

# 理 科

( 8 0 分 )

## 【物理・化学・生物】

※ 3科目の中から、2科目を選んで解答してください。

※ 1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

### I 試験全体に関する注意

1. 係員の許可なしに、部屋の外に出ることはできません。
2. この問題冊子を持ち帰ることはできません。

### II 問題冊子に関する注意

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見ないでください。
2. 試験開始の合図があったら、下の欄に、受験番号と名前を、受験票と同じように記入してください。
3. 各科目の問題は、以下のページにあります。

| 科目 | ページ     |
|----|---------|
| 物理 | 1 ～ 21  |
| 化学 | 23 ～ 37 |
| 生物 | 39 ～ 55 |

4. 足りないページがあったら、手をあげて知らせてください。
5. 問題冊子には、メモや計算などを書いてもいいです。

### III 解答用紙に関する注意

1. 解答は、解答用紙に鉛筆（HB）で記入してください。
2. 各問題には、その解答を記入する行の番号 **1**, **2**, **3**, ...がついています。解答は、解答用紙（マークシート）の対応する解答欄にマークしてください。
3. 解答用紙に書いてある注意事項も必ず読んでください。

※ 試験開始の合図があったら、必ず受験番号と名前を記入してください。

|         |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|---|--|--|--|--|---|--|--|--|--|--|--|
| 受 験 番 号 |  |  | * |  |  |  |  | * |  |  |  |  |  |  |
| 名 前     |  |  |   |  |  |  |  |   |  |  |  |  |  |  |



# 物理

## 「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」,「化学」,「生物」がありますので,この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち, 1科目を解答用紙の表面に解答し, もう1科目を裏面に解答してください。

「物理」を解答する場合は, 右のように, 解答用紙にある「解答科目」の「物理」を○で囲み, その下のマーク欄をマークしてください。

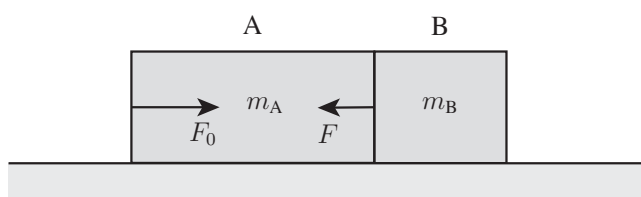
科目が正しくマークされていないと, 採点されません。

< 解答用紙記入例 >

| 解答科目 Subject  |                 |               |
|---------------|-----------------|---------------|
| 物理<br>Physics | 化学<br>Chemistry | 生物<br>Biology |
| ●             | ○               | ○             |

**I** 次の問い **A** (問1), **B** (問2), **C** (問3), **D** (問4), **E** (問5), **F** (問6) に答えなさい。ただし、重力加速度の大きさを  $g$  とし、空気の抵抗は無視できるものとする。

**A** なめらかな水平面上に質量  $m_A$  の物体 **A** と質量  $m_B$  の物体 **B** が接触して置かれている。次の図のように、**A** に水平方向右向きに大きさ  $F_0$  の力を加えたところ、**A** と **B** は一体となって等加速度運動を始めた。このとき、**A** が **B** から受ける水平方向の力の大きさを  $F$  とする。

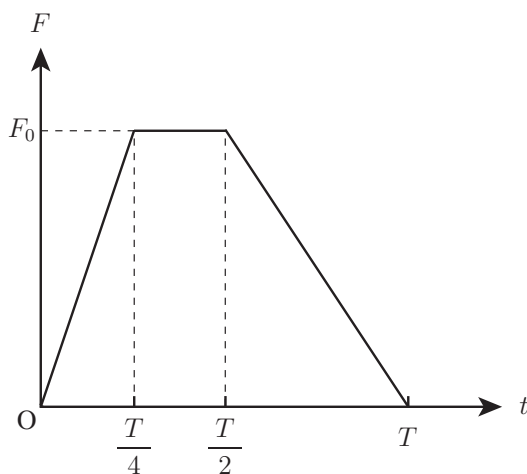


問1  $\frac{F}{F_0}$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**1**

- ①  $\frac{m_A}{m_A + m_B}$       ②  $\frac{m_B}{m_A + m_B}$       ③  $\frac{m_A + m_B}{m_A}$       ④  $\frac{m_A + m_B}{m_B}$

- B** なめらかな水平面上に静止している質量  $m$  の小物体に、時刻  $t = 0$  から  $t = T$  の間、水平方向の力が作用した。力の向きは一定で、力の大きさ  $F$  は時刻  $t$  とともに変化していた。次の図は、力の大きさ  $F$  と時刻  $t$  の関係を示したグラフである。時刻  $t = T$  における小物体の速さを  $v_T$  とする。



- 問2  $v_T$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

①  $\frac{F_0 T}{4m}$

②  $\frac{3F_0 T}{8m}$

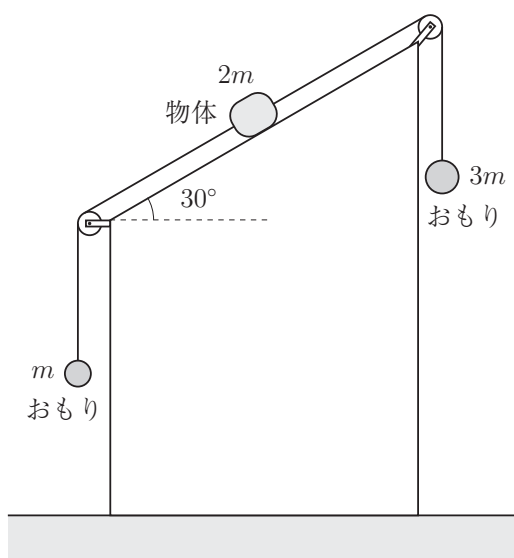
③  $\frac{F_0 T}{2m}$

④  $\frac{5F_0 T}{8m}$

⑤  $\frac{3F_0 T}{4m}$

⑥  $\frac{7F_0 T}{8m}$

- C** 次の図のように、水平面とのなす角が  $30^\circ$  のなめらかな斜面を上面に持つ台が水平な床の上に固定され、その斜面の両端には定滑車が付いている。斜面上に質量  $2m$  の物体を置き手で固定し、物体の両端に糸を付け、糸が斜面と平行になるようにして、質量  $m$  のおもりを低い方の定滑車にかけてつるし、質量  $3m$  のおもりを高い方の定滑車にかけてつるした。物体から静かに手をはなしたところ、物体は加速度の大きさ  $a$  の等加速度運動を始めた。糸は軽くて伸び縮みをせず、定滑車は軽くてなめらかに回転するものとする。



- 問3  $a$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

|   |
|---|
| 3 |
|---|

①  $\frac{g}{12}$

②  $\frac{g}{6}$

③  $\frac{g}{4}$

④  $\frac{g}{3}$

⑤  $\frac{g}{2}$

⑥  $\frac{2g}{3}$

- D** 図1のように、なめらかで水平な床の同一直線上で、質量  $1.0 \text{ kg}$  の小物体 A が右向きに速さ  $2.0 \text{ m/s}$  で運動し、質量  $1.0 \text{ kg}$  の小物体 B が右向きに速さ  $1.0 \text{ m/s}$  で運動している。A と B は衝突し、その後、図2のように、A は右向きに速さ  $v_A$  で運動し、B は右向きに速さ  $v_B$  で運動した。A と B の間の反発係数を  $e$  とする。 $e$  の値が  $0 \leq e \leq 1$  の範囲にあることから、 $v_A$  もある最小値以上、ある最大値以下の範囲にあることがわかる。

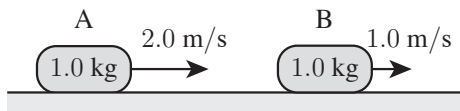


図 1

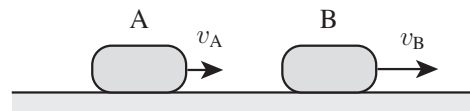


図 2

- 問 4  $v_A$  の最小値は何  $\text{m/s}$  か。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

 $\text{m/s}$ 

- ① 0                      ② 0.50                      ③ 1.0                      ④ 1.5                      ⑤ 2.0

**E** 図1のように、なめらかな水平面上に、ばねと小物体が置かれている。ばねは自然長で、その一端は壁に固定され、他端には小物体が接している。図2のように、小物体を押し、ばねを自然長から長さ  $L$  だけ縮ませ、静かに手をはなしたところ、小物体は水平面上を運動した。ばねが自然長から長さ  $x$  だけ縮んでいるときの小物体の運動エネルギーを  $K(x)$  とする。

