、それらの割合(組成)が異なれば、沸点や密度などの値が異なる。
- ③ 混合物から成分となる物質を分けて取り出す操作を精製、取り出した物質から不純物を取り除き、より純度の高い物質を得る操作を分離という。
- ④ 塩化銀 AgCl から銀 Ag と塩素 Cl_2 とを得るように、化合物から単体を得るためには、必ず化学変化が必要である。

問2 原子の構造と同位体に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① 1個の陽子をもつ電荷(粒子をもつ電気量)の絶対値と1個の電子をもつ電荷の絶対値とは、ともに電気素量に等しい。
- ② 1個の陽子の質量と1個の中性子の質量はほとんど同じ値である。
- ③ 重水素 ^2H は放射性同位体である。
- ④ 放射性同位体の半減期(元の半分の量になるのに要する時間)は、壊変の途中で変化せず、常に一定の値が保たれる。

問3 化学結合と分子間力に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 水酸化ナトリウムは常温・常圧の状態ではイオン結晶をつくっているが、その結晶内には2個の原子間で共有されている電子対（共有電子対）も含まれている。
- ② オキシニウムイオンは、水と水素イオンとが配位結合することによって生成するが、生成したO-Hの配位結合の性質（結合距離、結合エネルギーなど）は共有結合とすべて同じで、それらを区別することはできない。
- ③ フッ化水素、水、アンモニアのような極性分子間には、クーロン力がはたらくがファンデルワールス力のはたらかない。
- ④ 構成原子どうしが金属結合で結合した銅の金属結晶は、その結晶内に自由電子が存在するため、熱や電気を通しやすい。

問4 イオンの化学式とそれらの名称との組合せが適当ではないものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

	イオンの化学式	イオンの名称
①	Co^{3+}	コバルト(Ⅲ)イオン
②	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)イオン
③	H_2PO_4^-	リン酸二水素イオン
④	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$	テトラアンミン亜鉛(Ⅱ)イオン

問5 硝酸カリウム KNO_3 飽和水溶液の質量パーセント濃度は、 73°C では60.0 %、 15°C では20.0 %である。ある量の 73°C における硝酸カリウム飽和水溶液を 15°C に冷却した。このとき、冷却前に溶解していた硝酸カリウムのおよそ何%が固体結晶として析出するか。最も近い値を次の①～④のうちから一つ選べ。ただし、硝酸カリウムは無水塩の固体結晶として水溶液中から析出するものとする。 5

- ① 33.3 % ② 40.0 % ③ 66.7 % ④ 83.3 %

問6 酸、塩基、塩の性質に関する記述のうち下線部に誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① 酸を強酸と弱酸とに分類するとき、硫酸 H_2SO_4 は強酸に分類される。
② 塩基を強塩基と弱塩基とに分類するとき、水酸化ナトリウム NaOH は強塩基に分類される。
③ 塩を正塩、酸性塩、塩基性塩に分類するとき、硫酸水素ナトリウム NaHSO_4 は酸性塩に分類される。
④ 硫酸銅(Ⅱ) CuSO_4 の水溶液は中性を示す。

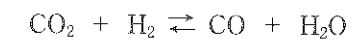
問7 次の温度および熱に関する文中の空欄 **ア** と **イ** にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。

7

物体の温かさや冷たさは温度という尺度で表される。温度が異なる2つの物体が接触するとき、高温の物体から低温の物体へ移動するエネルギーを熱といい、その量を熱量という。高温の物体が失った熱量と低温の物体が得た熱量とは常に等しい。物体の温度を1 K上昇させるときに必要な熱量を **ア** といい、物体1 gあたりの **ア** は一般にその形状にはよらず、その物体を構成する素材（物質）のみで決まるので、1 gあたりの **ア** を **イ** という。

	ア	イ
①	比熱	熱容量
②	熱容量	比熱
③	比熱	熱エネルギー
④	熱エネルギー	比熱

問8 二酸化炭素 CO_2 と水素 H_2 との混合気体を容器に入れ、ある一定温度に保つと一酸化炭素 CO と水蒸気 H_2O に変化する。この反応は、次の化学反応式で表される可逆反応であり、反応開始後に十分に長い時間が経過すると4種類の気体を含む平衡状態に達する。



この可逆反応がある一定温度で平衡状態にあるときに、反応条件を変化させる操作を行った。正反応の反応速度と逆反応の反応速度とがいずれも 変化する 操作を、次の①～④のうちから一つ選べ。

8

- ① 反応温度を高くする。
- ② 温度、容積一定でアルゴンを加える。
- ③ 温度、圧力一定でアルゴンを加える。
- ④ 活性化エネルギーの値がより小さい経路で反応が進む触媒を加える。

第2問 次の問い（問1～7）に答えよ。〔解答番号 9 ～ 15〕

問1 アンモニアに関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 9

ア 工業的には、窒素と水素とを原料とするアンモニアソーダ法で製造される。

イ 実験室では、混入した水蒸気を除去するときに、塩基性のソーダ石灰を乾燥剤として使用する。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問2 二酸化炭素に関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 10

ア ドライアイスも三重点より低い圧力であれば加熱によって融解して液体に状態変化する。

イ ヒトの血液中に溶解している二酸化炭素は、そのpH値をほぼ一定に保つ作用にも関係している。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問3 リチウムに関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 11

- ア 単体は常温でも空気中の酸素や水と反応するため灯油中に保存する。
イ 負極活物質としてリチウム Li、正極活物質として酸化マンガン(IV) MnO_2 などを用いたリチウム電池は、一次電池として日常生活でも広く利用されている。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問4 バリウムに関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 12

- ア 医療用に調製された単体は、消化管の X 線撮影の造影剤に用いられている。
イ 炭酸塩や硫酸塩は水にほとんど溶解しないが、塩化物や水酸化物は水に可溶である。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問5 水銀に関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も
 適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 13

- ア 単体は希硫酸や希塩酸とは反応しないが、希硝酸とは常温でも反応して
 溶解する。
- イ 大気圧下で最も融点が高い金属である。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問6 元素の周期表において第4周期～第6周期までに配置される遷移元素に関
 する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なもの
 を、下の①～④のうちから一つ選べ。 14

- ア ほとんどが金属元素であるが、非金属元素に分類される元素も含まれる。
- イ 単体や化合物が、触媒としてはたらく元素が多い。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問7 次の実験操作（ア～エ）によって、操作後に固体を含まない均一な溶液が得ることができる操作はいくつあるか。該当する操作の数を、後の①～④のうちから一つ選べ。 15

