

# 2026 年度 全学統一入学試験

## 理 科

### 【 注 意 事 項 】

- (1) 試験監督の指示があるまでは、問題冊子を開いてはいけません。
- (2) 解答時間は 60 分です。
- (3) この問題冊子には、以下の 3 科目が収められています。

物理 ( 2 ~ 12 ページ )	問題は【 I 】から【 III 】まで
化学 ( 14 ~ 33 ページ )	問題は【 I 】から【 IV 】まで
生物 ( 34 ~ 55 ページ )	問題は【 I 】から【 IV 】まで

出願時に選択した、受験票に記載されている科目を解答しなさい。

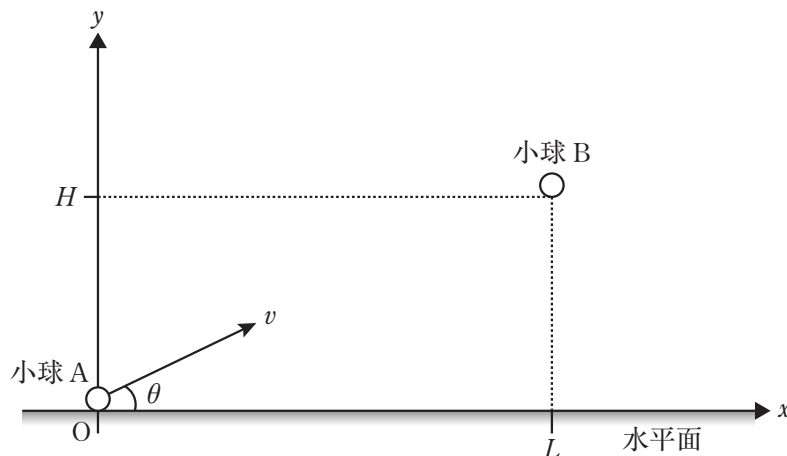
- (4) 解答用紙は 1 枚です。
- (5) 乱丁・落丁、文字等が不鮮明な箇所がある場合、手を挙げて試験監督に申し出なさい。
- (6) 解答用紙には、必ず受験番号・氏名を正確に記入し、受験番号・受験科目マーク欄にも正確にマークしなさい。
- (7) 解答はすべて別紙の解答用紙の所定欄にマークしなさい。
- (8) 試験開始から終了までの間は、試験教室から退出できません。
- (9) 問題冊子および解答用紙は室外に持ち出してはいけません。
- (10) 解答上の注意は、裏表紙に記載してあるので、  
この問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

# 物理

問題は12ページまで、【I】～【III】まであります。

【I】 次の文章を読み、下の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

図のように、水平面上の点Oを原点として、水平右向きにx軸，鉛直上向きにy軸をとり、時刻  $t = 0$  に原点Oからx軸正の向きと角  $\theta$   $\left( 0 < \theta < \frac{\pi}{2} \right)$  をなす方向に速さ  $v$  で小球Aを打ち出した。それと同時に、 $x = L$  ( $> 0$ )， $y = H$  ( $> 0$ ) の点から、小球Aと同じ質量の小球Bを静かに放した。すべての運動は同一鉛直面内に限られるものとする。小球の大きさおよび空気抵抗は無視できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。



図

問1 小球Aと小球Bが衝突するための  $\theta$  の条件を考える。時刻  $t = t_0$  に小球Aと小球Bが衝突したとする。ただし、 $v$  は十分に大きく、衝突は小球が水平面に到達する前に起こるものとする。

(1) 時刻  $t = t_0$  における小球Aのx座標  $x_A$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- |                               |  |  |
|-------------------------------|--|--|
| ① $vt_0$                      | ② $vt_0 \cos \theta$                     | ③ $vt_0 \cos \theta - \frac{1}{2}gt_0^2$ |
| ④ $vt_0 \cos \theta - gt_0^2$ | ⑤ $vt_0 \cos \theta + \frac{1}{2}gt_0^2$ | ⑥ $vt_0 \cos \theta + gt_0^2$            |

(2) 時刻  $t = t_0$  における小球 A の  $y$  座標  $y_A$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $vt_0$                                       ②  $vt_0 \sin \theta$                                       ③  $vt_0 \sin \theta - \frac{1}{2}gt_0^2$   
④  $vt_0 \sin \theta - gt_0^2$                                       ⑤  $vt_0 \sin \theta + \frac{1}{2}gt_0^2$                                       ⑥  $vt_0 \sin \theta + gt_0^2$

(3) 時刻  $t = t_0$  における小球 B の  $y$  座標  $y_B$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $H - \frac{1}{2}gt_0$                                       ②  $H - gt_0$                                       ③  $H - 2gt_0$   
④  $H - \frac{1}{2}gt_0^2$                                       ⑤  $H - gt_0^2$                                       ⑥  $H - 2gt_0^2$

(4) 小球 A と小球 B が衝突するためには、 $x_A = L$  かつ  $y_A = y_B$  が成り立っている必要がある。小球 A と小球 B が衝突するような  $\theta$  を  $\theta_0$  とするとき、 $\tan \theta_0$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{H}{L}$                                       ②  $\frac{\sqrt{L^2 + H^2}}{L}$                                       ③  $\frac{L}{H}$   
④  $\frac{\sqrt{L^2 + H^2}}{H}$                                       ⑤  $\frac{L}{\sqrt{L^2 + H^2}}$                                       ⑥  $\frac{H}{\sqrt{L^2 + H^2}}$

問2  $\theta = \theta_0$ ,  $v = v_0$ として小球Aを打ち出したところ、小球Aは最高点に到達した瞬間に小球Bと衝突した。その後、小球Aと小球Bは一体となって運動し、水平面上に落下した。小球Aと小球Bが一体となった物体を小物体Cとする。小球Aと小球Bの衝突では、 $x$ 方向および $y$ 方向の運動量の和がそれぞれ保存するものとし、衝突は瞬間的であるものとする。

(1) 小球Aと小球Bが衝突した時刻 $t = t_0$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{v_0}{2g}$                       ②  $\frac{v_0}{g}$                       ③  $\frac{2v_0}{g}$   
 ④  $\frac{v_0 \sin \theta_0}{2g}$                       ⑤  $\frac{v_0 \sin \theta_0}{g}$                       ⑥  $\frac{2v_0 \sin \theta_0}{g}$

(2) 小球Aと小球Bが衝突した直後の小物体Cの速さはいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{1}{8} v_0$                       ②  $\frac{1}{4} v_0$                       ③  $\frac{1}{2} v_0$   
 ④  $v_0$                       ⑤  $2v_0$                       ⑥  $4v_0$

(3) 小物体Cが水平面上に落下する時刻 $t = t_f$ はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{1 + \sqrt{2}}{2} t_0$                       ②  $\frac{3}{2} t_0$                       ③  $\frac{1 + \sqrt{5}}{2} t_0$   
 ④  $2t_0$                       ⑤  $\frac{3 + \sqrt{2}}{2} t_0$                       ⑥  $\frac{3 + \sqrt{5}}{2} t_0$

【Ⅱ】 次の文章を読み，下の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

図1のように，紙面内に  $x$  軸をとり，  $0 \leq x \leq 2L$  の範囲に磁束密度の大きさ  $B$  の一様な磁場を，紙面に垂直で裏から表に向かう向きに加えた。一辺の長さ  $L$  のひと巻きの正方形コイル PQRS を用意し，辺 PQ が  $x$  軸に平行になるようにして，辺 QR が  $x < 0$  となる位置に置いた。コイル PQRS 全体の質量を  $m$ ，抵抗値を  $R$  とし，コイル PQRS の辺 PQ は常に  $x$  軸に平行を保つものとする。辺 QR の位置を  $x = X$  とする。コイル PQRS の導線の太さや自己インダクタンス，重力の影響，摩擦，および空気抵抗は無視できるものとする。

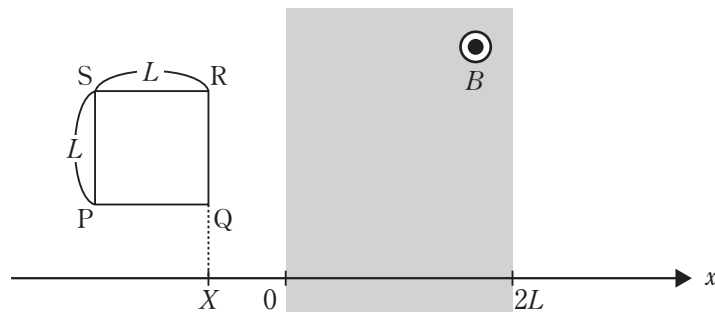


図1

問1 まず，コイル PQRS を一定の速さ  $v_0$  で  $x$  軸正の向きに運動させる場合を考える。

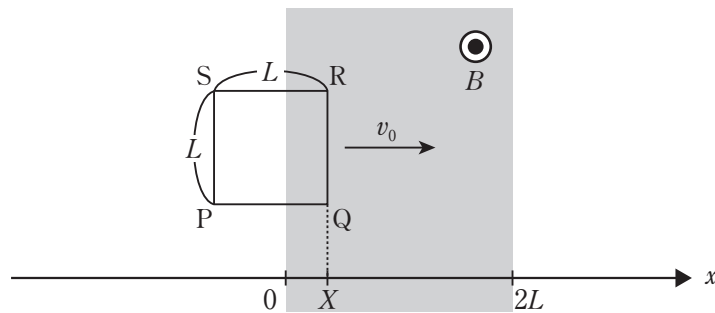


図2

- (1) 次の文章は、図2のように  $0 < X < L$  のときに、コイル PQRS を流れる誘導電流について説明したものである。空欄 ，  に入る数式および語句の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