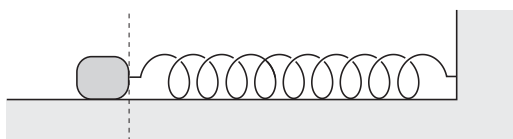


図 1

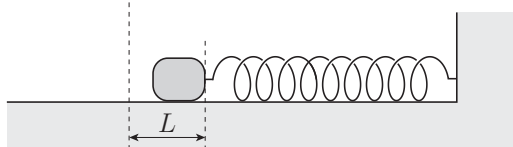
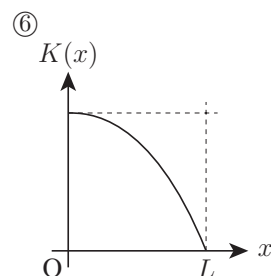
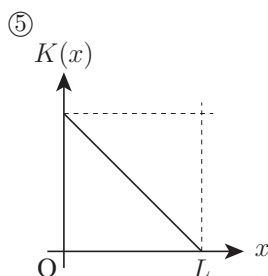
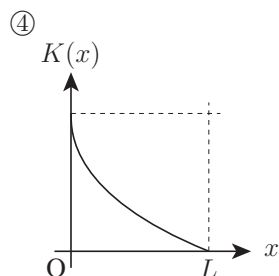
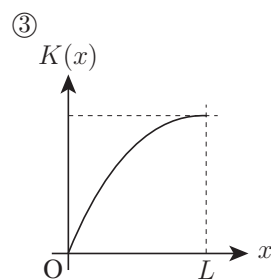
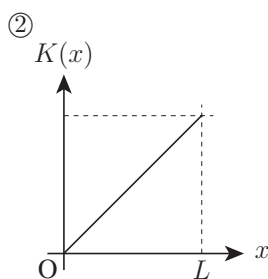
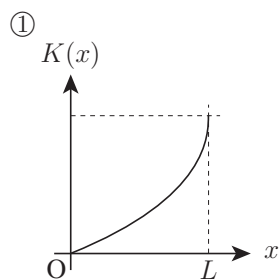


図 2

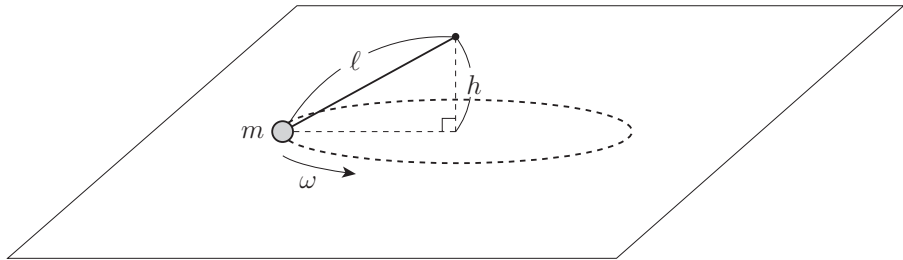
問5  $K(x)$  と  $x$  の関係を表すグラフとして、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

5





**F** 次の図のように、なめらかで水平な床から高さ  $h$  の位置に長さ  $\ell$  ( $> h$ ) の伸び縮みしない軽い糸の一端を固定し、他端に質量  $m$  の小物体を付けた。糸が張った状態で、小物体は水平な床の上を角速度  $\omega$  で等速円運動している。このときの糸の張力を  $S$  とする。



問6  $S$  はどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

|   |
|---|
| 6 |
|---|

①  $mh\omega^2$

②  $m\ell\omega^2$

③  $m\sqrt{\ell^2 - h^2}\omega^2$

④  $\frac{mh^2\omega^2}{\ell}$

⑤  $\frac{m\ell^2\omega^2}{h}$

⑥  $\frac{m(\ell^2 - h^2)\omega^2}{\ell}$

**Ⅱ**

次の問い **A** (問 1), **B** (問 2), **C** (問 3) に答えなさい。

**A**  $20^{\circ}\text{C}$  の水  $120\text{ g}$  に  $-10^{\circ}\text{C}$  の氷  $40\text{ g}$  を入れたところ, じゅうぶん時間がたった後,  $0^{\circ}\text{C}$  の水と氷になった。水の比熱を  $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ , 氷の比熱を  $2.1\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ , 氷の融解熱を  $3.3 \times 10^2\text{ J/g}$  とし, 外部との熱の出入りはないものとする。

問 1 残った氷は何  $\text{g}$  か。最も適当な値を, 次の①～⑦の中から一つ選びなさい。

**7**  $\text{g}$

①  $8.0$

②  $12$

③  $16$

④  $20$

⑤  $24$

⑥  $28$

⑦  $32$

**B** 一定量の理想気体が，圧力  $p_0$ ，体積  $V_0$ ，絶対温度  $T_0$  の状態から，圧力を一定に保ったまま絶対温度  $T$  ( $> T_0$ ) の状態に変化した。このとき理想気体が外部からされた仕事を  $W$  とする。

問2  $W$  はどのように表されるか。正しいものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

|   |
|---|
| 8 |
|---|

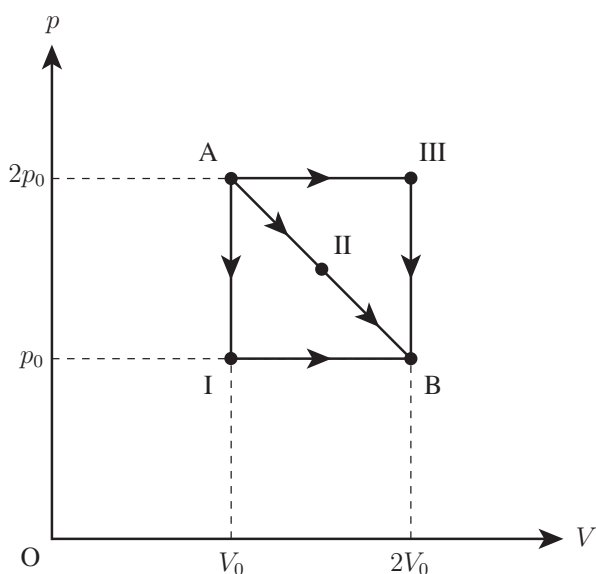
①  $\frac{p_0 V_0 (T_0 - T)}{T_0}$

②  $\frac{p_0 V_0 (T - T_0)}{T_0}$

③  $\frac{p_0 V_0 (T_0 - T)}{T}$

④  $\frac{p_0 V_0 (T - T_0)}{T}$

**C** 一定量の理想気体の状態を，次の  $p$ - $V$  図のように，状態 A から状態 B まで，3つの異なる状態 I, II, III を通る3つの変化をさせた。状態 I を通る変化で気体が吸収した熱量を  $Q_I$ ，状態 II を通る変化で気体が吸収した熱量を  $Q_{II}$ ，状態 III を通る変化で気体が吸収した熱量を  $Q_{III}$  とする。



問3  $Q_I$ ,  $Q_{II}$ ,  $Q_{III}$  の大小関係はどうなるか。正しいものを，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

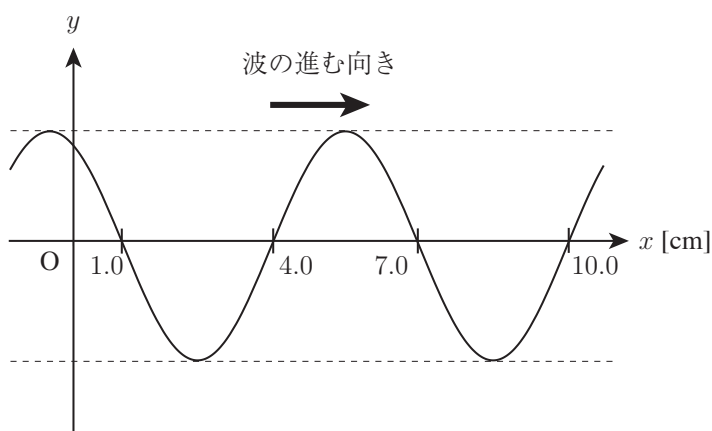
9

- ①  $Q_I < Q_{II} < Q_{III}$       ②  $Q_{III} < Q_{II} < Q_I$       ③  $Q_I = Q_{III} < Q_{II}$
- ④  $Q_{II} < Q_I = Q_{III}$       ⑤  $Q_I = Q_{II} = Q_{III}$

## Ⅲ

次の問い **A** (問 1), **B** (問 2), **C** (問 3) に答えなさい。

- A**  $x$  軸上を正の向きに進む振動数  $10\text{ Hz}$  の正弦波がある。次の図は、時刻  $t = 0\text{ s}$  での媒質の変位  $y$  と位置  $x$  の関係を示したグラフである。 $t = 0\text{ s}$  以降の時刻で、 $x = 10.0\text{ cm}$  の位置での変位  $y$  の値が正で最大となる最初の時刻を  $t_1$  とする。



問 1  $t_1$  は何 s か。最も適当な値を、次の①～④の中から一つ選びなさい。

**10** s

- ①  $2.5 \times 10^{-2}$       ②  $5.0 \times 10^{-2}$       ③  $7.5 \times 10^{-2}$       ④  $1.0 \times 10^{-1}$

**B** 線密度の異なる2つの弦AとBが張られている。AとBの長さはともに $a$ で等しい。それぞれの張力を調整し、2つの弦の基本振動数を一致させた。次に、Aの長さを $a$ から変えずに張力を $s$ 倍に変え、Bの張力を変えずに長さを $b$ に変えたところ、2つの弦の基本振動数が一致した。それぞれの弦の線密度は変化しないものとする。弦を伝わる波の速さは、弦の張力の $\frac{1}{2}$ 乗に比例し、弦の線密度の $-\frac{1}{2}$ 乗に比例するものとする。