ア 亜鉛を希硫酸に加える。

イ アルミニウムを濃硝酸に加える。

ウ 鉄を水酸化ナトリウム水溶液に加える。

エ 銅を濃塩酸に加えて加熱する。

① 1

② 2

③ 3

④ 4

第3問 次の問い（問1～7）に答えよ。〔解答番号 16 ～ 25〕

問1 有機化合物の特徴に関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 16

ア 有機化合物は無機化合物に比べて成分元素の種類が非常に少ないので、安定に存在する化合物の種類も無機化合物に比べて少ない。

イ 構成原子の原子間が共有結合からなる有機化合物では、構成原子の原子間がイオン結合からなる無機化合物より沸点や融点が高い化合物が多い。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問2 鎖式炭化水素に関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 17

- ア 分子式が C_nH_{2n+2} で表されるアルカンには鏡像異性体（光学異性体）が存在する化合物があるが、シス-トランス異性体が存在する化合物はない。
- イ 分子式が C_nH_{2n} で表されるアルケンにはシス-トランス異性体が存在する化合物があるが、鏡像異性体（光学異性体）が存在する化合物はない。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問3 次の7種類の有機化合物について、下のa～dの記述に該当する化合物の数として最も適当なものを、後の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。
（ ）内は常温・常圧での状態である。同じ番号を複数回選んでもよい。

アセトアルデヒド（液体）	アセトン（液体）
安息香酸（固体）	酢酸メチル（液体）
ジエチルエーテル（液体）	ベンゼンスルホン酸（固体）
ギ酸（液体）	

- a 常温・常圧で水に加えてもほとんど溶けずに上層に液体のまま二層に分離する。 18
- b 炭酸水素ナトリウム水溶液に無色・無臭の気体を発生しながら溶解する。 19
- c アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて十分に加温すると、無色・無臭の気体とアンモニアを発生しながら、銀鏡が生成する。 20
- d ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて約 70℃ に温めると水に溶けにくい固体が沈殿する。 21

- | | | |
|-------|----------------|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 |
| ④ 4以上 | ⑤ 0（該当する化合物なし） | |

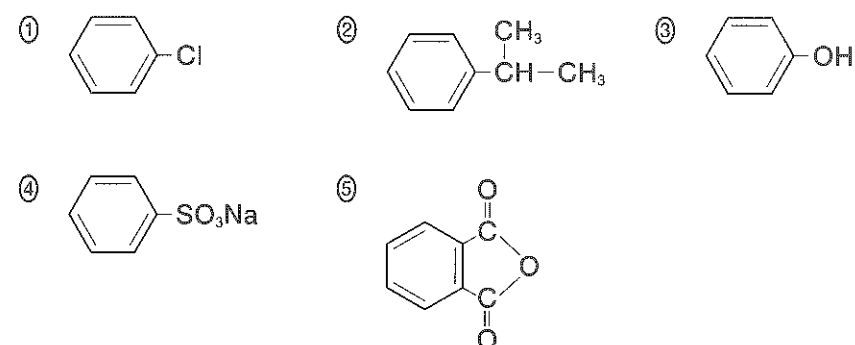
問4 ベンゼン C_6H_6 に関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 22

- ア 空気中では不完全燃焼がおこりやすく、多量のすすを出しながら燃焼する。
- イ 炭素原子間の結合距離はエテン C_2H_4 より大きく、エタン C_2H_6 より小さい。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問5 次の記述（ア～エ）中のA～Dのいずれにも該当しない芳香族化合物の構造式を、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 23

- ア 希塩酸にアニリンと亜硝酸ナトリウム水溶液を加えて穏やかに加温するとAが生じる。
- イ 触媒に酸化バナジウム(V)を用いて、ナフタレンを高温で酸化するとBが生じる。
- ウ Cを空気酸化したときに得られた過酸化物は希硫酸中で分解されるとアセトンが生じる。
- エ Dは水に溶けにくい、高温・高圧下で水酸化ナトリウム水溶液を用いて加水分解するとナトリウムフェノキシドが生じる。



問6 油脂に関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとして最も
 適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 24

ア 油脂を水酸化ナトリウム NaOH 水溶液でけん化することで得られる脂
 肪酸のナトリウム塩をセッケンという。

イ バターやラード（豚脂）のような動物性脂肪にニッケル Ni などの触媒
 を用いて水素を付加させた硬化油はマーガリンの原料として利用されてい
 る。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

問7 セルロースに関する記述（アとイ）について、それらの正誤の組合せとし
 て最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 25

ア 希硫酸を加えて加熱すると、加水分解されて平均重合度が低下してゆき、
 最終的には二糖類のセロビオース $C_{12}H_{22}O_{11}$ になる。

イ らせん構造をとらずに直線状の分子鎖が平行に並んでおり、それらの分
 子間に水素結合が形成されている。

	ア	イ
①	正	正
②	正	誤
③	誤	正
④	誤	誤

生 物

(解答はすべて解答用紙に記入すること)

第1問 次の文章を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。[解答番号 1 ～
6]

地球上に現在生息する生物は数千万種とも言われているが、それらは、共通祖先から分かれることを繰り返し、それぞれが長い年月をかけて変化し、形態や生態を変え多様化してきたと考えられている。たとえば、人類は、チンパンジーなど(1)が含まれる類人猿との共通祖先から分かれ多様化した(2)が、多くの種は絶滅し、現在は1種のみが生息している。このように多くの系統を生み出す(ア)に対して、種内における遺伝子頻度の変化は(イ)と呼ばれ、(ア)は(イ)と種分化が積み重なって生じたと考えられている。

進化の原動力としては、突然変異、自然選択、遺伝的浮動などが考えられる。遺伝子に突然変異が起きて生じた変異遺伝子は、生存や繁殖に有利にはたらく場合は集団に広がり、生存や繁殖に不利にはたらく場合は集団から排除される一方、生存にも繁殖にも影響しない場合は偶然によってその頻度(3)が変化することがある。