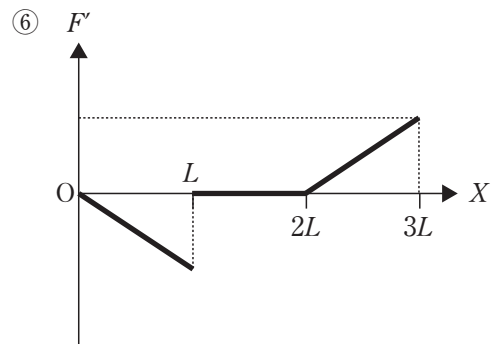
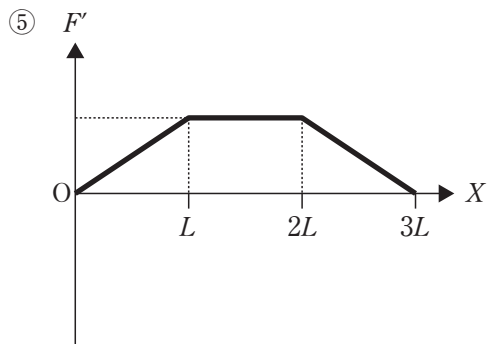
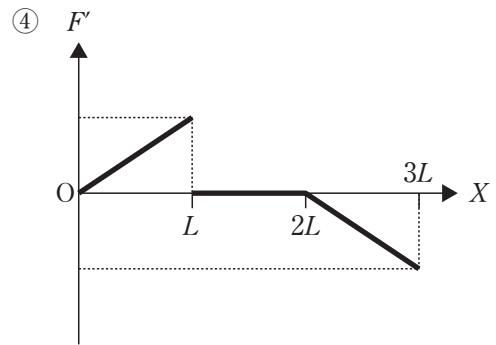
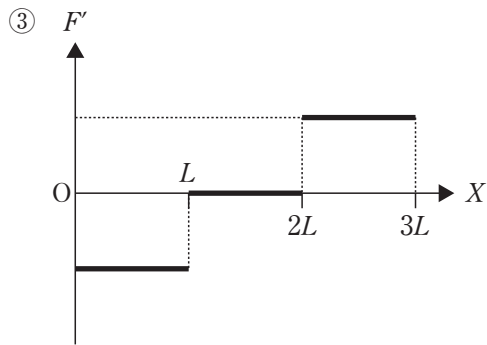
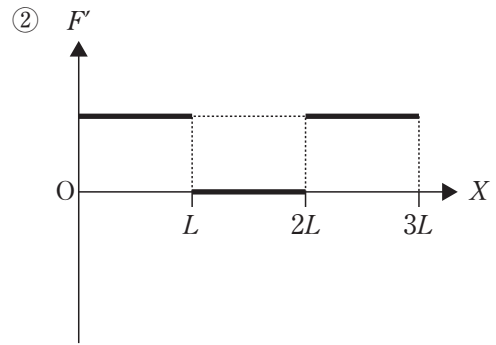
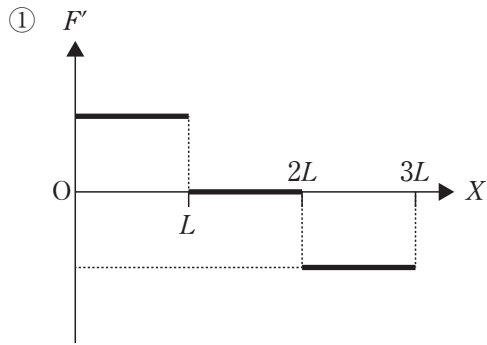
図2の状態から微小な時間  $\Delta t$  が経過する間にコイル PQRS は  $v_0 \Delta t$  だけ動くので、コイル PQRS を貫く磁束は  $\Delta \Phi =$   だけ増加する。このとき、コイル PQRS には大きさ  $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$  の誘導起電力が生じる。その結果、コイル PQRS には大きさ  $\frac{v_0 BL}{R}$  の誘導電流が流れる。また、誘導電流の向きは、レンツの法則より、  である。

- ① ア： $BLv_0 \Delta t$                       イ：P→Q→R→S→Pの向き  
 ② ア： $BLv_0 \Delta t$                       イ：P→S→R→Q→Pの向き  
 ③ ア： $BL^2 v_0 \Delta t$                     イ：P→Q→R→S→Pの向き  
 ④ ア： $BL^2 v_0 \Delta t$                     イ：P→S→R→Q→Pの向き  
 ⑤ ア： $B^2 L^2 v_0 \Delta t$                   イ：P→Q→R→S→Pの向き  
 ⑥ ア： $B^2 L^2 v_0 \Delta t$                   イ：P→S→R→Q→Pの向き

- (2) 図2のように  $0 < X < L$  のとき、コイル PQRS が磁場から受ける力の合力  $F$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $F$  は  $x$  軸正の向きにはたらく場合を正とする。

- ①  $-\frac{v_0 B^2 L}{R}$                       ②  $-\frac{v_0 B^2 L^2}{R}$                       ③  $-\frac{v_0^2 B^2 L^2}{R}$   
 ④  $\frac{v_0 B^2 L}{R}$                         ⑤  $\frac{v_0 B^2 L^2}{R}$                       ⑥  $\frac{v_0^2 B^2 L^2}{R}$

(3) コイル PQRS を一定の速さで運動させるためには、コイル PQRS に外力  $F'$  を加えなくてはならない。 $X$  ( $0 \leq X \leq 3L$ ) に対する  $F'$  の変化の様子を表したグラフとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、 $F'$  は  $x$  軸正の向きにはたらく場合を正とする。 3



問2 次に、コイル PQRS に一定の外力を加えて  $x$  軸正の向きに運動させる場合を考える。加える外力は  $x$  軸正の向きに大きさ  $f$  である。図3のように、コイル PQRS を  $X = -L$  となる位置に静止させ、時刻  $t = 0$  から外力を加え始めたところ、時刻  $t = t_1$  に  $X = 0$  となり、その直後からコイル PQRS は一定の速さ  $v$  で運動した。その後、時刻  $t = t_2$  に  $X = L$  となり、その直後から再びコイル PQRS の速さが変化し始め、時刻  $t = t_3$  に  $X = 2L$  となった。

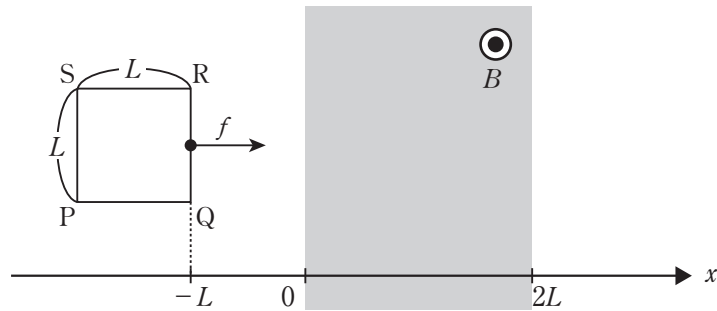


図3

(1) 時刻  $t = 0$  から時刻  $t = t_1$  までの間のコイル PQRS の加速度の大きさ  $a$  はいくらか。

正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- |                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| ① $\frac{f}{m}$ | ② $\frac{v}{m}$ | ③ $\frac{m}{f}$ |
| ④ $\frac{v}{f}$ | ⑤ $\frac{m}{v}$ | ⑥ $\frac{f}{v}$ |

(2) 時刻  $t = t_1$  から時刻  $t = t_2$  までの間、コイル PQRS の速さは一定であるから、コイル PQRS にはたらいっている力がつり合っている。時刻  $t = t_1$  から時刻  $t = t_2$  までの間のコイル PQRS の速さ  $v$  はいくらか。正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- |                               |                    |                        |
|-------------------------------|--------------------|------------------------|
| ① $\sqrt{\frac{fR}{2B^2L^2}}$ | ② $\frac{fR}{2BL}$ | ③ $\frac{fR}{2B^2L^2}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{fR}{B^2L^2}}$  | ⑤ $\frac{fR}{BL}$  | ⑥ $\frac{fR}{B^2L^2}$  |



【Ⅲ】 次の文章を読み，下の問い（問1，問2）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

図1のように，断熱材でできた断面積  $5.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$  のシリンダーが大気中で水平に固定されている。シリンダーの内部には1モルの単原子分子理想気体（以下，単に気体という）が入れられており，なめらかに動くピストンで密封されている。シリンダーの底には温度調節器が取り付けられており，シリンダー内の気体を自由に冷却することができる。ピストンには軽くて伸び縮みしない糸が取り付けられていて，摩擦なく回る滑車を介して，水平面上に置かれたおもりにつながっている。はじめ，シリンダー内の気体の圧力は大気の圧力と等しく  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$  で，シリンダーの底からピストンまでの距離は  $0.50 \text{ m}$  であった。また，糸はたるまず張っているが，張力は0であった。このときの気体の状態を状態Aとする。気体定数を  $8.3 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ ，重力加速度の大きさを  $9.8 \text{ m}/\text{s}^2$  とし，大気の圧力は一定で，温度調節器の体積と熱容量は無視できるものとする。また，ピストンから滑車までの糸は常に水平を保ち，滑車からおもりまでの糸は常に鉛直を保つものとする。