問2  $s$ はどのように表されるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

|    |
|----|
| 11 |
|----|

①  $\sqrt{\frac{b}{a}}$

②  $\frac{b}{a}$

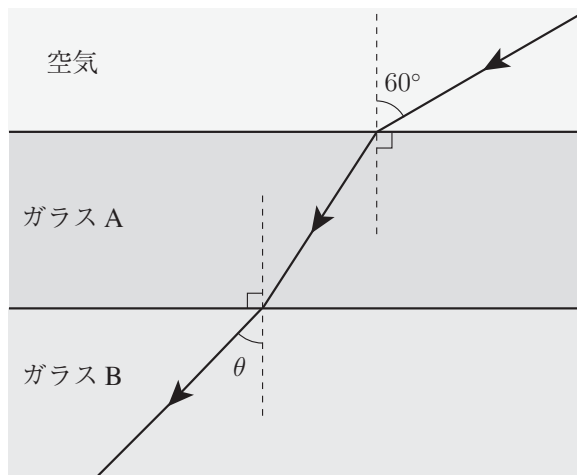
③  $\frac{b^2}{a^2}$

④  $\sqrt{\frac{a}{b}}$

⑤  $\frac{a}{b}$

⑥  $\frac{a^2}{b^2}$

- C** 次の図のように、空気、ガラス A、ガラス B が平行な境界面で接している。空気の絶対屈折率を 1.0、ガラス A の絶対屈折率を 1.7、ガラス B の絶対屈折率を 1.5 とする。空気中からガラス A に入射角  $60^\circ$  で光を入射させたところ、光はガラス A からガラス B へと屈折角  $\theta$  で進んだ。

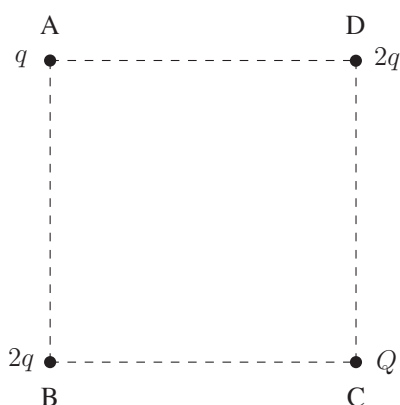


問 3  $\sin \theta$  の値はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。 **12**

- ① 0.17      ② 0.29      ③ 0.33      ④ 0.58      ⑤ 0.88

**IV** 次の問い **A** (問 1), **B** (問 2), **C** (問 3), **D** (問 4), **E** (問 5), **F** (問 6) に答えなさい。

**A** 次の図のように, 正方形  $ABCD$  の頂点  $A$  に電気量  $q$  ( $> 0$ ) の点電荷を, 頂点  $B$  に電気量  $2q$  の点電荷を, 頂点  $D$  に電気量  $2q$  の点電荷をそれぞれ固定した。さらに, 頂点  $C$  に電気量  $Q$  の点電荷を固定したところ, 頂点  $A$  に固定した点電荷が受ける静電気力の大きさが  $0$  になった。



問 1  $\frac{Q}{q}$  はいくらか。正しい値を, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**13**

①  $\sqrt{2}$

②  $2\sqrt{2}$

③  $4\sqrt{2}$

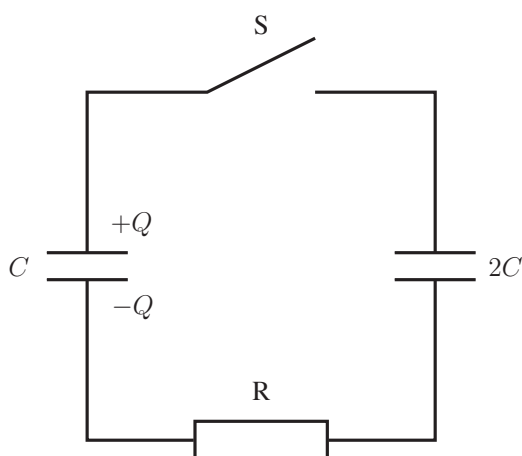
④  $-\sqrt{2}$

⑤  $-2\sqrt{2}$

⑥  $-4\sqrt{2}$



**B** 次の図のように，抵抗  $R$  と電気容量  $C$  のコンデンサー，電気容量  $2C$  のコンデンサー，スイッチ  $S$  を接続した。最初， $S$  は開いていて，電気容量  $C$  のコンデンサーには電気量  $Q$  の電荷が蓄えられていて，電気容量  $2C$  のコンデンサーには電荷が蓄えられていなかった。次に， $S$  を閉じたところ  $R$  に電流が流れ始めた。じゅうぶん時間がたった後， $R$  に電流が流れなくなった。



問2  $S$  を閉じてから  $R$  に電流が流れなくなるまでの間に， $R$  で発生するジュール熱はどのように表されるか。最も適当なものを，次の①～④の中から一つ選びなさい。

14

①  $\frac{Q^2}{6C}$

②  $\frac{Q^2}{4C}$

③  $\frac{Q^2}{3C}$

④  $\frac{Q^2}{2C}$

**C** 抵抗値の等しい3つの抵抗と電池を，図1のように接続したところ，3つの抵抗の消費電力の合計は $P_1$ であった。次に，同じ3つの抵抗と電池を，図2のように接続したところ，3つの抵抗の消費電力の合計は $P_2$ であった。電池の内部抵抗は無視できるものとする。

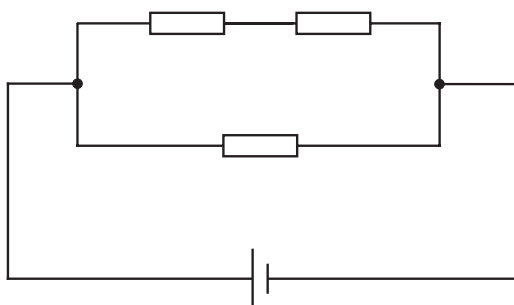


図1

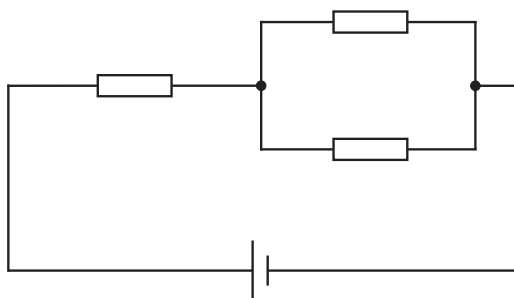


図2

問3  $\frac{P_1}{P_2}$  はいくらか。正しい値を，次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

15

①  $\frac{4}{9}$

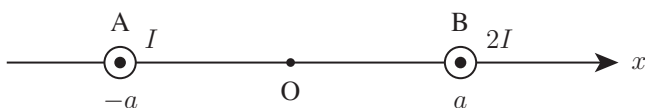
②  $\frac{2}{3}$

③ 1

④  $\frac{3}{2}$

⑤  $\frac{9}{4}$

- D** 次の図のように、じゅうぶんに長い2本の直線導線が紙面内の  $x$  軸上の点 A ( $x = -a$ ) と点 B ( $x = a$ ) を紙面に垂直に通っている ( $a > 0$ )。A を通る導線に紙面の裏から表に向かう向きに大きさ  $I$  の電流を流し、B を通る導線に紙面の裏から表に向かう向きに大きさ  $2I$  の電流を流したところ、 $x$  軸上の  $x = d$  の位置で磁場の大きさが 0 になった。

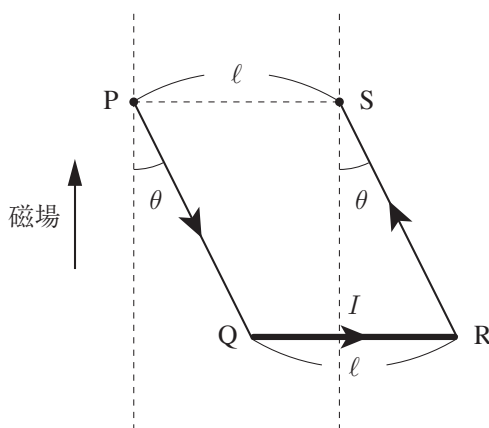


- 問 4  $\frac{d}{a}$  はいくらか。正しい値を、次の①～⑧の中から一つ選びなさい。

16

- |                 |                 |                  |                  |
|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| ① $-3$          | ② $-2$          | ③ $-\frac{1}{2}$ | ④ $-\frac{1}{3}$ |
| ⑤ $\frac{1}{3}$ | ⑥ $\frac{1}{2}$ | ⑦ $2$            | ⑧ $3$            |