問1 下線部(1)に関連して、(a)・(b)に答えよ。

(a) 現生人類に最も近縁な生物の学名として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 1

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| ① <i>Ardipithecus ramidus</i> | ② <i>Australopithecus afarensis</i> |
| ③ <i>Australopithecus africanus</i> | ④ <i>Gorilla gorilla</i> |
| ⑤ <i>Homo erectus</i> | ⑥ <i>Pan troglodytes</i> |
| ⑦ <i>Paranthropus boisei</i> | ⑧ <i>Pongo pygmaeus</i> |

(b) 化石人類も含めて人類は直立二足歩行する点で、類人猿と大きく異なっている。直立二足歩行以外に見られる、現生人類と類人猿の形質の違いを述べた文として最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選べ。 2

- ① 人類の場合、大後頭孔が頭蓋骨の真下に位置している。
- ② 人類に比べて、類人猿の骨盤は横に広く上下に短い。
- ③ 脳容積が最も小さい化石人類でも、現生の類人猿に比べれば2倍以上大きい。
- ④ 類人猿の顔の骨では、おとがいとよばれる突起が発達している。
- ⑤ 脊柱の形態を比べると、人類が弓状、類人猿がS字状である。

問2 文中の空欄ア・イに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 3

- | | ア | イ |
|---|-----|-----|
| ① | 大進化 | 共進化 |
| ② | 大進化 | 小進化 |
| ③ | 共進化 | 大進化 |
| ④ | 共進化 | 小進化 |
| ⑤ | 小進化 | 大進化 |
| ⑥ | 小進化 | 共進化 |

問3 下線部(2)に関連した次の文を読み、(a)・(b)に答えよ。

ヘモグロビン β 鎖の遺伝子に1塩基置換が起こることによって引き起こされる鎌状赤血球貧血症という遺伝性の疾患がある。この疾患では、1塩基置換により1アミノ酸置換が起き、ヘモグロビンの機能が変化するため、変異遺伝子（遺伝子S）をホモにもつ人には重度の貧血が生じ、遺伝子Sと正常遺伝子（遺伝子A）とをヘテロにもつ人の場合は日常生活では無症状である。

(a) 地域Xの新生児を調べたところ、重度の貧血を生じるのは625人に1人の頻度であった。この地域における遺伝子Sの頻度を、ハーディ・ワインベルグの法則を用いて推定すると、どの程度になるか。最も適切なものを、次の①～⑨から1つ選べ。

4

- | | | |
|--------|---------|--------|
| ① 0.02 | ② 0.025 | ③ 0.04 |
| ④ 0.2 | ⑤ 0.25 | ⑥ 0.4 |
| ⑦ 2 | ⑧ 2.5 | ⑨ 4 |

(b) 遺伝子Sと遺伝子Aとをヘテロにもつ人は、マラリアに対する抵抗性が高いことが知られている。マラリアが流行する地域Yにおいて、遺伝子Sの頻度が0.1で維持されていた。遺伝子Sをもたない人のうちおよそ何%の人がマラリアで死亡すると推定できるか。最も適切なものを、次の①～⑥から1つ選べ。ただし、遺伝子Sをホモにもつ人は出生後すぐに死亡し、遺伝子Sをヘテロにもつ人はマラリアでは死亡せず、マラリア以外の要因での死亡はないものと仮定して計算すること。

5

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 10 % | ② 20 % | ③ 25 % |
| ④ 75 % | ⑤ 80 % | ⑥ 90 % |

問4 下線部(3)に関して、このような中立な突然変異は集団に残りやすく、DNAの塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列の変化（分子進化）の原動力となる。分子進化について述べた次のあ～うの文のうち、正しいもののみを過不足なく含む組合せとして最も適切なものを、下の①～⑦から1つ選べ。

6

- あ 生物間で、相同遺伝子の塩基配列とその遺伝子産物のアミノ酸配列を比べた場合、一般に、塩基の違いの方が、アミノ酸の違いよりも多い。
- い 同じタンパク質を比べたときに、アミノ酸配列がよく一致する部分は、機能上重要なため、自然選択が強くはたらいた領域だと推定できる。
- う 分子時計の考え方は、塩基やアミノ酸の変化の速度がほぼ一定であることを利用しており、分子時計の進む速さは、どの遺伝子（タンパク質）でも、ほとんど同じである。

- | | | | |
|-------|-------|---------|-------|
| ① あ | ② い | ③ う | ④ あ・い |
| ⑤ あ・う | ⑥ い・う | ⑦ あ・い・う | |

第2問 次の文章を読み、下の問い（問1～5）に答えよ。[解答番号 7 ～

12]

動物は、感覚器を介して受容した刺激をもとに、外界の情報を獲得し、適切な行動をとっている。図1は、ヒトの視覚に関わる経路を示しており、(ア)の視細胞で光を受容し、その信号が脳に送られて視覚が生じる。視細胞には、明るいところではたらく(イ)細胞と、薄暗いところではたらく(ウ)細胞があり、3種類の(イ)細胞からの信号を情報処理することによって色覚が生じる。

外界の情報は、(ア)での位置関係を維持したまま、脳に伝わる。図1の場合、物体の像は、左右の眼の(ア)に像を結び、左眼も右眼も、右視野から受けた像の情報を脳の左半球だけに送る一方、左視野から受けた像の情報を脳の右半球だけに送る。その結果、左右の一次視覚野にはそれぞれ反対側の視野の地図が存在することになる。

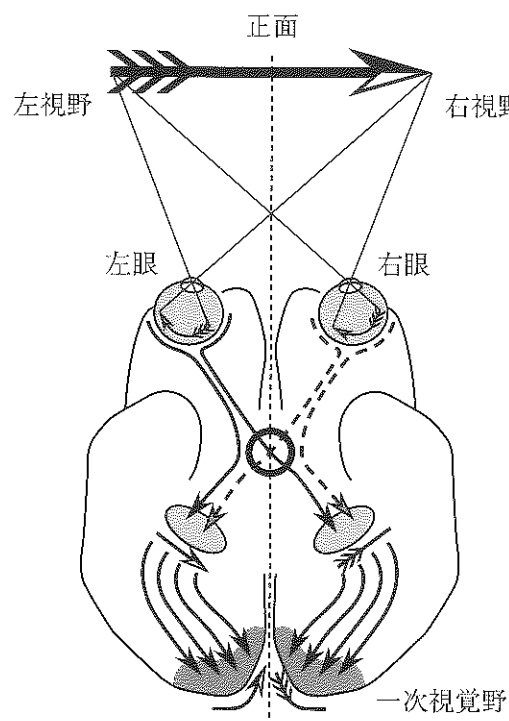


図1

フクロウは、小型の哺乳類などを捕まえて食べる鳥の仲間であり、その多くは夜行性である。⁽²⁾夜間に狩りを行うフクロウは、外界の音情報を利用して、獲物の位置を感知している⁽³⁾と考えられている。