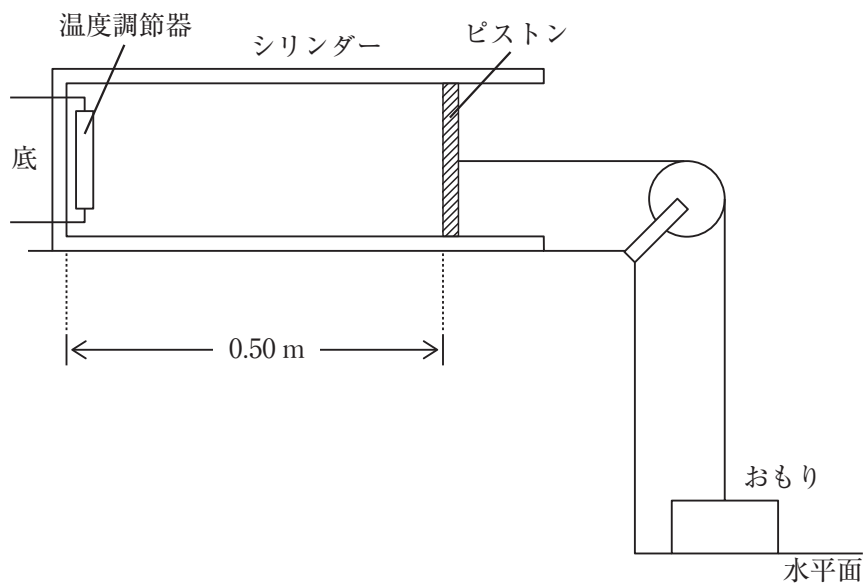


図1

問1 状態 A から温度調節器を作動させ、気体をゆっくりと冷却したところ、気体の圧力が  $9.8 \times 10^4 \text{ Pa}$  となった直後におもりが水平面から離れた。おもりが水平面から離れる直前の気体の状態を状態 B とする。

(1) 状態 A における気体の絶対温度はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  K

- ①  $2.8 \times 10^2$                       ②  $2.9 \times 10^2$                       ③  $3.0 \times 10^2$   
 ④  $3.1 \times 10^2$                       ⑤  $3.2 \times 10^2$                       ⑥  $3.3 \times 10^2$

(2) ピストンには図2のように3つの力がはたらいていて、これらが釣り合っている。状態 A から状態 B までの過程において、気体の圧力が  $9.9 \times 10^4 \text{ Pa}$  となったときの糸の張力の大きさはいくらか。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

N

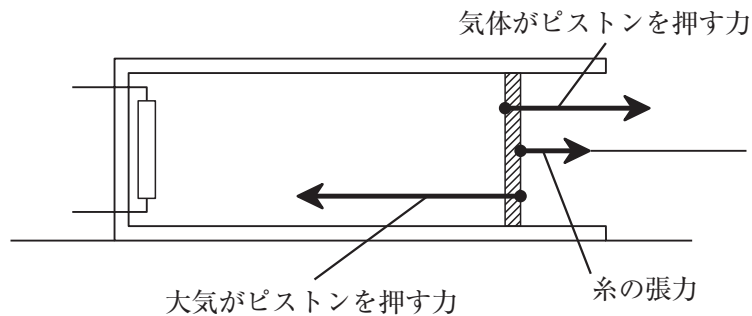


図2

- ① 50                                      ②  $2.0 \times 10^2$                                       ③  $5.0 \times 10^2$   
 ④  $1.0 \times 10^3$                                       ⑤  $2.0 \times 10^3$                                       ⑥  $1.0 \times 10^4$

(3) おもりが水平面から離れる直前、おもりにはたらいている垂直抗力は0である。おもりの質量はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

kg

- ① 1.0                                      ② 2.0                                      ③ 5.0  
 ④ 10                                      ⑤ 20                                      ⑥ 50

(4) 状態 A から状態 B までの間に気体の内部エネルギーはいくら減少したか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  J

- ① 50                                      ② 75                                      ③  $1.3 \times 10^2$   
④  $2.5 \times 10^3$                               ⑤  $3.7 \times 10^3$                               ⑥  $6.1 \times 10^3$

問2 状態 B から引き続き温度調節器で気体をゆっくりと冷却し、おもりが水平面から  $2.0 \times 10^{-2}$  m の高さまで持ち上がったところで温度調節器を停止した。このときの気体の状態を状態 C とする。

(1) 状態 B から状態 C までの間に気体が外部からされた仕事はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、気体が外部に仕事をした場合は負とする。  J

- ① -98                                      ②  $-1.5 \times 10^2$                                       ③  $-2.5 \times 10^2$   
④ 98                                      ⑤  $1.5 \times 10^2$                                       ⑥  $2.5 \times 10^2$

(2) 状態 A から状態 C までの間に温度調節器が気体から奪った熱量の総和はいくらか。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。  J

- ①  $1.5 \times 10^2$                                       ②  $1.7 \times 10^2$                                       ③  $2.2 \times 10^2$   
④  $2.7 \times 10^2$                                       ⑤  $3.2 \times 10^2$                                       ⑥  $3.7 \times 10^2$

「物理」の試験問題は、前ページまでです。

# 化学

問題は 33 ページまで、【I】～【IV】まであります。

【注意】 必要があれば、次の値を用いよ。

原子量 H = 1.0 C = 12 O = 16 S = 32 Fe = 56 Br = 80

0℃, 1.013 × 10<sup>5</sup> Pa における 1 mol の気体の体積 22.4 L

アボガドロ定数  $N_A = 6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$

【I】 次の問い（問 1～問 5）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

問 1 元素の周期表について、次の（1）、（2）に答えよ。

（1） 次の元素のうち、典型元素ではないものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

① ホウ素      ② 窒素      ③ ケイ素      ④ 銀      ⑤ 臭素

（2） 次の元素のうち、アルカリ土類金属に属するものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

① リチウム      ② 白金      ③ カルシウム  
④ チタン      ⑤ 亜鉛

問2 化学結合について、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 水分子  $\text{H}_2\text{O}$  ができるときには、O原子とH原子が  を互いに供与しあうことによって共有結合が形成される。一方、 $\text{H}_2\text{O}$  に水素イオン  $\text{H}^+$  が結合してオキソニウムイオン  $\text{H}_3\text{O}^+$  ができるときには、 $\text{H}_2\text{O}$  のO原子がもつ非共有電子対が  $\text{H}^+$  に一方的に供与される。このときできる結合を特に  結合という。 結合を含むイオンには  $\text{H}_3\text{O}^+$  のほかに  などがある。空欄  ～  に適する語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>
①	不対電子	イオン	アンモニウムイオン
②	不対電子	イオン	水酸化物イオン
③	不対電子	配位	アンモニウムイオン
④	不対電子	配位	水酸化物イオン
⑤	共有電子対	イオン	アンモニウムイオン
⑥	共有電子対	イオン	水酸化物イオン
⑦	共有電子対	配位	アンモニウムイオン
⑧	共有電子対	配位	水酸化物イオン

- (2) 結晶の電気伝導性に関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ダイヤモンドの結晶は、ほとんど電気を通さない。
- ② 黒鉛の結晶は、結合に関与していない価電子が結晶内を移動することで電気を通す。
- ③ 二酸化ケイ素の結晶は、電気を通す。
- ④ 塩化カリウムの結晶は、水に溶かすとイオンが自由に動けるようになることで電気を通す。
- ⑤ ヨウ素の結晶は、電気を通さない。

(3) 次の原子のうち、原子価が最も大きいものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

5

- ① 水素      ② 炭素      ③ 窒素      ④ 酸素      ⑤ リン

問3 物質について、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 次のa～cの数量について、値の大きい順番に並べたもの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。 6

- a 水1 molに含まれる水素原子の数  
b 硫酸1 molに含まれる硫酸イオンの数  
c 塩化カルシウム1 molが完全に電離して生じるイオンの総数

- ①  $a > b > c$       ②  $a > c > b$       ③  $b > a > c$   
④  $b > c > a$       ⑤  $c > a > b$       ⑥  $c > b > a$

(2) 不純物を含まない $\text{FeSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ を加熱してすべて $\text{FeSO}_4$ にしたところ、質量はもとの54.7%となった。 $n$ の値として最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、 $\text{FeSO}_4$ の式量は152とする。 7

- ① 4      ② 5      ③ 6      ④ 7      ⑤ 8

問4 pHについて、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 25℃において、強酸の水溶液を純水でどれだけ薄めてもpHが7よりも大きくなることはない。その理由として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

8

- ① 強酸の電離度がほぼ1であるため。  
② 水分子の間に水素結合が生じるため。  
③ 水の密度が4℃で最大となるため。  
④ 水の電離によって $\text{H}^+$ がわずかに生じるため。  
⑤ H原子の多くが中性子をもたないため。

(2) 次の身のまわりの水溶液のうち、最も pH が小さいものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① レモン汁                      ② 炭酸水                      ③ セッケン水  
④ 牛乳                              ⑤ 木灰をといた水