**E** 次の図のように、質量  $m$ 、長さ  $\ell$  の導体棒  $QR$  の両端  $Q$  と  $R$  に、質量の無視できる等しい長さの 2 本の導線の一端をそれぞれつないだ。  $Q$  につないだ導線の他端を端子  $P$  につなぎ、  $R$  につないだ導線の他端を端子  $S$  につなぎ、  $QR$  が水平になるようにつるした。  $P$  と  $S$  は、水平方向に距離  $\ell$  離れた位置に固定されている。鉛直上向きの一様な磁場の中で、導線と導体棒に  $P \rightarrow Q \rightarrow R \rightarrow S$  の向きに大きさ  $I$  の電流を流したところ、導線は直線を保ち、導線が鉛直下向きと角度  $\theta$  をなす位置で導体棒が静止した。重力加速度の大きさを  $g$  とする。



問5 磁場の磁束密度の大きさはどのように表されるか。正しいものを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

17

①  $\frac{mg \sin \theta}{I \ell}$

②  $\frac{mg \cos \theta}{I \ell}$

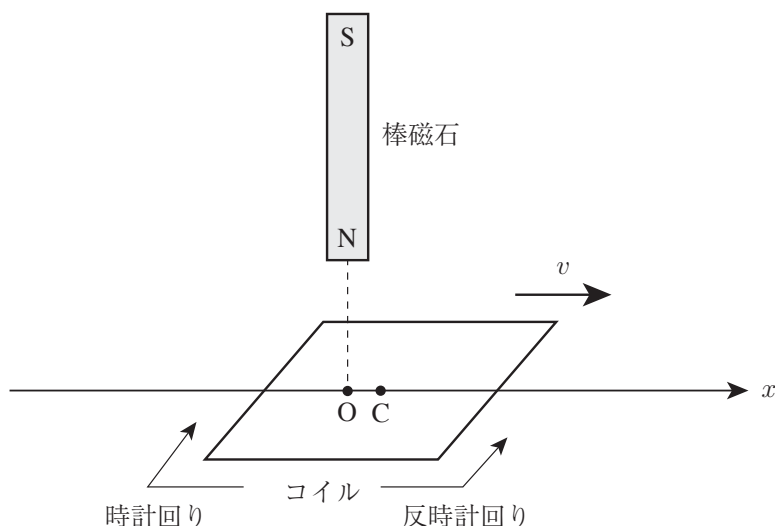
③  $\frac{mg \tan \theta}{I \ell}$

④  $\frac{mg}{I \ell \sin \theta}$

⑤  $\frac{mg}{I \ell \cos \theta}$

⑥  $\frac{mg}{I \ell \tan \theta}$

**F** 次の図のように、水平な床の上方に、棒磁石をN極が鉛直下向きになるように固定した。磁石の真下の床上の点をOとする。床上にOを原点とする $x$ 軸をとる。正方形のコイルを、2辺が $x$ 軸に平行になり、中心Cが $x$ 軸上にくるように床上に置き、 $x$ 軸の正の向きに一定の速さ $v$ で動かす。図のように、CがOの近くでOから離れていくとき、コイルにある向きに誘導電流 $I$ が流れ、コイルは棒磁石の作る磁場からある向きに力 $\vec{F}$ を受けた。



問6  $I$ の向きは、図に示した時計回りか、反時計回りか。また、 $\vec{F}$ の向きはどうなるか。正しい組み合わせを、次の①～④の中から一つ選びなさい。

18

|               | ①          | ②          | ③          | ④          |
|---------------|------------|------------|------------|------------|
| $I$ の向き       | 時計回り       | 時計回り       | 反時計回り      | 反時計回り      |
| $\vec{F}$ の向き | $x$ 軸の正の向き | $x$ 軸の負の向き | $x$ 軸の正の向き | $x$ 軸の負の向き |

**V** 次の問い **A** (問 1) に答えなさい。

**A** 原子核  ${}_{92}^{235}\text{U}$  が 1 個の中性子を吸収し,  ${}_{54}^{140}\text{Xe}$  と  ${}_{38}^{94}\text{Sr}$  に核分裂した。

問 1 この核分裂反応で放出される中性子の数はいくつか。正しい値を, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**19**

① 0

② 1

③ 2

④ 3

⑤ 4

物理の問題はこれで終わりです。解答欄の **20** ～ **75** はマークしないでください。  
解答用紙の科目欄に「物理」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。





# 化学

## 「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から2科目を選んで解答してください。選んだ2科目のうち、1科目を解答用紙の表面に解答し、もう1科目を裏面に解答してください。

「化学」を解答する場合は、右のように、解答用紙にある「解答科目」の「化学」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

**科目が正しくマークされていないと、採点されません。**

<解答用紙記入例>

| 解答科目 Subject   |                  |                |
|----------------|------------------|----------------|
| 物 理<br>Physics | 化 学<br>Chemistry | 生 物<br>Biology |
| ○              | ●                | ○              |

計算には次の数値を用いること。また、体積の単位リットル (liter) は L で表す。

標準状態 (standard state) :  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  (1 atm)

標準状態における理想気体 (ideal gas) のモル体積 (molar volume) :  $22.4 \text{ L/mol}$

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

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

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

原子量 (atomic weight) : H : 1.0 C : 12 O : 16 Mg : 24 Br : 80

この試験における元素 (element) の族 (group) と周期 (period) の関係は下の周期表 (periodic table) の通りである。ただし、H 以外の元素記号は省略してある。

| 族 \ 周期 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1      | H |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 3      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 5      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

問 1 物質の構成粒子 (constituent particle) に関する次の記述①～⑤において, **A** 欄の数に対応する数値を **B** 欄に示してある。このうち, **B** 欄の数値が誤っているものを一つ選びなさい。

1

|   | <b>A</b>                                  | <b>B</b> |
|---|-------------------------------------------|----------|
| ① | 水素イオン $\text{H}^+$ の電子 (electron) の数      | 0        |
| ② | He 原子の陽子 (proton) の数                      | 2        |
| ③ | Na 原子の M 殻 (M shell) に入っている電子の数           | 2        |
| ④ | C 原子の価電子 (valence electron) の数            | 4        |
| ⑤ | $^{37}_{17}\text{Cl}$ 原子の中性子 (neutron) の数 | 20       |

問 2 次の①～⑤の分子またはイオン (ion) のうち, 最も多くの共有電子対 (shared electron pair) をもつものを, 一つ選びなさい。

2

- ① アンモニア (ammonia)
- ② 窒素 (nitrogen)
- ③ 硫化水素 (hydrogen sulfide)
- ④ オキシニウムイオン (oxonium ion)
- ⑤ アンモニウムイオン (ammonium ion)

問3 次の化合物①～⑤のうち、分子が平面構造 (planar structure) をとらないものを、一つ選びなさい。

3

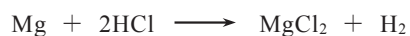
- ① ベンゼン (benzene)
- ② 水 (water)
- ③ ナフタレン (naphthalene)
- ④ アンモニア (ammonia)
- ⑤ ホルムアルデヒド (formaldehyde)

問4 二酸化炭素  $\text{CO}_2$ 、二酸化ケイ素  $\text{SiO}_2$ 、酸化カルシウム  $\text{CaO}$  が固体状態にあるとき、それぞれの結晶 (crystal) の分類として正しいものを、下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

4

|   | 二酸化炭素                    | 二酸化ケイ素                       | 酸化カルシウム                     |
|---|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| ① | イオン結晶<br>(ionic crystal) | 共有結合 (covalent bond) の<br>結晶 | 分子結晶<br>(molecular crystal) |
| ② | イオン結晶                    | 分子結晶                         | 共有結合の結晶                     |
| ③ | 共有結合の結晶                  | イオン結晶                        | 分子結晶                        |
| ④ | 共有結合の結晶                  | 分子結晶                         | イオン結晶                       |
| ⑤ | 分子結晶                     | イオン結晶                        | 共有結合の結晶                     |
| ⑥ | 分子結晶                     | 共有結合の結晶                      | イオン結晶                       |

問5 マグネシウム  $\text{Mg}$  が塩酸  $\text{HCl aq}$  と反応すると、次式のように水素  $\text{H}_2$  が発生する。



さまざまな量のマグネシウムに、ある濃度の塩酸 4.0 mL を反応させたところ、発生した水素の 20 °C,  $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  での体積は、次表のようになった。

|               |       |       |       |       |       |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| マグネシウムの質量 [g] | 0.018 | 0.037 | 0.052 | 0.070 | 0.085 |
| 水素の体積 [mL]    | 18    | 37    | 48    | 48    | 48    |

ただし、水素は水に溶けず、気体 1.00 mol は 24.0 L を占めるものとする。

この実験で反応するマグネシウムの最大質量 [g] と、用いた塩酸の濃度 [mol/L] の正しい組み合わせを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**5**

|   | マグネシウムの最大質量 [g] | 塩酸の濃度 [mol/L] |
|---|-----------------|---------------|
| ① | 0.048           | 0.25          |
| ② | 0.048           | 0.50          |
| ③ | 0.048           | 1.0           |
| ④ | 0.051           | 0.25          |
| ⑤ | 0.051           | 0.50          |
| ⑥ | 0.051           | 1.0           |