問1 文中の空欄ア～ウに入る語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。

7

	ア	イ	ウ
①	角膜	錐体	桿体
②	角膜	桿体	錐体
③	強膜	錐体	桿体
④	強膜	桿体	錐体
⑤	網膜	錐体	桿体
⑥	網膜	桿体	錐体

問2 図1に関して、図1の中央部の○で示した部分が機能しなくなると、視野の一部が欠ける。どのように欠けると推測されるか、視野の欠けている部分を示す図として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、視野の欠けている部分を黒色で示しているものとする。

8

①	左眼	右眼	②	左眼	右眼	③	左眼	右眼
④	左眼	右眼	⑤	左眼	右眼	⑥	左眼	右眼
⑦	左眼	右眼	⑧	左眼	右眼			

問3 下線部(1)に関連して、遠くの物体を見ていたヒトが、近くの物体に眼を移してから物体にピントが合うまでの過程について述べた次の文の空欄エ～カに入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。

9

近くの物体に眼を移すと、毛様筋が（エ）し、チン小帯が（オ）。その結果、水晶体が（カ）、焦点距離が短くなることで、ピントの合った像が結ばれる。

	エ	オ	カ
①	収縮	ゆるむ	引っ張られて薄くなり
②	収縮	ゆるむ	自らの弾性（弾力性）で厚くなり
③	収縮	緊張する	引っ張られて薄くなり
④	収縮	緊張する	自らの弾性（弾力性）で厚くなり
⑤	弛緩	ゆるむ	引っ張られて薄くなり
⑥	弛緩	ゆるむ	自らの弾性（弾力性）で厚くなり
⑦	弛緩	緊張する	引っ張られて薄くなり
⑧	弛緩	緊張する	自らの弾性（弾力性）で厚くなり

問4 下線部(2)に関連する内容について述べた次のあ～うの文のうち、正しいもののみを過不足なく含む組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦から1つ選べ。

10

- あ フクロウは、カエルを餌とすることがあるので、高次消費者と考えられる。
 い タカやワシは昼行性だが、小型の哺乳類を捕まえて食べるので、フクロウの生態的同位種と考えることができる。
 う 主に植物の種子や昆虫を食べるネズミ類は、夜行性であるため、フクロウの生態的同位種と考えることができる。

- ① あ ② い ③ う ④ あ・い
 ⑤ あ・う ⑥ い・う ⑦ あ・い・う

問5 下線部(3)に関連して、フクロウの音情報の利用について述べた次の文の空欄キ・クに入る角度として最も適当なものを、下の①～⑤から1つずつ選べ。

キ： 11、ク： 12

フクロウが獲物の位置を感知する際、左右の耳に音が到達する際の時間差を利用している。空気中を伝わる音波は約 340 m/秒で空気中を進むので、左右の耳に到達する際の時間差はわずかであり、フクロウの脳には、その時間差を検出するための神経回路が備わっている。図2は、検出するための神経回路を簡略化した模式図である。

図2において、左耳からの信号が点Xを経由してa～gの細胞へ伝わり、右耳からの信号が点Yを経由してa～gの細胞へ伝わる。a～gの細胞は0.1 mm 間隔で並び、点Xと点Yからの信号がほぼ同時に到達した時だけ興奮する。

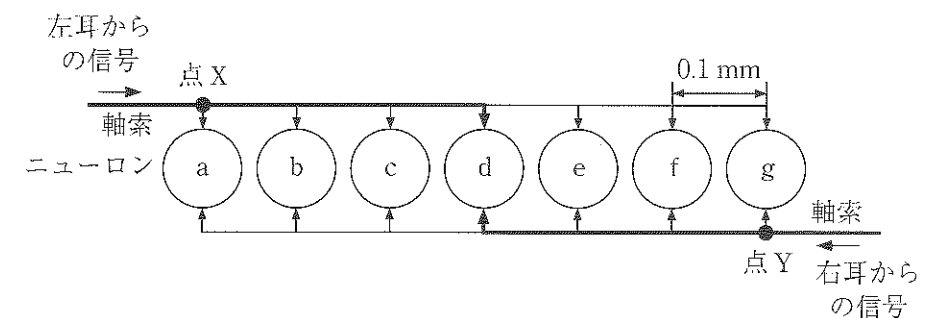


図2

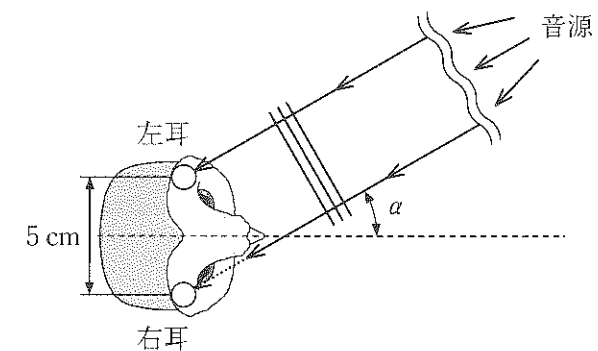


図3

図3は、フクロウの頭部と音源の関係を上から見た模式図であり、左側（角度 α ）の前方にある音源は十分に離れており、音波は平行な波として耳に届くものとする。音波が左耳に届いてから点Xに信号が到達するまでの時間と、音波が右耳に届いてから点Yに信号が到達するまでの時間が等しいとすれば、図2で太く描かれている経路でdの細胞が興奮するのは、角度 α が（キ）の時であり、fの細胞が興奮するのは、角度 α が（ク）の時である。ただし、図2中の軸索を興奮が伝わる速さは4.0 m/秒であるものとし、 $\sin(0^\circ) = 0$ 、 $\sin(30^\circ) = 0.5$ 、 $\sin(45^\circ) = 0.707$ 、 $\sin(60^\circ) = 0.866$ 、 $\sin(90^\circ) = 1$ とする。

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| ① 0° | ② 30° | ③ 45° |
| ④ 60° | ⑤ 90° | |

第3問 次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。[解答番号 13 ～

18]