問5 酸化剤と還元剤について、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 硫酸酸性下において、二クロム酸カリウム水溶液に過酸化水素水を加えると、二クロム酸カリウムが酸化剤として作用し、溶液の色は  色から  色へと変化する。また、この反応では、気体である  が生成する。空欄  ～  に適する語と物質の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>
①	黄	緑	水素
②	黄	緑	酸素
③	黄	青紫	水素
④	黄	青紫	酸素
⑤	橙赤	緑	水素
⑥	橙赤	緑	酸素
⑦	橙赤	青紫	水素
⑧	橙赤	青紫	酸素

(2) 次の物質のうち、酸化剤としては作用せず、還元剤としてのみ作用するものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ナトリウム                      ② 希硝酸                      ③ 濃硝酸  
④ 二酸化硫黄                      ⑤ 過マンガン酸カリウム

【Ⅱ】 次の問い（問1～問3）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

問1 金属元素の原子どうしが  によって結びついた結合を金属結合といい、金属結合でできた結晶を金属結晶という。金属の単体を化学式で表すときには  を用いる。

金属結晶の単位格子として代表的なものに、図1に示す  や図2に示す  がある。図1の金属結晶の単位格子において、単位格子に含まれる原子の数は  ，配位数は  である。また、図1の単位格子の一辺の長さを  $l$  とすると、最も近い位置にある原子間の距離は  と表される。次の(1)～(5)に答えよ。

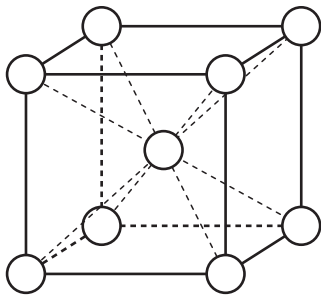


図1

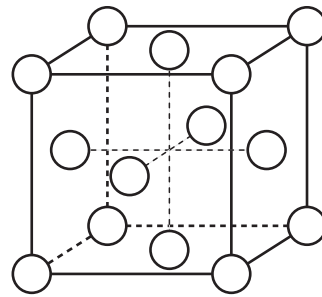


図2

(1) 空欄  ，  に適する語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。

次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	ファンデルワールス力	分子式
②	ファンデルワールス力	組成式
③	自由電子	分子式
④	自由電子	組成式

(2) 空欄  ,  に適する語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。

次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>
①	面心立方格子	体心立方格子
②	面心立方格子	六方最密構造
③	体心立方格子	面心立方格子
④	体心立方格子	六方最密構造
⑤	六方最密構造	面心立方格子
⑥	六方最密構造	体心立方格子

(3) 空欄  ~  に適する数値または式の組み合わせとして最も適当なもの

はどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="E"/>	<input type="text" value="F"/>	<input type="text" value="G"/>
①	2	8	$\frac{\sqrt{3}}{4}l$
②	2	8	$\frac{\sqrt{3}}{2}l$
③	2	12	$\frac{\sqrt{3}}{4}l$
④	2	12	$\frac{\sqrt{3}}{2}l$
⑤	4	8	$\frac{\sqrt{3}}{4}l$
⑥	4	8	$\frac{\sqrt{3}}{2}l$
⑦	4	12	$\frac{\sqrt{3}}{4}l$
⑧	4	12	$\frac{\sqrt{3}}{2}l$

(4) ある金属 X の結晶は図 2 に示す単位格子であり，その単位格子の体積は  $5.88 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ ，密度は  $12.0 \text{ g/cm}^3$  である。この金属 X の原子量はいくらか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 26.0                      ② 53.0                      ③ 106                      ④ 159                      ⑤ 212

(5) 次の金属の単体のうち，最も融点が低いものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① カリウム                      ② セシウム                      ③ ナトリウム  
④ リチウム                      ⑤ ルビジウム

問 2 断面積が一定で左右対称の U 字管の中央を半透膜で仕切り，一方には純水 500 mL を，他方には  $0.300 \text{ mol/L}$  のグルコース  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  水溶液 500 mL を入れ， $27^\circ\text{C}$  で十分な時間放置したところ， 分子が半透膜を通じて  側から  側へ移動することで，液面差が  $h$  となった。この状態から温度を  $57^\circ\text{C}$  に上げると，液面差は 。また，純水側に  $0.0500 \text{ mol}$  のグルコースを加えると，液面差は 。次の (1) ～ (4) に答えよ。

(1) 空欄  ～  に適する語または物質の組み合わせとして最も適当なもののはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>
①	グルコース	グルコース水溶液	純水
②	グルコース	純水	グルコース水溶液
③	水	グルコース水溶液	純水
④	水	純水	グルコース水溶液

- (2) 空欄  ,  に適する語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。  
 次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="D"/>	<input type="text" value="E"/>
①	変わらない	大きくなる
②	変わらない	小さくなる
③	小さくなる	大きくなる
④	小さくなる	小さくなる
⑤	大きくなる	大きくなる
⑥	大きくなる	小さくなる

- (3) 次の水溶液のうち、0.300 mol/L のグルコース水溶液と同じ浸透圧を示す水溶液はどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、電解質は水溶液中で完全に電離するものとする。

- ① 0.100 mol/L の尿素  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  水溶液
- ② 0.150 mol/L の塩化カリウム  $\text{KCl}$  水溶液
- ③ 0.200 mol/L のスクロース  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  水溶液
- ④ 0.300 mol/L の塩化バリウム  $\text{BaCl}_2$  水溶液
- ⑤ 0.600 mol/L の塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  水溶液

- (4) 次の操作のうち、半透膜を用いて溶液から純溶媒を得る操作として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 逆浸透
- ② 透析
- ③ 電気泳動
- ④ 抽出
- ⑤ クロマトグラフィー

問3 地球上に存在する気体は無色のものが多いが、色の塩素や色の二酸化窒素など、有色のものもいくつか存在する。次の(1)～(4)に答えよ。

- (1) 空欄, に適する語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。  
次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	赤褐	黄緑
②	赤褐	淡青
③	黄緑	赤褐
④	黄緑	淡青
⑤	淡青	黄緑
⑥	淡青	赤褐

- (2) 塩素に関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 下方置換法で捕集する。
- ② 湿ったヨウ化カリウムデンプン紙を青くすることができる。
- ③ 水に溶かした溶液は酸性を示す。
- ④ 水に溶かすと次亜塩素酸が生じる。
- ⑤ アンモニアと接触させると、白煙が生じる。

- (3) 二酸化窒素の製法として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 亜硝酸アンモニウム水溶液を加熱する。
- ② 硝酸アンモニウムに水酸化カルシウムを加えて加熱する。
- ③ 銅に希硝酸を加える。
- ④ 銀に濃硝酸を加える。
- ⑤ アンモニアと二酸化炭素を高温高压で反応させる。

(4) 常温では、二酸化窒素の一部は四酸化二窒素となり平衡状態になる。温度、圧力一定の容器にある量の二酸化窒素を封入してしばらく放置すると平衡状態となり、容器の体積は二酸化窒素を封入した直後の 80.0 % に減少した。封入した二酸化窒素のうち、四酸化二窒素に変化した割合は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。  %

- ① 20.0      ② 40.0      ③ 50.0      ④ 60.0      ⑤ 80.0

【Ⅲ】 次の問い（問1～問3）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

問1 化学反応におけるエンタルピー変化にはいくつか種類がある。例えば、物質1 molがその成分元素の  から生成するときの反応エンタルピーを生成エンタルピー、物質1 molが完全燃焼するときの反応エンタルピーを燃焼エンタルピーという。また、物質1 molが蒸発して液体から  になるときの反応エンタルピーを蒸発エンタルピーという。次の(1)～(4)に答えよ。

(1) 空欄  ,  に適する語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	イオン	固体
②	イオン	気体
③	原子	固体
④	原子	気体
⑤	単体	固体
⑥	単体	気体

(2) 反応エンタルピーに関する記述のうち、誤りを含むものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 反応物よりも生成物のエンタルピーが大きくなる反応は吸熱反応である。
- ② 結合エネルギーは必ず負の値をとる。
- ③ 蒸発エンタルピーは必ず正の値をとる。
- ④ 黒鉛の燃焼エンタルピーと二酸化炭素の生成エンタルピーは等しい。
- ⑤ 水素の燃焼エンタルピーと水（液体）の生成エンタルピーは等しい。

(3) メタンとプロパンの混合気体 X がある。この混合気体 X を完全燃焼させたところ、400 kJ の熱が発生すると同時に、二酸化炭素が 22.0 g 生成した。混合気体 X に含まれるメタンとプロパンの物質質量比 (メタン : プロパン) はいくつか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、メタンの燃焼エンタルピーは  $-890 \text{ kJ/mol}$ 、プロパンの燃焼エンタルピーは  $-2220 \text{ kJ/mol}$  とする。

- ① 1 : 2                      ② 1 : 3                      ③ 2 : 3  
④ 2 : 1                      ⑤ 3 : 1                      ⑥ 3 : 2

(4) ナフタレン (固体)  $\text{C}_{10}\text{H}_8$  の燃焼エンタルピーは  $-5166 \text{ kJ/mol}$  である。ナフタレン (固体) の生成エンタルピーは何  $\text{kJ/mol}$  か。最も適当な数値を、次の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、水素の燃焼エンタルピーは  $-286 \text{ kJ/mol}$ 、黒鉛の燃焼エンタルピーは  $-394 \text{ kJ/mol}$  であり、完全燃焼によって生じる水はすべて液体であるものとする。   $\text{kJ/mol}$

- ①  $-1062$                       ②  $-730$                       ③  $-82$   
④  $82$                           ⑤  $730$                       ⑥  $1062$