問6 体積を変えられる密閉容器 (closed container) に、水素  $\text{H}_2$  を  $1.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$  と酸素  $\text{O}_2$  を  $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$  入れて点火した。水素は完全に反応して、容器内に水滴が生じた。一定温度  $33^\circ\text{C}$  で、容器の体積を少しずつ大きくしていくと、容器内のすべての水  $\text{H}_2\text{O}$  が水蒸気 (water vapor) となった。そのときの容器の体積は何 L か。最も近い値を、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。ただし、 $33^\circ\text{C}$  での水の蒸気圧 (vapor pressure) は  $5.0 \times 10^3 \text{ Pa}$  とする。

**6** L

- ① 0.50      ② 0.75      ③ 1.0      ④ 1.5      ⑤ 2.0

問 7 次の記述 **a**, **b** の両方にあてはまる塩を, 下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**1**

**a** 2 価 (divalent) の酸 (acid) と 1 価 (monovalent) の塩基 (base) から生じた塩である。

**b** 水溶液の pH は 7 より大きい。

- ① 塩化バリウム (barium chloride)
- ② 炭酸ナトリウム (sodium carbonate)
- ③ 硫酸アンモニウム (ammonium sulfate)
- ④ 酢酸ナトリウム (sodium acetate)
- ⑤ 硝酸カルシウム (calcium nitrate)
- ⑥ 硫酸カリウム (potassium sulfate)

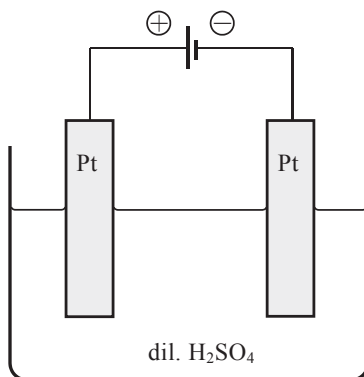
問 8 0.300 mol/L の過酸化水素水溶液  $\text{H}_2\text{O}_2$  aq 50.0 mL を含む硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) 溶液に, 0.200 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液  $\text{KMnO}_4$  aq を加え, 過酸化水素を完全に酸化 (oxidation) したい。必要な過マンガン酸カリウム水溶液の体積は何 mL か。最も近い値を, 次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

**8** mL

- ① 15      ② 30      ③ 75      ④ 150      ⑤ 300

問 9 次の図に示す装置で、白金電極 (platinum electrode) を用いて希硫酸  $\text{dil. H}_2\text{SO}_4$  を電気分解 (electrolysis) したとき、陽極 (anode) と陰極 (cathode) で発生した気体は標準状態で合計 672 mL だった。このとき流れた電気量 (amount of electricity) は何 C か。最も近い値を、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

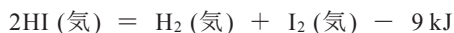
**9** C



- |                      |                      |                      |                      |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① $3.86 \times 10^2$ | ② $1.93 \times 10^3$ | ③ $3.86 \times 10^3$ | ④ $7.72 \times 10^3$ |
| ⑤ $1.93 \times 10^4$ | ⑥ $3.86 \times 10^4$ | ⑦ $7.72 \times 10^4$ | ⑧ $9.65 \times 10^4$ |



問 10 ヨウ化水素 HI を密閉容器 (closed container) に入れ、温度と圧力を一定に保つと、次の熱化学方程式 (thermochemical equation) で表される反応が起こり、平衡状態 (equilibrium state) に達した。



ここで、HI, H<sub>2</sub>, I<sub>2</sub> は、常に気体状態にあるものとする。

この反応に関する次の記述①～⑤のうち、正しいものを一つ選びなさい。

**10**

- ① 平衡状態における HI の物質量 (amount of substance: mol) は、H<sub>2</sub> の物質量の 2 倍になる。
- ② 平衡状態における H<sub>2</sub> の物質量と I<sub>2</sub> の物質量は、等しいとは限らない。
- ③ 温度を低くすると、平衡状態における HI の物質量は大きくなる。
- ④ 圧力を低くすると、平衡状態における HI の物質量は大きくなる。
- ⑤ 触媒 (catalyst) を加えると、平衡状態における HI の物質量は大きくなる。

問 11 次の操作①～⑤のうち、水素 H<sub>2</sub> が発生しないものを、一つ選びなさい。

**11**

- ① 銅 Cu に希塩酸 dil. HCl を加える。
- ② カルシウム Ca に水 H<sub>2</sub>O を加える。
- ③ ナトリウム Na にエタノール C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH を加える。
- ④ アルミニウム Al に水酸化ナトリウム水溶液 NaOH aq を加える。
- ⑤ 白金電極 (platinum electrode) を用いて、水酸化ナトリウム水溶液を電気分解 (electrolysis) する。

問 12 次の操作 **a**～**f** の中に、化学反応 (chemical reaction) が進行しないものが二つある。

それらの組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**12**

- a** リチウム Li に水  $\text{H}_2\text{O}$  を加える。
- b** 亜鉛 Zn に塩酸  $\text{HCl aq}$  を加える。
- c** 銀 Ag に塩酸を加える。
- d** 銅 Cu に希硝酸  $\text{dil. HNO}_3$  を加える。
- e** 銅に硝酸銀水溶液  $\text{AgNO}_3 \text{ aq}$  を加える。
- f** 白金 Pt に硫酸鉄(Ⅱ)水溶液  $\text{FeSO}_4 \text{ aq}$  を加える。

- ① **a, e**      ② **b, e**      ③ **b, f**      ④ **c, d**      ⑤ **c, f**      ⑥ **d, e**

問 13 次の反応 **a**～**d** の中に、水が酸 (acid) としてはたらいっているものが二つある。それら

の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**13**

- a**  $\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$
- b**  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- c**  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$
- d**  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2$

- ① **a, b**      ② **a, c**      ③ **a, d**      ④ **b, c**      ⑤ **b, d**      ⑥ **c, d**

問 14 二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  に関する次の記述①～⑤のうち、誤っているものを一つ選びなさい。

**14**

- ①  $\text{SO}_2$  は酸化作用 (oxidizing property) によって色素 (pigment) を漂白 (bleaching) する。
- ②  $\text{SO}_2$  を硫化水素水  $\text{H}_2\text{S aq}$  に通じると、液が白濁 (turbid and white) する。
- ③  $\text{SO}_2$  は無色 (colorless) で刺激臭 (irritating smell) をもつ有毒 (poisonous) な気体である。
- ④  $\text{SO}_2$  は水に溶けて弱い酸性 (acidic) を示す。
- ⑤ 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の過マンガン酸カリウム水溶液  $\text{KMnO}_4 \text{ aq}$  に  $\text{SO}_2$  を通じると、過マンガン酸カリウムの赤紫色 (red-purple) が消える。

問 15 ある金属イオン (metal ion) を 1 種類含む無色 (colorless) の水溶液がある。この水溶液は次の **a**～**c** の性質を示した。この水溶液に含まれる金属イオンは何か。下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**15**

- a** 水酸化ナトリウム水溶液  $\text{NaOH aq}$  を加えていくと、沈殿 (precipitate) を生じたが、さらに加えると沈殿は溶解 (dissolve) した。
- b** アンモニア水  $\text{NH}_3 \text{ aq}$  を加えていくと、沈殿を生じたが、さらに加えると沈殿は溶解した。
- c** 塩化ナトリウム水溶液  $\text{NaCl aq}$  を加えても、沈殿を生じなかった。

- ①  $\text{Ag}^+$       ②  $\text{Ca}^{2+}$       ③  $\text{Mg}^{2+}$       ④  $\text{Pb}^{2+}$       ⑤  $\text{Zn}^{2+}$       ⑥  $\text{Al}^{3+}$

問 16 次の文章中の空欄 **A**，**B** にあてはまる数の組み合わせとして正しいものを，  
下表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**16**

分子式  $\text{C}_3\text{H}_5\text{Br}$  で示される化合物の異性体 (isomer) のうち，炭素－炭素二重結合 (carbon-carbon double bond) を一つもつ化合物の数は **A** である。この異性体の中には，二重結合に臭素  $\text{Br}_2$  を付加 (addition) させると，不斉炭素原子 (asymmetric carbon atom) をもつ生成物 (product) を与えるものがある。そのような生成物を与える異性体の数は **B** である。

|   | <b>A</b> | <b>B</b> |
|---|----------|----------|
| ① | 3        | 1        |
| ② | 3        | 2        |
| ③ | 4        | 1        |
| ④ | 4        | 2        |
| ⑤ | 5        | 1        |
| ⑥ | 5        | 2        |

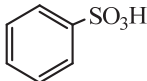
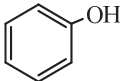
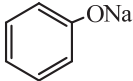
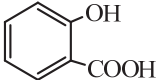
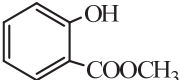
問 17 エチレン（エテン）(ethylene (ethene)) に関する次の記述①～④のうち、正しいものを一つ選びなさい。

**17**

- ① エチレンは無色 (colorless) の気体で、水によく溶ける。
- ② 臭素水 (bromine water) にじゅうぶんな量のエチレンを通じると、臭素水の色が消える。
- ③ 硫酸酸性 (acidified with sulfuric acid) の過マンガン酸カリウム水溶液  $\text{KMnO}_4 \text{ aq}$  にじゅうぶんな量のエチレンを通じると、過マンガン酸イオン  $\text{MnO}_4^-$  が酸化 (oxidation) されて色が消える。
- ④ エチレンが縮合重合 (condensation polymerization) すると、ポリエチレン (polyethylene) が生じる。