内分泌腺の細胞で合成され、血液中に分泌されたホルモンが、標的細胞の受容体に結合すると、標的細胞に特異的な応答が起こる。たとえば、（ア）から分泌されるグルカゴンや副腎皮質から分泌される（イ）は、肝臓などに作用し、血糖濃度を上昇させる。また、（ウ）から分泌されるパロトルモンは、腎臓などに作用して血液中のカルシウムイオン濃度を上昇させる。

ホルモンが標的細胞に作用するメカニズムを理論的に検討してみよう。水溶性ホルモンの受容体（ポリペプチド1本からなるものとする）が細胞膜に存在し、ホルモンと結合した受容体の数が増えると応答が強まり、ホルモンと結合した受容体の数が5000個に達すると、応答が最大になると仮定する。この仮定に基づき、細胞1個あたりに存在する受容体の数が2,500個、5,000個、10,000個、20,000個の場合について理論的に計算すると、ホルモン濃度とホルモンと結合した受容体の数は図1に示した関係を示し、ホルモン濃度と細胞の応答は図2に示した関係を示す。実際のホルモンの場合、図1・図2の理論的な検討よりも複雑なこともある。

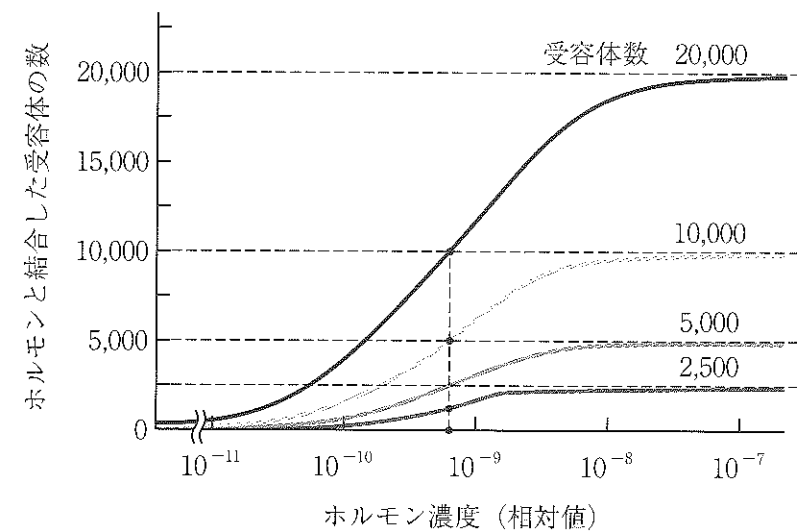


図1

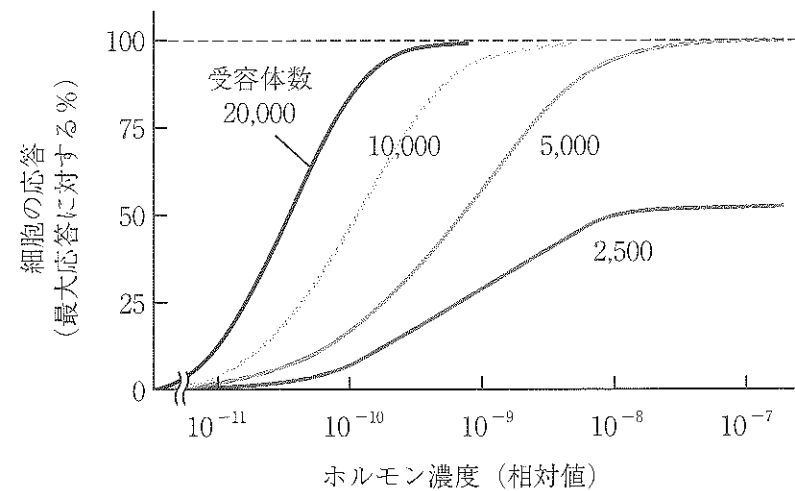


図2

問1 文中の空欄ア・ウに入る語句として最も適当なものを、次の①～⑥から1つずつ選べ。ア： 13、ウ： 14

- | | |
|---------------|---------------|
| ① 視床下部 | ② 脳下垂体後葉 |
| ③ 甲状腺 | ④ 副甲状腺 |
| ⑤ ランゲルハンス島A細胞 | ⑥ ランゲルハンス島B細胞 |

問2 文中の空欄イに入るホルモンとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 15

- | | |
|------------|--------------|
| ① アドレナリン | ② インスリン |
| ③ サイトカイン | ④ チロキシン |
| ⑤ バソプレシン | ⑥ 甲状腺刺激ホルモン |
| ⑦ 糖質コルチコイド | ⑧ 副腎皮質刺激ホルモン |

問3 図1および図2に関して、(a)・(b)に答えよ。

(a) ホルモン濃度と細胞の応答の関係について、図1および図2から考察できる内容を述べた次のあ～うの文のうち、正しいもののみを過不足なく含む組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦から1つ選べ。 16

- あ 存在する受容体の数が多いほど、それぞれの受容体がホルモンと結合しやすくなる。
 い 存在する受容体の数が多いほど、より低濃度で最大の応答が生じる。
 う ホルモン濃度が高い範囲では、存在する受容体の数によらず最大の応答が生じる。

- | | | | |
|-------|-------|---------|-------|
| ① あ | ② い | ③ う | ④ あ・い |
| ⑤ あ・う | ⑥ い・う | ⑦ あ・い・う | |

(b) ホルモン濃度とホルモンと結合した受容体の数の関係は図1と同じであるが、ホルモンと結合した受容体の数が1,000個未満だと細胞が応答せず、1,000個以上で応答が起こると仮定した場合、ホルモン濃度と細胞の応答の関係は図2と異なるものになる。この場合のホルモン濃度と細胞の応答の関係について、推論できる内容を述べた次のあ～うの文のうち、正しいもののみを過不足なく含む組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦から1つ選べ。 17

- あ 存在する受容体の数によらず、ホルモン濃度が $10^{-9} \sim 10^{-8}$ では、細胞の応答が起こる。
 い 存在する受容体の数によらず、ホルモン濃度が 10^{-10} 以下では、細胞の応答が起こらない。
 う 存在する受容体の数が多いほど、細胞の応答を引き起こすホルモン濃度の閾値が小さくなる。

- | | | | |
|-------|-------|---------|-------|
| ① あ | ② い | ③ う | ④ あ・い |
| ⑤ あ・う | ⑥ い・う | ⑦ あ・い・う | |