問2 電池には、電池のように充電できない一次電池と、電池のように充電によって繰り返し使用することができる二次電池があるが、そのほかにも外部から水素と酸素を供給し続けることで使用し続けることができる燃料電池がある。

負極活物質に水素，正極活物質に酸素，電解液にリン酸水溶液を用いた燃料電池を考える。燃料電池では，負極で水素 1 mol あたり電子  mol を放出して外部回路を通り，正極で酸素 1 mol あたり電子  mol を受け取る。次の(1)～(4)に答えよ。

- (1) 空欄 ， に適する語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>
①	鉛蓄	リチウムイオン
②	鉛蓄	リチウム
③	ニッケル-カドミウム	リチウムイオン
④	ニッケル-カドミウム	リチウム
⑤	酸化銀	リチウムイオン
⑥	酸化銀	リチウム

- (2) 空欄 ， に適する数値の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>
①	2	2
②	2	4
③	2	8
④	4	2
⑤	4	4
⑥	4	8

(3) 燃料電池において、水素 200 L を完全に反応させるために必要な酸素の体積は何 L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、気体の体積はすべて 0 °C,  $1.013 \times 10^5$  Pa におけるものとする。  L

- ① 40.0                      ② 50.0                      ③ 100  
 ④ 150                        ⑤ 200                      ⑥ 400

(4) 電解液をリン酸水溶液から水酸化カリウム水溶液に変えた場合、負極で水素 1 mol あたりが放出する電子の物質量は 。また、正極で酸素 1 mol あたりが受け取る電子の物質量は 。空欄 ,  に適する語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="E"/>	<input type="text" value="F"/>
①	増加する	増加する
②	増加する	変わらない
③	減少する	増加する
④	減少する	変わらない
⑤	変わらない	増加する
⑥	変わらない	変わらない

問3 酢酸を水に溶かすと、一部が電離して、次のような電離平衡が成立する。



一方、酢酸ナトリウムを水に溶かすと、完全に電離する。



酢酸水溶液に酢酸ナトリウムを溶かすと、酢酸の電離平衡は  に移動する。

25℃において、酢酸と酢酸ナトリウムの混合水溶液に少量の塩酸を加えると、水溶液中の  と反応するため、水溶液中の水素イオン  $\text{H}^+$  はほとんど増加しない。また、少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、水溶液中の  と反応するため、水溶液中の水酸化物イオン  $\text{OH}^-$  はほとんど増加しない。そのため、水溶液の pH もほとんど変化しない。このような性質をもつ水溶液を緩衝液という。次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) 空欄  ～  に適する語または化学式の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="A"/>	<input type="text" value="B"/>	<input type="text" value="C"/>
①	右	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$
②	右	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{Na}^+$
③	右	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
④	右	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{Na}^+$
⑤	左	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-$
⑥	左	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{Na}^+$
⑦	左	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
⑧	左	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$\text{Na}^+$

(2) 25℃において、酢酸  $2.00 \times 10^{-2}$  mol と酢酸ナトリウム  $1.00 \times 10^{-2}$  mol を水に溶かして全量を 100 mL にした水溶液がある。この水溶液の水素イオン濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、酢酸の電離定数  $K_a$  は  $2.70 \times 10^{-5}$  mol/L とする。  mol/L

- ①  $1.35 \times 10^{-6}$                       ②  $2.70 \times 10^{-6}$                       ③  $5.40 \times 10^{-6}$   
④  $1.35 \times 10^{-5}$                       ⑤  $2.70 \times 10^{-5}$                       ⑥  $5.40 \times 10^{-5}$

(3) 25℃において、酢酸  $2.00 \times 10^{-2}$  mol と酢酸ナトリウム  $1.00 \times 10^{-2}$  mol を水に溶かして全量を 100 mL にした水溶液がある。この水溶液に純水を加えて体積を 1.00 L にした。水溶液の pH はどれだけ変化するか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、酢酸の電離定数  $K_a$  は  $2.70 \times 10^{-5}$  mol/L とする。

- ① 約 1 大きくなる。                      ② 約 0.5 大きくなる。                      ③ ほぼ変わらない。  
④ 約 0.5 小さくなる。                      ⑤ 約 1 小さくなる。





- (2) 空欄  ,  に適する記号または語の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="C"/>	<input type="text" value="D"/>
①	R	中性
②	R	必須
③	$\alpha$	中性
④	$\alpha$	必須
⑤	$\beta$	中性
⑥	$\beta$	必須

- (3) 次のアミノ酸のうち、不斉炭素原子をもたないものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① グリシン                      ② アラニン                      ③ フェニルアラニン  
④ グルタミン酸                ⑤ システイン

- (4) チロシンの等電点は5.7, リシンの等電点は9.7である。チロシンとリシンを含む水溶液を pH9.7 に調整したとき、水溶液中のチロシンとリシンのイオンで最も割合の多いものの組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	チロシン	リシン
①	陽イオン	陽イオン
②	陽イオン	双性イオン
③	陽イオン	陰イオン
④	陰イオン	陽イオン
⑤	陰イオン	双性イオン
⑥	陰イオン	陰イオン

- (5) タンパク質は特有の呈色反応を示す。2つ以上のペプチド結合をもつペプチドやタンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色になる呈色反応はどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

10

- |               |            |
|---------------|------------|
| ① キサントプロテイン反応 | ② ニンヒドリン反応 |
| ③ カップリング反応    | ④ ヨードホルム反応 |
| ⑤ ビウレット反応     |            |

「化学」の試験問題は、ここまです。

# 生物

問題は55ページまで、【I】～【IV】まであります。

【I】 遺伝子操作に関する次の文章 (A, B) を読み、下の問い (問1～問8) に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

A

大腸菌にヒトなど他の生物由来の遺伝子を導入すれば、<sup>(a)</sup>他の生物のタンパク質を合成させることが可能である。その際には、遺伝子導入の  としてプラスミドが用いられることが多い。その際、<sup>(b)</sup>制限酵素を用いて導入する遺伝子を含む DNA 断片を切り出したり、プラスミドの環状構造を切断したりする場合がある。制限酵素は、DNA の特定の塩基配列を認識した上で切断する酵素である。表1は、遺伝子組換えでよく用いられる4種類の制限酵素の認識塩基配列と、その切断様式を示したものである。

制限酵素で開環させたプラスミドに、制限酵素で切断した DNA 断片を結合させる際には、 が用いられる。 は、生体内においては細胞周期の  期に、合成された短い DNA 断片から  を形成する過程で用いられる。

表1

制限酵素の種類	認識塩基配列と切断様式
制限酵素1	$  \begin{array}{l}  5' - \text{GATC} - 3' \\  3' - \text{CTAG} - 5'  \end{array}  $
制限酵素2	$  \begin{array}{l}  5' - \text{GGCC} - 3' \\  3' - \text{CCGG} - 5'  \end{array}  $
制限酵素3	$  \begin{array}{l}  5' - \text{GATCC} - 3' \\  3' - \text{CTAGG} - 5'  \end{array}  $
制限酵素4	$  \begin{array}{l}  5' - \text{GAATTC} - 3' \\  3' - \text{CTTAAG} - 5'  \end{array}  $

..... の位置で切断される。

問1 文章中の空欄  に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① プライマー                      ② ベクター                      ③ エンハンサー  
④ リプレッサー                      ⑤ プロモーター

問2 文章中の空欄  ～  に入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べ。

-      -      -

- ① G<sub>0</sub>                                  ② 岡崎フラグメント                      ③ DNA リガーゼ  
④ S                                      ⑤ リーディング鎖                      ⑥ DNA ポリメラーゼ  
⑦ DNA ヘリカーゼ                      ⑧ M                                      ⑨ ラギング鎖

問3 下線部 (a) に関して、実際に大腸菌を利用して合成されているヒト由来のタンパク質として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 鉱質コルチコイド                      ② 糖質コルチコイド                      ③ グリコーゲン  
④ アセチルコリン                      ⑤ インスリン

問4 下線部 (b) に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① ほとんどの真核細胞が自然免疫に利用する。  
② 原核細胞が、外来の DNA を破壊することに利用する。  
③ ある種のウイルスに由来する。  
④ 生体内では、転写の際に利用される酵素である。  
⑤ 生体内では、翻訳の際に利用される酵素である。

問5 表1に関して、次の(1)、(2)に答えよ。

(1) 表1の制限酵素1～4に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 制限酵素1で切断したDNAは、再度他のDNAと結合できない。
- ② 制限酵素2でDNAを切断すると、どのような制限酵素で切断したDNAとも結合できる。
- ③ 制限酵素4で切断したDNA断片どうしは、結合できない。
- ④ 制限酵素1で切断したDNAと制限酵素3で切断したDNAは、結合できる。
- ⑤ 制限酵素3で切断したDNAと制限酵素4で切断したDNAは、結合できる。