問 18 次表の **A** 欄に示した反応の生成物 (product) を **B** 欄に示した。**B** 欄が誤っているものを、次表の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18

|   | A                                                                                                                                                                                                         | B                                                                                                                                               |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① | $\text{CH}_4 \xrightarrow{\text{Cl}_2, \text{光}}$                                                                                                                                                         | $\text{CCl}_4$                                                                                                                                  |
| ② | $\text{CaC}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}}$                                                                                                                                                           | $\text{HC}\equiv\text{CH}$                                                                                                                      |
| ③ | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \xrightarrow[\text{加熱}]{\text{脱水剤 (dehydrating agent)}}$ | $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O} \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$ |
| ④ |  $\xrightarrow{\text{HNO}_3, \text{H}_2\text{SO}_4}$                                                                     |                                                               |
| ⑤ |  $\xrightarrow{\text{NaOH aq}}$                                                                                         |                                                               |
| ⑥ |  $\xrightarrow{\text{CH}_3\text{OH}, \text{H}_2\text{SO}_4}$                                                           |                                                             |

問 19 化合物 **A** は、分子量 (molecular weight) 80 の環式不飽和炭化水素 (cyclic unsaturated hydrocarbon) である。

**A** に触媒 (catalyst) を用いて水素  $H_2$  を付加 (addition) させたところ、環式飽和炭化水素 (cyclic saturated hydrocarbon) が得られた。その分子量は 84 であった。

また、**A** をじゅうぶんな量の臭素  $Br_2$  と反応させると、環式飽和炭化水素の臭化物 (bromide) が得られた。その分子量として最も近い値を、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**19**

- ① 160      ② 240      ③ 320      ④ 400      ⑤ 480      ⑥ 600

問 20 次の高分子化合物 (polymer compound) **a**～**e** の中に、合成するときにホルムアルデヒド (formaldehyde) を用いるものが二つある。それらの組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

**20**

- a** フェノール樹脂 (phenol resin)  
**b** ポリエチレンテレフタレート (poly(ethylene terephthalate))  
**c** ポリスチレン (polystyrene)  
**d** ビニロン (vinylon)  
**e** ポリ塩化ビニル (poly(vinyl chloride))

- ① **a, b**      ② **a, d**      ③ **a, e**      ④ **b, c**  
 ⑤ **b, d**      ⑥ **b, e**      ⑦ **c, d**      ⑧ **d, e**

化学の問題はこれで終わります。解答欄の **21** ～ **75** はマークしないでください。  
 解答用紙の科目欄に「化学」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。





# 生物

## 「解答科目」記入方法

解答科目には「物理」、「化学」、「生物」がありますので、この中から 2 科目を選んで解答してください。選んだ 2 科目のうち、1 科目を解答用紙の表面に解答し、もう 1 科目を裏面に解答してください。

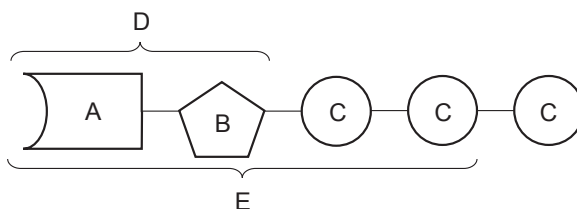
「生物」を解答する場合は、右のように、解答用紙にある「解答科目」の「生物」を○で囲み、その下のマーク欄をマークしてください。

| ＜解答用紙記入例＞      |                  |                |
|----------------|------------------|----------------|
| 解答科目 Subject   |                  |                |
| 物 理<br>Physics | 化 学<br>Chemistry | 生 物<br>Biology |
| ○              | ○                | ●              |

**科目が正しくマークされていないと、採点されません。**

- 問 1** 次の図は、細胞内のエネルギー代謝（energy metabolism）に関与している ATP の構造を模式的に示したものである。図中の A～E の名称の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

1



|   | A    | B     | C     | D     | E     |
|---|------|-------|-------|-------|-------|
| ① | リボース | アデノシン | リン酸   | アデニン  | ADP   |
| ② | リボース | リン酸   | ADP   | アデノシン | アデニン  |
| ③ | アデニン | ADP   | アデノシン | リボース  | リン酸   |
| ④ | アデニン | リボース  | リン酸   | アデノシン | ADP   |
| ⑤ | リン酸  | ADP   | リボース  | アデニン  | アデノシン |
| ⑥ | リン酸  | アデニン  | リボース  | ADP   | アデノシン |

リボース (ribose), アデノシン (adenosine), リン酸 (phosphate), アデニン (adenine)

**問2** 次の表は、真核細胞（eukaryotic cell）と原核細胞（prokaryotic cell）に含まれる構造の有無を示したものである。＋は存在する，－は存在しないことを示す。表中のA～Cにあてはまる構造の正しい組み合わせを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

2

| 細胞<br>構造 | 真核細胞 |    | 原核細胞 |
|----------|------|----|------|
|          | 動物   | 植物 |      |
| 細胞膜      | ＋    | ＋  | ＋    |
| A        | ＋    | ＋  | －    |
| B        | －    | ＋  | ＋    |
| C        | －    | ＋  | －    |

細胞膜（cell membrane）

|   | A       | B       | C       |
|---|---------|---------|---------|
| ① | 葉緑体     | 細胞壁     | ミトコンドリア |
| ② | 葉緑体     | ミトコンドリア | 核膜      |
| ③ | ミトコンドリア | 葉緑体     | 核膜      |
| ④ | ミトコンドリア | 細胞壁     | 葉緑体     |
| ⑤ | 細胞壁     | ミトコンドリア | 葉緑体     |
| ⑥ | 細胞壁     | 葉緑体     | ミトコンドリア |

葉緑体（chloroplast），細胞壁（cell wall），ミトコンドリア（mitochondria），核膜（nuclear membrane）

**問 3** 次の a～c の反応は、植物の光合成(photosynthesis)における光化学系 I (photosystem I), 光化学系 II (photosystem II), カルビン・ベンソン回路 (Calvin-Benson cycle) の過程でおこなわれている。それぞれの過程でおこなわれている反応をすべて選び、その正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

3

a :  $\text{CO}_2$  を還元 (reduction) し、有機物 (organic compound) を合成する。

b :  $\text{H}_2\text{O}$  の電子 ( $\text{e}^-$ ) を受け渡し、 $\text{O}_2$  を放出する。

c : 光エネルギーを吸収する。

|   | 光化学系 I | 光化学系 II | カルビン・ベンソン回路 |
|---|--------|---------|-------------|
| ① | a      | b, c    | c           |
| ② | a, b   | c       | a, c        |
| ③ | b      | b, c    | a           |
| ④ | b, c   | c       | a, b        |
| ⑤ | c      | a, c    | b           |
| ⑥ | c      | b, c    | a           |

**問 4** 多くの生物は、空気中の遊離窒素 ( $\text{N}_2$ ) を直接利用することはできない。しかし、この窒素を  $\text{NH}_4^+$  に還元(reduction)できる生物がおり、この働きを窒素固定(nitrogen fixation)という。窒素固定をおこなう生物の正しい組み合わせを、次の①～⑤の中から一つ選びなさい。

4

- ① 亜硝酸菌 (nitrite forming bacteria), 硝酸菌 (nitrate forming bacteria), 根粒菌 (root nodule bacteria), ネンジュモ (nostoc)
- ② 亜硝酸菌, クロストリジウム (clostridium), アゾトバクター (azotobacter), ネンジュモ
- ③ ネンジュモ, クロストリジウム, アゾトバクター, 根粒菌
- ④ 硝酸菌, アゾトバクター, ネンジュモ, 根粒菌
- ⑤ 亜硝酸菌, 根粒菌, ネンジュモ, クロストリジウム

**問 5** 真核生物 (eukaryote) の DNA には, 翻訳 (translation) される部分と翻訳されない部分とがある。それぞれの名称の正しい組み合わせを, 次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

|   |
|---|
| 5 |
|---|

|   | 翻訳される部分 | 翻訳されない部分 |
|---|---------|----------|
| ① | コドン     | エキソン     |
| ② | コドン     | イントロン    |
| ③ | エキソン    | コドン      |
| ④ | エキソン    | イントロン    |
| ⑤ | イントロン   | コドン      |
| ⑥ | イントロン   | エキソン     |

コドン (codon), エキソン (exon), イントロン (intron)

**問 6** 次の文Ⅰ～Ⅲは、PCR（ポリメラーゼ連鎖反応，polymerase chain reaction）法の原理を説明したものである。文中の空欄 **a** ～ **c** にあてはまる語句の正しい組み合わせを，下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