問4 成長ホルモンは、図3に示すメカニズムで細胞に受容されて応答が起こる。成長ホルモンには、成長ホルモン受容体（GHR）と結合する部位が2ヵ所あり（図3の1と2）、部位1の方がGHRと結合しやすいこと、GHRは成長ホルモンと結合していない状態（状態0）から、部位1とGHRが結合した状態（状態X）を経て、成長ホルモンとGHRが1：2で結合した状態（状態Y）になり、GHR二量体から細胞内にシグナルが伝わること、シグナルの強さに応じて細胞の応答が引き起こされることがわかっている。成長ホルモンの濃度と細胞の応答の関係を調べると図4に示す結果が得られた。

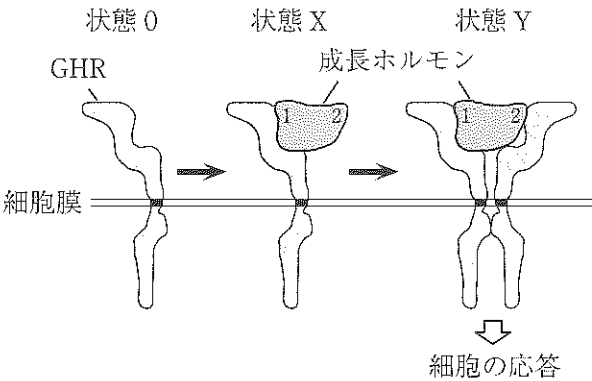


図3

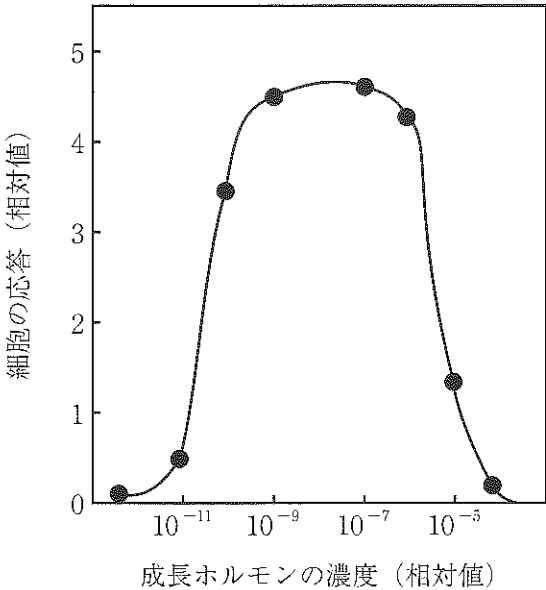


図4

図4について考察した次の文の空欄エ～カに入る語句の組合せとして最も適切なものを、下の①～⑧から1つ選べ。 18

図4の結果において、成長ホルモンの濃度（相対値）が 10^{-10} のときは（エ）、濃度が 10^{-8} のときはほとんどのGHRが（オ）であり、濃度が 10^{-5} を超え細胞の応答が見られないときはほとんどのGHRが（カ）となっていたと考えられる。

	エ	オ	カ
①	ほとんどのGHRが状態0であり	状態X	状態0
②	ほとんどのGHRが状態0であり	状態X	状態Y
③	ほとんどのGHRが状態0であり	状態Y	状態0
④	ほとんどのGHRが状態0であり	状態Y	状態X
⑤	状態XのGHRと状態YのGHRが混在し	状態X	状態0
⑥	状態XのGHRと状態YのGHRが混在し	状態X	状態Y
⑦	状態XのGHRと状態YのGHRが混在し	状態Y	状態0
⑧	状態XのGHRと状態YのGHRが混在し	状態Y	状態X

第4問 次の文章を読み、下の問い（問1～4）に答えよ。[解答番号 19] ～
23]

動物の複雑なからだは、受精卵が体細胞分裂で数を増やし、それぞれの細胞が分化し、組織形成・器官形成が進行して構築される。受精卵が行う体細胞分裂は「卵割」と呼ばれ、一般的な体細胞が行う分裂（以下、通常の体細胞分裂）と基本的に同じであるが、異なる点も存在する。

細胞分化によって多様な形態と機能をもつ細胞が生じるのは、それぞれの細胞で異なるタンパク質がはたらくように調節されているからである。真核細胞の遺伝子発現は、転写・スプライシング・翻訳の3つの過程を経て起こり、発現調節は主に転写の段階で行われる。図1は、転写に関わるDNA領域（領域w～z）とタンパク質（因子W～Z）の関係を模式的に示している。転写の際には、RNAポリメラーゼと因子Zが領域zに結合し、領域w～yに結合した因子W～Yの作用を受ける。

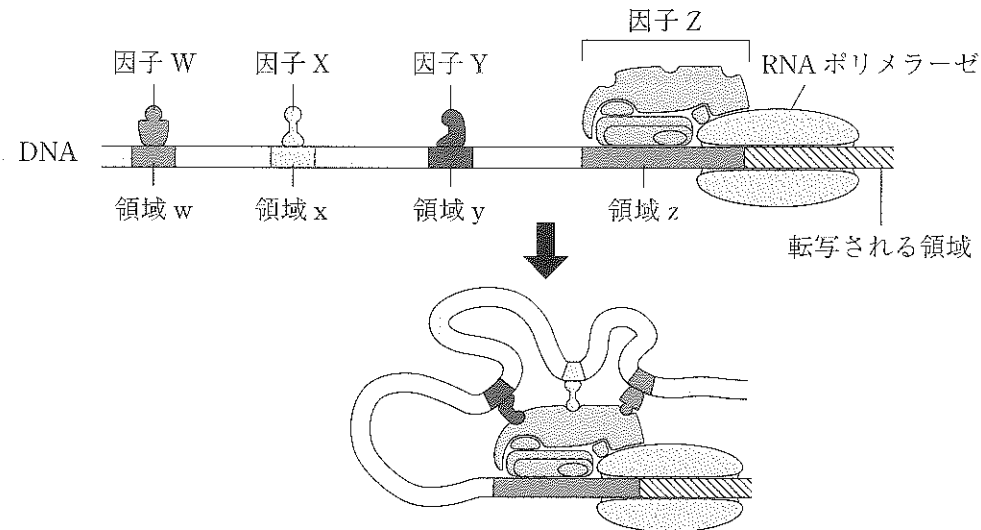


図1

実際の発生過程では、複数の遺伝子の発現が調節され、それらが相互作用することによって、細胞分化が精密に制御されている。たとえば、ニワトリの胃の発生過程では、上皮組織が内腔上皮と腺上皮に分化し（図2）、腺上皮でだけ消化酵素Pの情報をもつ遺伝子Pが発現する。