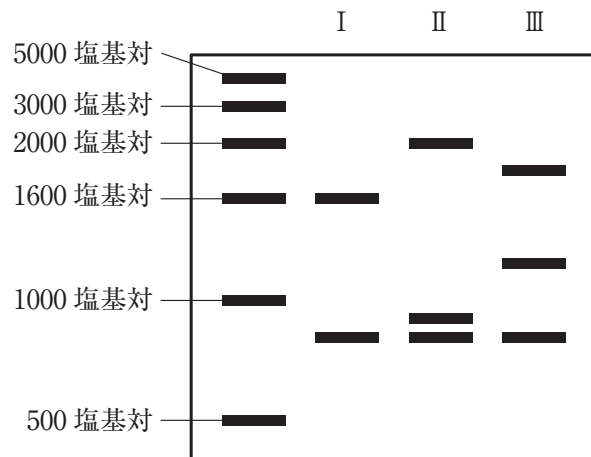
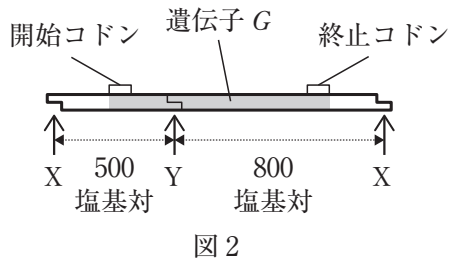
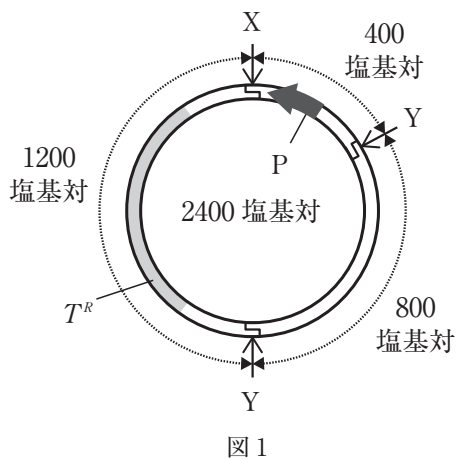
(2) ある生物のゲノムDNA中には、A、T、G、Cの4種類の塩基が同じ割合でランダムに含まれているものとする。この生物のゲノムDNAを、表1の制限酵素1で切断した場合に得られるDNA断片の平均の長さは、制限酵素3で切断した場合に得られるDNA断片の平均の長さと比較して変化すると考えられる。この長さの変化に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ①  $\frac{1}{4}$  程度に短くなる。
- ②  $\frac{1}{16}$  程度に短くなる。
- ③  $\frac{1}{256}$  程度に短くなる。
- ④ 4倍程度に長くなる。
- ⑤ 16倍程度に長くなる。
- ⑥ 256倍程度に長くなる。

B

図1に全長が2400塩基対から構成されるプラスミドを示す。このプラスミドには、制限酵素Xの認識塩基配列（1か所）と制限酵素Yの認識塩基配列（2か所）が図1の矢印の位置に存在しており、抗生物質Tに対する耐性を与える遺伝子 $T^R$ が含まれている。図2は大腸菌へ導入しようとしている1300塩基対から構成されるDNA断片で、両端が制限酵素Xで切断された状態である。このDNA断片中には、大腸菌体内で発現させるための加工を施したヒトの遺伝子Gに由来する塩基配列と制限酵素Yの認識塩基配列（1か所）が存在している。図に示す以外の場所に、制限酵素XとYの認識塩基配列は存在しない。なお、遺伝子 $T^R$ は常時発現しているが、遺伝子Gは図1のPの位置にあるプロモーターの下流に位置した時のみ発現する。

図1に示したプラスミドを制限酵素Xで切断し、この位置に図2のDNA断片を挿入する処置を行った。このようなプラスミドを大腸菌に導入する操作を施し、抗生物質Tを含む培地上に操作後の大腸菌を塗布して培養したところ、いくつかのコロニーが出現した。それぞれのコロニーを構成する大腸菌からプラスミドを精製し、制限酵素Yを作用させてから電気泳動でDNAを分離すると図3のようにI～IIIの3タイプの結果が得られた。一番左側の結果は、長さが分かっているDNA断片を電気泳動した結果である。



問6 下線部 (c) の遺伝子  $G$  の特徴として正しいものは、次の (i) ~ (iii) のうちのどれか。

下の①~⑦のうちから一つ選べ。

(i) イントロン部分だけがつながれている。

(ii) エキソン部分をもたない。

(iii) mRNA をもとに合成されている。

① (i) のみ      ② (ii) のみ      ③ (iii) のみ      ④ (i), (ii)

⑤ (i), (iii)      ⑥ (ii), (iii)      ⑦ (i), (ii), (iii)

問7 下線部 (d) の原理や特徴に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。 

10
----

- ① DNA は水溶液中では負の電荷をもつため、電圧をかけると陽極の方向へ移動する。その際、長い DNA ほどゲル中を速く移動していく。
- ② DNA は水溶液中では負の電荷をもつため、電圧をかけると陽極の方向へ移動する。その際、短い DNA ほどゲル中を速く移動していく。
- ③ DNA は水溶液中では負の電荷をもつため、電圧をかけると陰極の方向へ移動する。その際、長い DNA ほどゲル中を速く移動していく。
- ④ DNA は水溶液中では負の電荷をもつため、電圧をかけると陰極の方向へ移動する。その際、短い DNA ほどゲル中を速く移動していく。
- ⑤ DNA は水溶液中では正の電荷をもつため、電圧をかけると陽極の方向へ移動する。その際、長い DNA ほどゲル中を速く移動していく。
- ⑥ DNA は水溶液中では正の電荷をもつため、電圧をかけると陽極の方向へ移動する。その際、短い DNA ほどゲル中を速く移動していく。
- ⑦ DNA は水溶液中では正の電荷をもつため、電圧をかけると陰極の方向へ移動する。その際、長い DNA ほどゲル中を速く移動していく。
- ⑧ DNA は水溶液中では正の電荷をもつため、電圧をかけると陰極の方向へ移動する。その際、短い DNA ほどゲル中を速く移動していく。



【Ⅱ】 被子植物の生殖と発生に関する次の文章（A, B）を読み，下の問い（問1～問6）に答えよ。〔解答番号  ～  〕

A

被子植物では，生殖器官である花で配偶子が形成される。雄しべの  内では，減数分裂<sup>(a)</sup>によって1つの花粉母細胞から  が生じ，  の各々の細胞から  つの花粉が生じる。花粉は大きな細胞と小さな  の2つの細胞からなり，  はさらに分裂して2つの精細胞となる。一方，雌しべの胚珠内では，減数分裂によって1つの  から  つの大きな細胞が生じ，この大きな細胞から胚のうが生じる。胚のうには，1個の卵細胞，  個の助細胞，2個の極核をもつ1個の中央細胞，  個の反足細胞が含まれる。

問1 文章中の空欄  ～  に入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べ。

-        -        -   
 -

- |                   |         |                   |
|-------------------|---------|-------------------|
| ① 蒴 <sup>さく</sup> | ② 花粉管細胞 | ③ 花粉四分子           |
| ④ 精原細胞            | ⑤ 精母細胞  | ⑥ 胚のう母細胞          |
| ⑦ 胚のう細胞           | ⑧ 雄原細胞  | ⑨ 葯 <sup>やく</sup> |

問2 文章中の空欄  ～  に入る数値の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="あ"/>	<input type="text" value="い"/>	<input type="text" value="う"/>	<input type="text" value="え"/>
①	1	1	2	3
②	1	1	3	2
③	1	2	2	3
④	1	2	3	2
⑤	2	1	2	3
⑥	2	1	3	2
⑦	2	2	2	3
⑧	2	2	3	2

問3 下線部 (a) について、次の (1), (2) に答えよ。

(1) 減数分裂の一般的な特徴に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

- ① 生じる4個の細胞のうち2つは必ず同じ遺伝情報をもっている。
- ② 第一分裂の前後で核相は半減する。
- ③ 第二分裂の前後で核相は半減する。
- ④ 第一分裂の前期にDNAが複製される。
- ⑤ 第一分裂と第二分裂の間では細胞質分裂は起こらない。
- ⑥ 第二分裂前期に染色体の乗換えが起こり、遺伝子の組換えが起こる。

(2) 図1は被子植物の減数分裂を含む過程における核あたりのDNA量（相対値）の変化を示している。このような変化を経て生じる図中の細胞1，2の組み合わせとして最も適当なものはどれか。下の①～⑨のうちから一つ選べ。 7

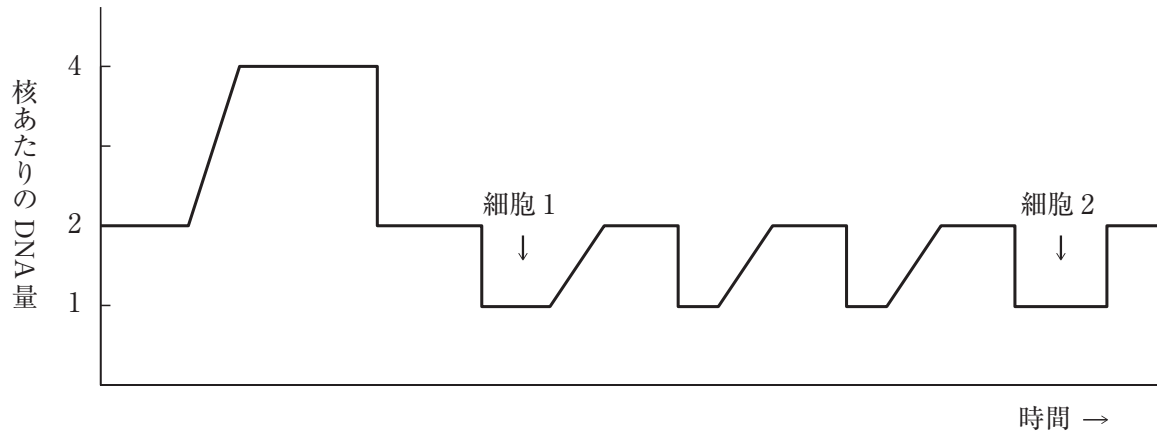


図1

	細胞1	細胞2
①	花粉細胞	精細胞
②	花粉細胞	中央細胞
③	花粉細胞	卵細胞
④	胚のう細胞	精細胞
⑤	胚のう細胞	中央細胞
⑥	胚のう細胞	卵細胞
⑦	胚のう母細胞	精細胞
⑧	胚のう母細胞	中央細胞
⑨	胚のう母細胞	卵細胞