6

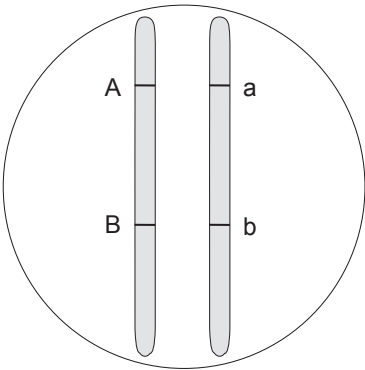
- Ⅰ 目的の DNA を含む水溶液を約 95℃ に加熱して，塩基（base）どうしの **a** を切り，2 本鎖 DNA を 1 本鎖 DNA に分離する。
- Ⅱ 温度を約 55℃ にして，増幅させたい DNA 領域の 3' 末端に，その部分と相補的（complementary）な塩基配列（base sequence）をもつ **b** を結合させる。
- Ⅲ 温度を約 72℃ とし，**b** に続く DNA を **c** によって合成させる。

|   | a      | b     | c          |
|---|--------|-------|------------|
| ① | 水素結合   | mRNA  | DNA リガーゼ   |
| ② | 水素結合   | プライマー | DNA ポリメラーゼ |
| ③ | 水素結合   | tRNA  | DNA ポリメラーゼ |
| ④ | S-S 結合 | mRNA  | DNA リガーゼ   |
| ⑤ | S-S 結合 | プライマー | DNA ポリメラーゼ |
| ⑥ | S-S 結合 | tRNA  | DNA ポリメラーゼ |

水素結合（hydrogen bond），DNA リガーゼ（DNA ligase），プライマー（primer），DNA ポリメラーゼ（DNA polymerase），S-S 結合（S-S bond）

問 7 次の図は、ある生物の体細胞 (somatic cell) の染色体 (chromosome) を示した模式図である。この染色体には、2 組の対立遺伝子 (allele) A (a), B (b) があり、遺伝子 A と B、遺伝子 a と b が連鎖 (linkage) している。この生物の配偶子形成 (gametogenesis) で、遺伝子の組換え (recombination) が起こった場合に、これらの遺伝子について配偶子 (gamete) の遺伝子型 (genotype) で新たに生じるものと、その組換えが生じる時期の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

7

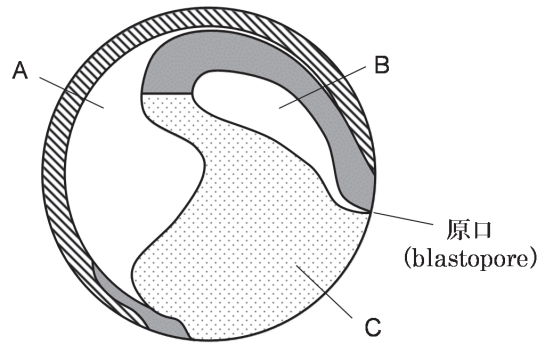


|   | 配偶子の遺伝子型で新たに生じるもの | 組換えが生じる時期 |
|---|-------------------|-----------|
| ① | AA, BB            | 減数第一分裂    |
| ② | AA, BB            | 減数第二分裂    |
| ③ | Aa, Bb            | 減数第一分裂    |
| ④ | Aa, Bb            | 減数第二分裂    |
| ⑤ | AB, ab            | 減数第一分裂    |
| ⑥ | AB, ab            | 減数第二分裂    |
| ⑦ | Ab, aB            | 減数第一分裂    |
| ⑧ | Ab, aB            | 減数第二分裂    |

減数第一分裂 (meiosis I), 減数第二分裂 (meiosis II)

問 8 次の図は、カエル (frog) の原腸胚 (gastrula) 中期の断面図を模式的に示したものである。図中の A～C は、それぞれ何を表しているか。正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

8

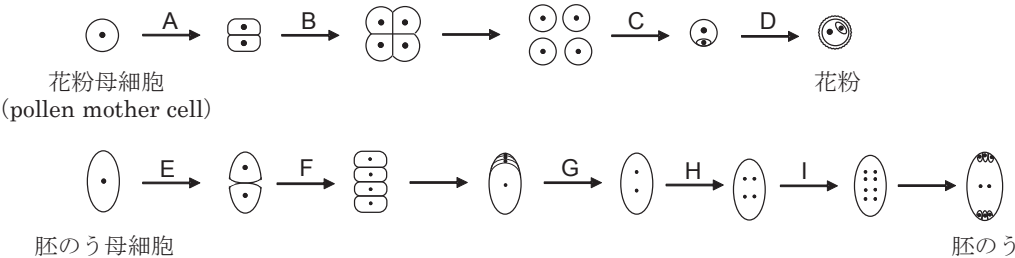


|   | A             | B   | C   |
|---|---------------|-----|-----|
| ① | ほうはいこう<br>胞胚腔 | 原腸  | 内胚葉 |
| ② | 胞胚腔           | 腸管  | 内胚葉 |
| ③ | 原腸            | 胞胚腔 | 中胚葉 |
| ④ | 原腸            | 腸管  | 中胚葉 |
| ⑤ | 腸管            | 胞胚腔 | 内胚葉 |
| ⑥ | 腸管            | 原腸  | 内胚葉 |

胞胚腔 (blastocoel), 原腸 (archenteron),  
内胚葉 (endoderm), 腸管 (intestinal tract),  
中胚葉 (mesoderm)

問 9 次の図は、被子植物 (angiosperms) の配偶子形成 (gametogenesis) で、花粉 (pollen grain)

と胚のう (embryo sac) ができる過程を模式的に示したものである。図中の A~I のうち、減数分裂 (meiosis) がおこるところはどれか。また、40 個の種子が形成されるのに必要な胚のう母細胞 (embryo sac mother cell) の数はいくつか。正しい組み合わせを、下の①~⑧の中から一つ選びなさい。ただし、受精 (fertilization) はすべて成立するものとする。 9

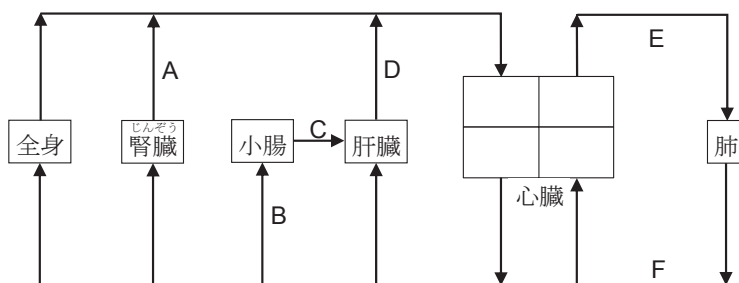


|   | 減数分裂がおこるところ | 胚のう母細胞の数 |
|---|-------------|----------|
| ① | A, B と E, F | 10       |
| ② | A, B と E, F | 40       |
| ③ | A, B と G, H | 10       |
| ④ | A, B と G, H | 40       |
| ⑤ | C, D と E, F | 10       |
| ⑥ | C, D と E, F | 40       |
| ⑦ | C, D と H, I | 10       |
| ⑧ | C, D と H, I | 40       |



問 10 次の図は、ヒトの循環系（circulatory system）の模式図で、A～F は血管を示し、矢印は血液の流れる方向を示している。下の I ～Ⅲは、A～F の血管に流れている血液の特徴のいずれかについて述べたものである。I ～Ⅲの血液が流れている血管を A～F のうちからそれぞれ選び、その正しい組み合わせを、下の①～⑧の中から一つ選びなさい。

10



腎臓 (kidney), 小腸 (small intestine), 肝臓 (liver), 肺 (lung)

I : 尿素 (urea) などの窒素 (N) を含む不要物が一番少ない血液

II : 食事の直後に、グルコース (glucose) を最も多く含む血液

III : 酸素 ( $O_2$ ) を最も多く含む血液

|   | I | II | III |
|---|---|----|-----|
| ① | A | B  | E   |
| ② | A | B  | F   |
| ③ | A | C  | E   |
| ④ | A | C  | F   |
| ⑤ | D | B  | E   |
| ⑥ | D | B  | F   |
| ⑦ | D | C  | E   |
| ⑧ | D | C  | F   |

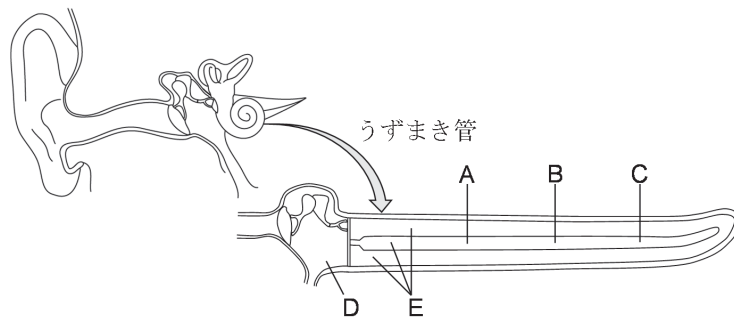
問 11 次の文 a～d は、ヒトの自律神経系（autonomic nervous system）について述べたものである。正しいものを二つ選び、その組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

11

- a 立毛筋（arrector pili muscle）には、交感神経（sympathetic nerve）と副交感神経（parasympathetic nerve）の両方が分布している。
- b 胃腸（gastro-intestine）のぜん動（peristalsis）は、交感神経が働くと促進され、副交感神経が働くと抑制される。
- c 交感神経は、<sup>せきずい</sup>脊髄（spinal cord）から出ている。
- d 自律神経系の中樞（center）は、間脳（diencephalon）の視床下部（hypothalamus）にある。