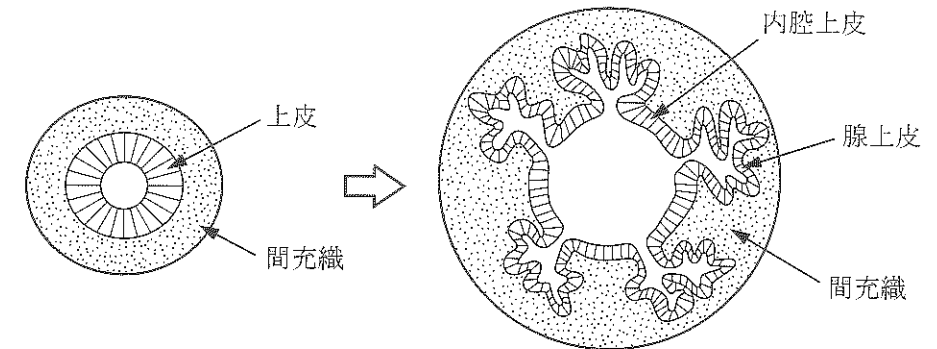


図2

問1 下線部(1)に関して、卵割と通常の体細胞分裂との共通点と相違点について述べた文として誤っているものを、次の①～⑤から1つ選べ。 [19]

- ① 卵割と通常の体細胞分裂とは、同じ核ゲノムをもつ2つの娘細胞を生じる点で共通である。
- ② 卵割の速度が通常の体細胞分裂に比べて著しく速いのは、通常の体細胞分裂とは異なり、細胞周期の間期がないためである。
- ③ 卵割は、細胞が成長せずに分裂を繰り返す点が、通常の体細胞分裂とは異なっている。
- ④ 卵割でのDNA合成も、通常の体細胞分裂のDNA合成も、半保存的に行われる点は共通である。
- ⑤ 卵割でも、通常の体細胞分裂でも、DNA鎖の合成に利用されるヌクレオチドは4種類である。

問2 下線部(2)に関して、3つの過程について述べた文として最も適当なものを、次の①～⑤から1つ選べ。 20

- ① 転写は核内、スプライシングと翻訳は核外で起こる。
- ② 選択的スプライシングとは、一部の mRNA 前駆体のスプライシングが核内で、一部の mRNA 前駆体のスプライシングが核外で起こる現象をいう。
- ③ リボソームは核内で mRNA と結合し、核外へ運ぶ役割を果たしている。
- ④ 翻訳の場であるリボソームの内部で、それぞれの tRNA はコドンが指定するアミノ酸を合成する。
- ⑤ mRNA の 5' - CUA - 3' というコドンには、tRNA の 5' - UAG - 3' というアンチコドンが結合する。

問3 図1に関して、(a)・(b)に答えよ。

(a) 図1中に示された因子Zと領域zは一般に何と呼ばれるか。それぞれの名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。

21

因子Z	領域z
① 基本転写因子	オペレーター
② 基本転写因子	プライマー
③ 基本転写因子	プロモーター
④ 母性因子	オペレーター
⑤ 母性因子	プライマー
⑥ 母性因子	プロモーター

(b) 因子W～Yが、領域w～yのそれぞれに特異的に結合し、転写を活性化あるいは抑制するものとしよう。細胞における因子W～Yの存在(+)・非存在(-)の組合せと転写の有無の関係が表1のようであった場合、因子W～Yについて、どのようなことが推論できるか。因子W～Yのはたらきに関する推論を述べた次の文の空欄ア～ウに入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。 22

表1

	因子W	因子X	因子Y	転写
条件1	+	+	+	あり
条件2	+	+	-	なし
条件3	+	-	+	あり
条件4	+	-	-	あり
条件5	-	+	+	なし
条件6	-	+	-	なし
条件7	-	-	+	あり
条件8	-	-	-	なし

表1の結果から、転写を活性化する因子(活性化因子)は(ア)で、転写を抑制する因子(抑制因子)は(イ)であり、活性化因子と抑制因子が1種類ずつ細胞内に存在した場合、(ウ)するはたらきの方が強いと考えられる。

ア	イ	ウ
① 因子W	因子Xと因子Y	活性化
② 因子W	因子Xと因子Y	抑制
③ 因子Y	因子Wと因子X	活性化
④ 因子Y	因子Wと因子X	抑制
⑤ 因子Wと因子X	因子Y	活性化
⑥ 因子Wと因子X	因子Y	抑制
⑦ 因子Wと因子Y	因子X	活性化
⑧ 因子Wと因子Y	因子X	抑制

問4 下線部(3)に関して、遺伝子 P の組織特異的な発現について、次の事実がわかっている。

- ・ 遺伝子 P の転写は、因子 A によって活性化される。
- ・ 因子 A の情報をもつ調節遺伝子 A の転写は、因子 B によって抑制される。
- ・ 因子 B の情報をもつ調節遺伝子 B の転写は、因子 C によって促進される。

仮に、因子 A ～ C のいずれか 1 つが胃の上皮で機能しないように操作した場合、酵素 P および操作した因子以外の因子の発現が、表 2 のように変化するとすると、表 2 の空欄エ～カに入る因子の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。ただし、表中のそれぞれの図において、黒塗りで示されている部分で発現が見られ、白抜きの部分では発現が見られないものとする。

23

表 2

	酵素 P	(エ)	(オ)	(カ)
(エ) を操作				
(オ) を操作				
(カ) を操作				

- | | | | |
|---|------|------|------|
| | エ | オ | カ |
| ① | 因子 A | 因子 B | 因子 C |
| ② | 因子 A | 因子 C | 因子 B |
| ③ | 因子 B | 因子 A | 因子 C |
| ④ | 因子 B | 因子 C | 因子 A |
| ⑤ | 因子 C | 因子 A | 因子 B |
| ⑥ | 因子 C | 因子 B | 因子 A |

第5問 次の文章を読み、下の問い（問 1 ～ 4）に答えよ。[解答番号 24 ～ 30]