B

被子植物の胚のうに生じた卵細胞と花粉管に生じた精細胞は受精して受精卵となり、それが胚になる。一方、極核をもつ中央細胞と精細胞は受精して胚乳細胞（胚乳核をもつ細胞）となり、胚乳が形成される。このような受精は重複受精とよばれ、被子植物に特有である。

被子植物の種子が成熟する過程で、受精卵は細胞分裂して胚柄と胚（胚球）に分化し、このうち胚柄は後に退化する。胚はさらに子葉、幼芽、胚軸、幼根に分化する。被子植物では、種子は果実に包まれており、果実の果皮は一般にめしべの子房壁、種子は 、種皮は  が変化したものである。種子のうち、胚乳に発芽のための養分を蓄えている種子を有胚乳種子といい、胚乳が退化して  に養分を蓄えている種子を無胚乳種子<sub>(b)</sub>という。

問4 文章中の空欄 、 に入る語句として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

-   -

- |      |       |       |
|------|-------|-------|
| ① 花弁 | ② 受精卵 | ③ 珠皮  |
| ④ 柱頭 | ⑤ 胚珠  | ⑥ 胚のう |

問5 文章中の空欄  に入る種子の部位の名称と、下線部 (b) の無胚乳種子をもつ植物名の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。

	<input type="text" value="キ"/>	植物名
①	子葉	カキ
②	子葉	ダイズ
③	子葉	トウモロコシ
④	胚軸	イネ
⑤	胚軸	インゲンマメ
⑥	胚軸	ヒマワリ
⑦	幼根	アブラナ
⑧	幼根	エンドウ
⑨	幼根	コムギ

問6 次の(1), (2)に答えよ。

- (1) 遺伝子型  $Aa$  のある被子植物が胚のうを形成したとする。このとき、1個の胚のうに含まれる卵細胞の核、および中央細胞の2個の極核の遺伝子型として、次のク～スの遺伝子型のうち、生じるものを過不足なく選んだ組み合わせとして最も適当なものはどれか。下の①～⑦のうちから一つ選べ。 11

	卵細胞の核	中央細胞の極核
ク	$A$	$A$ と $A$
ケ	$A$	$A$ と $a$
コ	$A$	$a$ と $a$
サ	$a$	$A$ と $A$
シ	$a$	$A$ と $a$
ス	$a$	$a$ と $a$

- ① すべて生じうる                      ② ク, ケ, シ, ス                      ③ ク, コ, サ, ス  
 ④ ケ, コ, サ, シ                      ⑤ ク, ス                                  ⑥ コ, サ  
 ⑦ 生じうるものはない

- (2) 遺伝子型  $Aa$  のある被子植物が自家受精によって種子を生じたとき、種子の胚の遺伝子型の分離比と、胚乳の遺伝子型の分離比の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。 12

	胚 $AA : Aa : aa =$	胚乳 $AAA : AAa : Aaa : aaa =$
①	1 : 2 : 1	1 : 3 : 3 : 1
②	1 : 2 : 1	1 : 1 : 1 : 1
③	1 : 2 : 1	1 : 0 : 0 : 1
④	1 : 1 : 0	1 : 3 : 3 : 1
⑤	1 : 1 : 0	1 : 1 : 1 : 1
⑥	1 : 1 : 0	1 : 0 : 0 : 1
⑦	0 : 1 : 1	1 : 3 : 3 : 1
⑧	0 : 1 : 1	1 : 1 : 1 : 1
⑨	0 : 1 : 1	1 : 0 : 0 : 1

【Ⅲ】 異化に関する次の文章を読み、下の問い（問1～問5）に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

18世紀のフランスの化学者であるラボアジェは「呼吸はゆっくりとした燃焼である」と唱えた。呼吸、燃焼はともに、有機物が酸素を消費しながら、水と二酸化炭素に分解されてエネルギーが放出される反応であることは共通であり、本質的には同じ現象である。しかし、燃焼では反応が急激に起こり、放出されたエネルギーがすべて  エネルギーと  エネルギーとなるのに対し、呼吸では段階的に分解され、放出されたエネルギーの一部が<sup>(a)</sup>ATP合成に使われ、残りのエネルギーは  エネルギーとなって放出される。

例えば、1モルのグルコースが完全酸化されると686 kcalのエネルギーが放出されるが、<sup>(c)</sup>どの程度をATPに蓄えることができるかは代謝によって異なる。呼吸では、1モルのグルコースから最大38モルのATPが生じるのに対し、<sup>(d)</sup>発酵では2モルのATPしか生じない。これは、発酵では酸素が用いられないため、有機物が完全酸化されないからである。発酵は、 が行うアルコール発酵や、乳酸菌が行う乳酸発酵などに分けることができる。

問1 文章中の空欄  ～  に入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べ。

-      -      -

- |       |        |       |
|-------|--------|-------|
| ① 活性化 | ② 根粒菌  | ③ 大腸菌 |
| ④ 電気  | ⑤ 光    | ⑥ 化学  |
| ⑦ 酵母  | ⑧ 硝化細菌 | ⑨ 熱   |

問2 下線部 (a) について、呼吸の過程は、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系の三つにわけることができる。これについて、次の (1)、(2) に答えよ。

- (1) 酸素が直接消費される過程と、二酸化炭素が発生する過程の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。

	酸素が直接消費される過程	二酸化炭素が発生する過程
①	解糖系	解糖系
②	解糖系	クエン酸回路
③	解糖系	電子伝達系
④	クエン酸回路	解糖系
⑤	クエン酸回路	クエン酸回路
⑥	クエン酸回路	電子伝達系
⑦	電子伝達系	解糖系
⑧	電子伝達系	クエン酸回路
⑨	電子伝達系	電子伝達系

- (2) 1分子のグルコースが呼吸で分解された場合、各過程で合成される ATP 量の関係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。

- ① 解糖系 > クエン酸回路 > 電子伝達系
- ② クエン酸回路 > 電子伝達系 > 解糖系
- ③ 解糖系 > クエン酸回路 = 電子伝達系
- ④ クエン酸回路 = 解糖系 > 電子伝達系
- ⑤ 電子伝達系 > 解糖系 = クエン酸回路
- ⑥ 電子伝達系 = クエン酸回路 > 解糖系

問3 下線部 (b) について、図1にATPの構造を示す。これについて、次の(1)～(3)に答えよ。

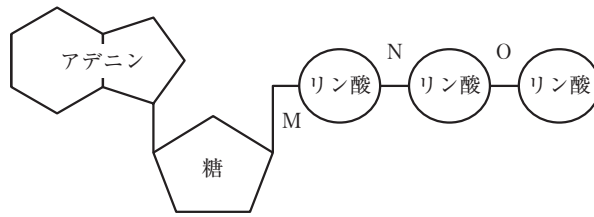


図1

(1) ATPに含まれる糖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。

6

- ① フルクトース                      ② デオキシリボース                      ③ ガラクトース  
 ④ セルロース                      ⑤ リボース                      ⑥ スクロース

(2) M～Oの結合のうち、高エネルギーリン酸結合をすべて選んだものとして最も適当なものはどれか。次の①～⑦のうちから一つ選べ。

7

- ① M                      ② N                      ③ O                      ④ MとN  
 ⑤ MとO                      ⑥ NとO                      ⑦ MとNとO

(3) ATPに関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

8

- ① 肝臓で合成されたATPは、血液の流れによって筋肉や脳へと運ばれる。  
 ② 水分子がアクアポリンを通過する際にはATPが必要である。  
 ③ 細胞内で合成されたATPは、細胞外で消費される。  
 ④ ATPはタンパク質合成の際にも利用される。  
 ⑤ 酵素が化学反応を促進させる際には必ずATPが必要である。

問4 下線部 (c) について、1モルのグルコースが呼吸で分解されたとする。この時に放出されたエネルギーのうち、ATPに蓄えることができたエネルギーの割合（エネルギー効率）として最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし、1モルのADPからATPが合成されると7.3 kcalが蓄えられ、最大数のATPが合成されたものとする。

9

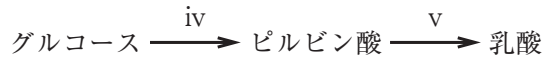
- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| ① 10 % | ② 20 % | ③ 30 % |
| ④ 40 % | ⑤ 50 % | ⑥ 60 % |
| ⑦ 70 % | ⑧ 80 % | ⑨ 90 % |

問5 下線部 (d) について、以下にアルコール発酵と乳酸発酵の反応過程を簡潔に示す。これについて、次の(1)～(3)に答えよ。

アルコール発酵



乳酸発酵



(1) i～vの過程のうち、ATPの合成が起きる過程をすべて選んだものとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。 10