- ① a, b      ② a, c      ③ a, d      ④ b, c      ⑤ b, d      ⑥ c, d

問 12 次の図は、ヒトの耳にあるうずまき管 (cochlea) を模式的に引き伸ばして示したものである。これに関する下の問い(1), (2)に答えなさい。



(1) 図中の A～C の部分で受容する音の高低 (振動数, frequency) を高いものから順に並べると、どのようなになるか。次の①～⑥の中から、正しいものを一つ選びなさい。

12

- 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) 図中の D と E の部分を満たしているものは何か。正しい組み合わせを、次の①～⑥の中から一つ選びなさい。

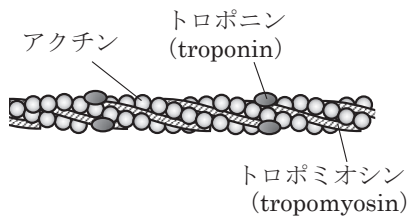
13

|   | D    | E    |
|---|------|------|
| ① | リンパ液 | 血液   |
| ② | リンパ液 | 空気   |
| ③ | リンパ液 | リンパ液 |
| ④ | 空気   | 血液   |
| ⑤ | 空気   | 空気   |
| ⑥ | 空気   | リンパ液 |

リンパ液 (lymph)

**問 13** 次の図は、筋収縮 (muscle contraction) に関わるアクチンフィラメント (actin filament) の模式図である。下の文 **a**～**e** は、筋収縮の過程の一部を示したものである。文を進行順に並べると、どのようになるか。図を参考にして、正しいものを下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

14



- a トロポミオシンの構造が変化して、アクチンがミオシン (myosin) と結合できるようになる。
- b  $\text{Ca}^{2+}$  がトロポニンに結合する。
- c 筋小胞体 (sarcoplasmic reticulum) に興奮 (excitation) が伝えられ、筋小胞体から  $\text{Ca}^{2+}$  が細胞内に放出される。
- d トロポニンの構造が変化して、トロポミオシンの構造が変化する。
- e 筋収縮が始まる。

- ①  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e$
- ②  $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow e$
- ③  $b \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow e$
- ④  $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a \rightarrow e$
- ⑤  $c \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow e$
- ⑥  $c \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow a \rightarrow e$

問 14 次の文は、イネ (rice) の種子の発芽 (germination) に関するものである。文中の空欄 **a** , **b** にあてはまる語句の正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。 **15**

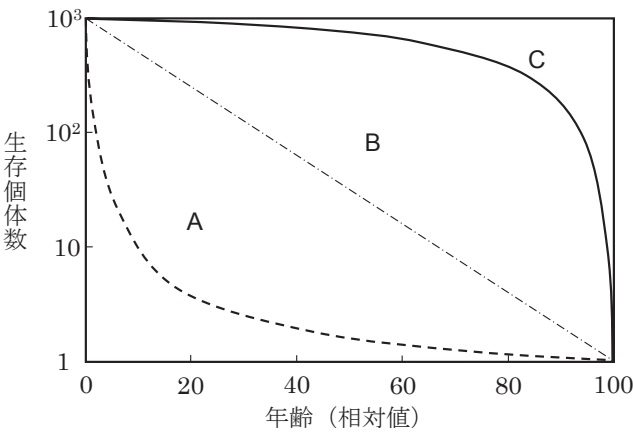
種子の発芽のとき、胚 (embryo) から植物ホルモン (plant hormone) である **a** が分泌 (secretion) される。**a** は種皮 (seed coat) の内側の組織 (糊粉層<sup>こふんそう</sup>, aleurone layer) に働きかけてアミラーゼ (amylase) の合成を促進させる。アミラーゼは胚乳 (endosperm) 中の栄養分を分解し、胚はそれを吸収することにより代謝 (metabolism) が活発となる。**a** とは反対に種子の発芽を抑制する植物ホルモンとして **b** が知られている。

|   | a      | b      |
|---|--------|--------|
| ① | アブシシン酸 | オーキシン  |
| ② | アブシシン酸 | ジベレリン  |
| ③ | ジベレリン  | アブシシン酸 |
| ④ | ジベレリン  | オーキシン  |
| ⑤ | オーキシン  | アブシシン酸 |
| ⑥ | オーキシン  | ジベレリン  |

アブシシン酸 (abscisic acid), オーキシン (auxin),  
ジベレリン (gibberellin)

**問 15** 生物が出生してから時間経過とともに生存個体数がどのように減っていくかをグラフで示したものを、生存曲線（survivorship curve）という。生存曲線の形は、種によって異なり、次の図のように、A～C の三つのタイプに大別される。生涯のうちで、初期（年齢が若いとき）の死亡率が高く、その後、後期（年齢が進んだとき）の死亡率が低くなるものは、下の x, y の生物のどれか。また、それは A～C の曲線のどれか。正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

16



生存曲線は出生個体数を 1000 個体に換算したものである。

x サル (monkey) やミツバチ (honey bee)

y イワシ (sardine) やカキ (oyster)

|   | 生物 | 曲線 |
|---|----|----|
| ① | x  | A  |
| ② | x  | B  |
| ③ | x  | C  |
| ④ | y  | A  |
| ⑤ | y  | B  |
| ⑥ | y  | C  |

- 問 16** 次の表は、ある生態系 (ecosystem) におけるエネルギー収支 (energy balance,  $\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{年}$ ) を栄養段階 (trophic level) ごとに示したものである。ただし、不消化排出量 (excretion) は無視できる量なので記していない。なお、生産者 (producer) の総生産量 (gross primary productivity) は  $467.6 \text{ J}/\text{cm}^2 \cdot \text{年}$  であった。生産者の純生産量 (net primary production,  $\text{J}/\text{cm}^2 \cdot \text{年}$ ) と表中の **a** にあてはまる数値の組み合わせとして正しいものを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

**17**

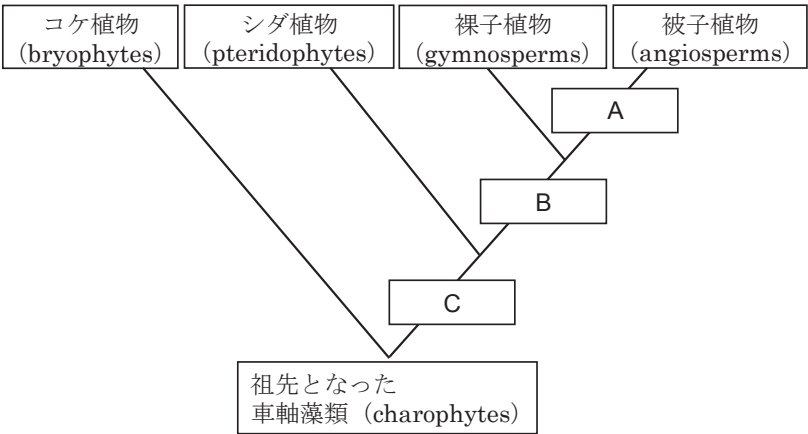
| 栄養段階  | 被食量  | 枯死・死亡量 | 呼吸量  | 成長量      |
|-------|------|--------|------|----------|
| 生産者   | 62.2 | 11.8   | 98.3 | 295.3    |
| 一次消費者 | 13.0 | 1.3    | 18.3 | <b>a</b> |
| 二次消費者 | 0    | 少量     | 7.6  | 5.4      |

被食量 (feeding), 枯死・死亡量 (dead plant tissue・death),  
呼吸量 (respiration), 成長量 (growth), 一次消費者 (primary consumer),  
二次消費者 (secondary consumer)

|   | 純生産量  | <b>a</b> |
|---|-------|----------|
| ① | 172.3 | 7.8      |
| ② | 172.3 | 29.6     |
| ③ | 369.3 | 29.6     |
| ④ | 369.3 | 47.9     |
| ⑤ | 405.4 | 47.9     |
| ⑥ | 405.4 | 49.2     |

問 17 次の図は、植物の系統（phylogeny）を簡単に示したものである。下の文 x～z は、図にある植物がもつ特徴を示している。図中の A～C にあてはまるものはそれぞれどれか。正しい組み合わせを、下の①～⑥の中から一つ選びなさい。

18



- x 根・茎・葉の区別があり，茎には維管束（vascular bundle）をもつ。
- y 胚珠（<sup>はいしゅ</sup>ovule）が子房（ovary）で包まれている。
- z 種子を形成する。

|   | A | B | C |
|---|---|---|---|
| ① | x | y | z |
| ② | x | z | y |
| ③ | y | x | z |
| ④ | y | z | x |
| ⑤ | z | x | y |
| ⑥ | z | y | x |



生物の問題はこれで終わりです。解答欄の **19** ～ **75** はマークしないでください。  
解答用紙の科目欄に「生物」が正しくマークしてあるか、もう一度確かめてください。

この問題冊子を持ち帰ることはできません。