さまざまな生命活動ではエネルギーが利用されており、エネルギーの出入りは ATP によって担われている。真核細胞の場合、ATP は、(ア) に存在する解糖系と、ミトコンドリアに存在する反応系で生産される。解糖系では、1 分子のグルコースが 2 分子の物質 A に分解される。ミトコンドリア内に輸送された物質 A は、物質 B (炭素数 2) に変換された後、物質 C (炭素数 4) と結合してクエン酸 (炭素数 6) となり、クエン酸回路に入る。クエン酸は、物質 D (炭素数 5)、物質 E (炭素数 4)、物質 F (炭素数 4)、リンゴ酸 (炭素数 4) と、何段階かの反応を受けて、最終的に物質 C (炭素数 4) に戻る (図 1)。クエン酸回路で生産された NADH、FADH₂ は、電子伝達系に電子を渡し、NAD⁺、FAD に戻る。そして、電子が電子伝達系を経て、最終的に酸素に渡される過程で放出されるエネルギーを利用して (イ) の濃度勾配が形成され、この濃度勾配に従って (イ) が移動する際に ATP が生産される。このメカニズムは酸化リン酸化と呼ばれる。

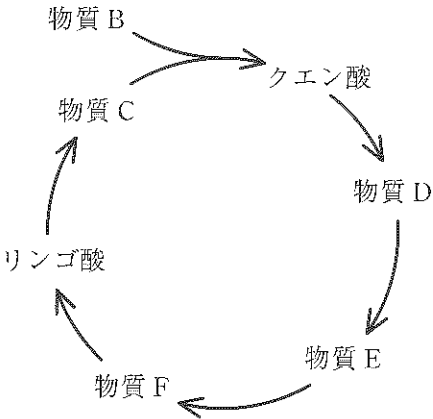


図 1 * 図中の物質 B ～ F は、文中と同じものを示している。

問1 文中の空欄アに入る語句として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 24

- | | | |
|----------|--------|---------|
| ① クリステ | ② ストロマ | ③ チラコイド |
| ④ マトリックス | ⑤ 細胞液 | ⑥ 細胞質基質 |

問2 文中の空欄イに入る語句として最も適当なものを、次の①～⑥から1つ選べ。 25

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| ① 水素イオン (H^+) | ② アンモニウムイオン (NH_4^+) |
| ③ 硝酸イオン (NO_3^-) | ④ カルシウムイオン (Ca^{2+}) |
| ⑤ カリウムイオン (K^+) | ⑥ ナトリウムイオン (Na^+) |

問3 文中および図1中の物質A、物質C、物質Dの名称として最も適当なものを、次の①～⑧から1つずつ選べ。物質A: 26、物質C: 27、物質D: 28

- | | | |
|---------------------|----------|---------|
| ① 酢酸 | ② 乳酸 | ③ フマル酸 |
| ④ コハク酸 | ⑤ オキサロ酢酸 | ⑥ ピルビン酸 |
| ⑦ α -ケトグルタル酸 | ⑧ グルタミン酸 | |

問4 下線部(1)に関して、クエン酸回路の反応系が回路を構成していることが明らかになる以前は、クエン酸から物質Cまでの直線的な反応系だと考えられていた。直線的な反応系ではなく、回路であることを示唆した実験について、(a)・(b)に答えよ。

(a) クエン酸回路の各反応に必要な基質や酵素をすべて含む反応液（反応液P）と、物質Eを物質Fに変える酵素を特異的に阻害する物質（阻害物質Q）を用いた実験について述べた次の文の空欄ウ～カに入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。 29

反応液Pに阻害物質Qを混合し、多量のクエン酸を加えた場合、反応が直線的であれば（ウ）が蓄積し、反応が回路であれば（エ）が蓄積する。反応液Pに阻害物質Qを混合し、多量の物質Fを加えた場合、反応が直線的であれば（オ）が蓄積し、反応が回路であれば（カ）が蓄積する。

	ウ	エ	オ	カ
①	物質C	物質E	物質C	物質C
②	物質C	物質E	物質C	物質E
③	物質C	物質E	物質E	物質C
④	物質E	物質C	物質C	物質C
⑤	物質E	物質C	物質C	物質E
⑥	物質E	物質C	物質E	物質C
⑦	物質E	物質E	物質C	物質C
⑧	物質E	物質E	物質C	物質E

(b) 多数のミトコンドリアを含む骨格筋を、適切な溶液中ですり潰し、酸素消費を調べられる試料を用意した。一定量の試料を取り、クエン酸を添加しない条件とクエン酸を添加した条件で、酸素消費の様子を調べたところ、図2に示す結果が得られた。また、加えたクエン酸が直線的な反応で利用されたと仮定した場合の酸素消費量を計算すると0.3 mLであった。図2に関する考察を述べた次の文の空欄キ・クに入る語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥から1つ選べ。

30

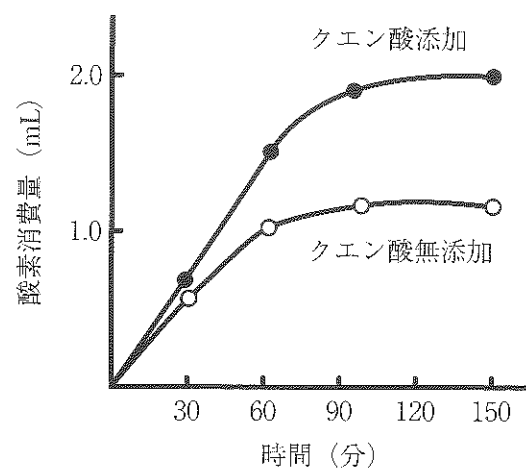


図2

図2における最終的な酸素消費量は、直線的な反応を仮定した場合の酸素消費量の（キ）であり、酸素消費量がより増えたことがわかる。これは、添加したクエン酸から物質Cが生じ、物質Bを取り込む速度が上昇して、物質Aの消費量が増加した結果と考えられる。試料は骨格筋をすり潰したものであるため、骨格筋が含んでいた（ク）が呼吸基質となった可能性が考えられる。

- | | キ | ク |
|---|-----|--------|
| ① | 約2倍 | グリコーゲン |
| ② | 約2倍 | クレアチン |
| ③ | 約3倍 | グリコーゲン |
| ④ | 約3倍 | クレアチン |
| ⑤ | 約6倍 | グリコーゲン |
| ⑥ | 約6倍 | クレアチン |