- |               |               |                |
|---------------|---------------|----------------|
| ① i と iv      | ② i と v       | ③ ii と iv      |
| ④ ii と v      | ⑤ iii と iv    | ⑥ iii と v      |
| ⑦ i と ii と iv | ⑧ i と iii と v | ⑨ ii と iii と v |

(2) i～vの過程のうち、二酸化炭素の発生が起きる過程をすべて選んだものとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選べ。 11

- |           |            |           |
|-----------|------------|-----------|
| ① i       | ② ii       | ③ iii     |
| ④ iv      | ⑤ v        | ⑥ i と v   |
| ⑦ ii と iv | ⑧ iii と iv | ⑨ iii と v |

(3) アルコール発酵と乳酸発酵に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。 

12
----

- ① 乳酸発酵における ATP 合成を酸化的リン酸化という。
- ② 1つの細胞内で発酵と呼吸が同時に起きることはない。
- ③ アルコール発酵と乳酸発酵は共にサイトゾル（細胞質基質）で起きる反応である。
- ④ 筋細胞で起きる解糖はアルコール発酵と全く同じものである。
- ⑤ 発酵の過程は、活性化エネルギーを低下させる酵素を必要としない反応である。

【IV】 個体群と生物群集に関する次の文章 (A, B) を読み, 下の問い (問1～問9) に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

A

えさ場にさまざまな大きさのハトの群れをつくり, そこにタカを放して攻撃させたところ, 図1に示すようにハトの個体数 (群れの大きさ) とタカの攻撃の成功率の間には負の相関関係が見られた。また, 図2に示すように群れの大きさとハトがタカを見つけて逃避行動をとったときのタカとの距離 (反応距離) の間には正の相関関係が見られた。

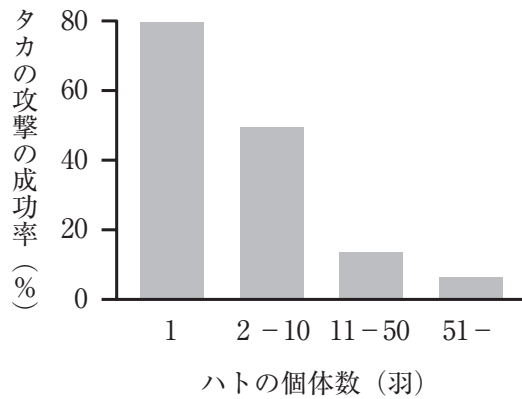


図1

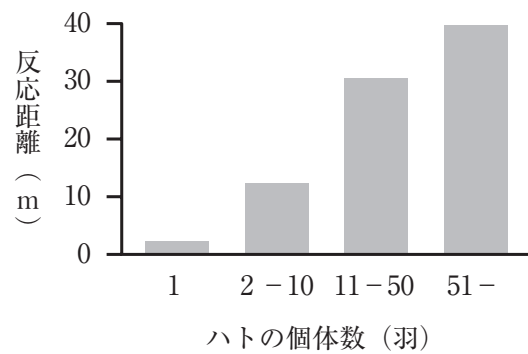


図2

次に最適な群れの大きさを調べてみることにした。ハトの主な3つの行動に費やす時間と群れの大きさの関係を調べたところ図3のようになった。

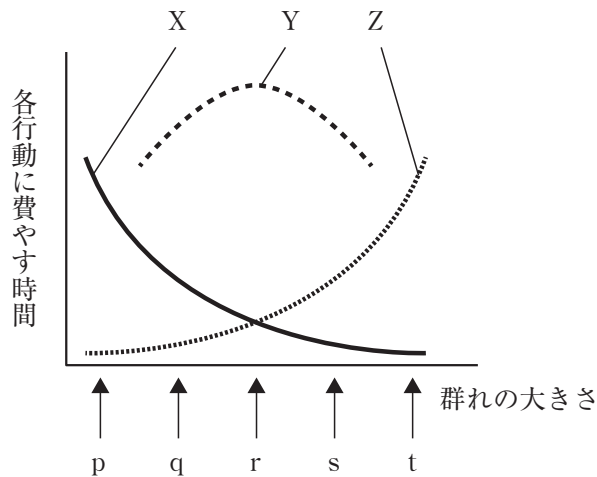


図3

問1 タカがハトを捕食する場合、生態系内におけるタカの役割として最も適当なものはどれか。

次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 分解者                      ② 生産者                      ③ 一次消費者                      ④ 二次消費者

問2 タカがハトを捕食することでハトの過剰増加を防いでいる地域で、その地域の生態系のバランスが保たれているとする。このような地域でのタカの役割として最も適当なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① バイオニア種                      ② 優占種  
③ キーストーン種                      ④ 生態的同位種

問3 図1と図2に示す実験結果から推察されること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。

- ① 群れが小さいほど、タカがハトを発見できなくなり、タカがハトの群れを攻撃する回数が減る。  
② 群れが小さいほど、ハトはタカが近づくまで気づくことができず、タカの攻撃が成功する確率が高まる。  
③ 群れが小さいほど、タカの攻撃回数が増え、ハトの数が減るので群れの大きさはさらに小さくなる。  
④ 群れが大きいほど、個々のハトがタカの攻撃を警戒する時間が増え、タカ以外の天敵に対する警戒心も高まる。  
⑤ 群れが大きいほど、タカの攻撃の成功率が下がるので、タカが一度に捕獲するハトの数は増える。  
⑥ 群れが大きいほど、遠くからでもタカはハトの群れを見つけ、タカの攻撃の成功率は上がる。

問4 下線部 (a) について、主な3つの行動とは、摂食行動、えさをめぐる争い行動（争い行動）、捕食者への警戒行動（警戒行動）である。図3のX～Zで示される行動の組み合わせとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選べ。

	X	Y	Z
①	摂食行動	争い行動	警戒行動
②	摂食行動	警戒行動	争い行動
③	争い行動	摂食行動	警戒行動
④	争い行動	警戒行動	摂食行動
⑤	警戒行動	摂食行動	争い行動
⑥	警戒行動	争い行動	摂食行動

問5 図3に示すp～tのうち、最適な群れの大きさとして最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① p                      ② q                      ③ r                      ④ s                      ⑤ t

問6 次の文章は、捕食者であるタカの数が増加したときのハトの最適な群れの大きさがどのように変化するかを説明したものである。文章中の空欄  ,  に入る語句の組み合わせとして最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選べ。

捕食者であるタカの数が増加するとハトの警戒行動に必要な時間が  。その結果、ハトの最適な群れの大きさは  。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>
①	増加する	大きくなる
②	増加する	変化しない
③	増加する	小さくなる
④	減少する	大きくなる
⑤	減少する	変化しない
⑥	減少する	小さくなる

B

表1は生物2種の間での相互作用を分類したものである。この表では共存する各々の種が、単独生活のときに比べ個体群の増加において有利になる場合には+、不利になる場合には-、まったく影響がない場合には0で表している。

表1

相互作用の型	種 A	種 B
中立	0	0
ウ	-	-
エ	+	+
オ	+	0
カ	+	-
寄生	+	-

問7 表1中の空欄  ~  に入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べ。

-      -      -   
 -

- |         |         |        |
|---------|---------|--------|
| ① 種内競争  | ② 片利共生  | ③ 間接効果 |
| ④ 捕食・被食 | ⑤ アリー効果 | ⑥ 種間競争 |
| ⑦ 相利共生  | ⑧ 密度効果  | ⑨ 共同繁殖 |

問8 表1について、相互作用の型にある中立と寄生の例として最も適当なものはどれか。次の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

中立 -     寄生 -

- |             |                 |
|-------------|-----------------|
| ① カクレウオとナマコ | ② ヤマメとイワナ       |
| ③ ヒトとシラミ    | ④ バッタとチョウ       |
| ⑤ マメ科植物と根粒菌 | ⑥ ゾウリムシとヒメゾウリムシ |

問9 表1に示した以外にも自然界には擬態という現象がある。次の文章は、有毒な種（モデル）とそれに似た無毒な種（擬態者）の2種間の相互作用についての説明である。文章中の空欄  ～  に入る語句の組み合わせとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選べ。

捕食者はモデルを捕食することで学習し、忌避行動を示すようになる。その結果、擬態者の得られる利益は  する。擬態者の個体数が増加してくると捕食者の学習機会が減少していき、モデルの得られる利益は  し、擬態者の得られる利益は  する。

	<input type="text" value="キ"/>	<input type="text" value="ク"/>	<input type="text" value="ケ"/>
①	減少	減少	減少
②	減少	減少	増加
③	減少	増加	減少
④	減少	増加	増加
⑤	増加	減少	減少
⑥	増加	減少	増加
⑦	増加	増加	減少
⑧	増加	増加	増加

「生物」の試験問題は、ここまでです。

解答上の注意

1. 解答番号  ,  ,  , …には, 特に指示がない限り, 選択肢の数字 (①~⑩) がそれぞれ一つだけ入ります。

例1  ,  ,  に, それぞれ⑤, ⑧, ③と答えたいとき

1	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
2	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
3	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

2. 一つの解答欄に適切な解答番号を複数個選ぶ場合とすべて選ぶ場合, 1行に該当番号をマークすること。

例2 適切な解答を二つ選ぶ問題において, その解答番号  に適切な選択肢④, ⑤と答えたいとき

4	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

例3 適切な解答を選択肢のなかからすべて選ぶ問題において, その解答番号  に②, ③, ④と答えたいとき

12	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---