

原子量・定数が必要な場合は、次の値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Cu = 64, Zn = 65

定数：0℃,  $1.01 \times 10^5$  Pa における気体 1 mol の体積 22.4 L

## 第1問

物質の構成に関する以下の問い（問1～5）に答えよ。

〔解答番号  ～  〕

問1 次の変化のうち、気体が液体になる状態変化として最も適当なものを、次の

①～⑧から1つ選べ。

① 還元

② 凝華

③ 凝固

④ 凝縮

⑤ 酸化

⑥ 昇華

⑦ 蒸発

⑧ 融解

問2 次の分子のうち、1分子がもつ共有電子対の数が最も多い分子として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

① アンモニア

② 塩化水素

③ 塩素

④ 水素

⑤ 窒素

⑥ 水

⑦ メタン

⑧ 硫化水素

問3 次の元素のうち、第2周期16族の元素として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

① 硫黄

② ケイ素

③ 酸素

④ 炭素

⑤ フッ素

⑥ マグネシウム

⑦ リチウム

⑧ リン

問4 0.20 mol/Lのグルコース水溶液を200 mLつくるのに必要なグルコース  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  の質量 [g] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

g

① 1.8

② 3.6

③ 4.5

④ 7.2

⑤ 18

⑥ 36

⑦ 45

⑧ 72

問5 炭酸ナトリウムに希塩酸を加えると二酸化炭素が発生する。炭酸ナトリウム 5.3 g から発生する二酸化炭素の  $0^\circ\text{C}$ 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$  における体積 [L] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、炭酸ナトリウムはすべて反応し、発生した二酸化炭素は水に溶けないものとする。

L

① 0.11

② 0.22

③ 0.45

④ 0.67

⑤ 1.1

⑥ 2.2

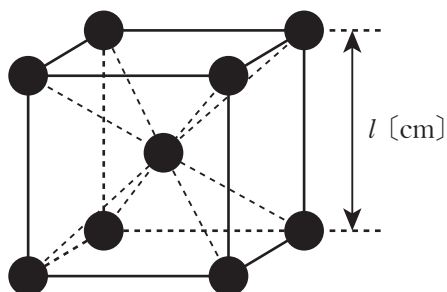
⑦ 4.5

⑧ 6.7

## 第2問

物質の変化と状態に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い (問1～5) に答えよ。  
 [解答番号 6 ～ 10 ]

**A** ナトリウムの結晶の単位格子は次の図に示す ア である。ナトリウムの結晶において、1つのナトリウム原子に接しているナトリウム原子の数は イ 個であり、単位格子に含まれる原子の数は ウ 個である。



問1 空欄 ア ～ ウ にあてはまる語や数値の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。6

|   | ア      | イ | ウ |
|---|--------|---|---|
| ① | 体心立方格子 | 4 | 2 |
| ② | 体心立方格子 | 4 | 4 |
| ③ | 体心立方格子 | 8 | 2 |
| ④ | 体心立方格子 | 8 | 4 |
| ⑤ | 面心立方格子 | 4 | 2 |
| ⑥ | 面心立方格子 | 4 | 4 |
| ⑦ | 面心立方格子 | 8 | 2 |
| ⑧ | 面心立方格子 | 8 | 4 |

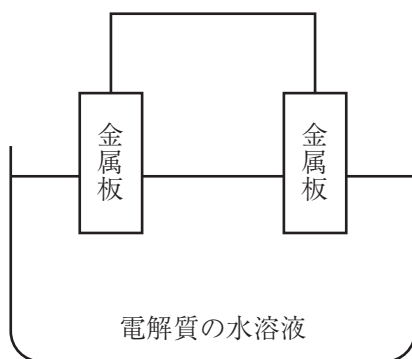
**問2** ナトリウムの原子半径を  $r$  [cm] とすると, 単位格子の一辺の長さ  $l$  [cm] を表す式として最も適当なものを, 次の①～⑧から1つ選べ。 7 [cm]

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

**問3** ナトリウムの結晶の密度を  $d$  [g/cm<sup>3</sup>], 単位格子の一辺の長さを  $l$  [cm], ナトリウムのモル質量を  $M$  [g/mol], とするとき, アボガドロ定数 [/mol] を表す式として最も適当なものを, 次の①～⑧から1つ選べ。 8 [/mol]

- ①  $\frac{M}{dl^3}$                       ②  $\frac{2M}{dl^3}$                       ③  $\frac{4M}{dl^3}$                       ④  $\frac{8M}{dl^3}$   
 ⑤  $\frac{d}{Ml^3}$                       ⑥  $\frac{2d}{Ml^3}$                       ⑦  $\frac{4d}{Ml^3}$                       ⑧  $\frac{8d}{Ml^3}$

B 単体の金属の原子が水溶液中で陽イオンになろうとする性質を金属のイオン化傾向という。次の図のように、異なる2種類の金属板を電解質の水溶液に浸して導線で結ぶと、イオン化傾向が  金属から  金属に向かって電流が流れる。このとき、イオン化傾向が  金属は  としてはたらいっており、 反応が起こっている。



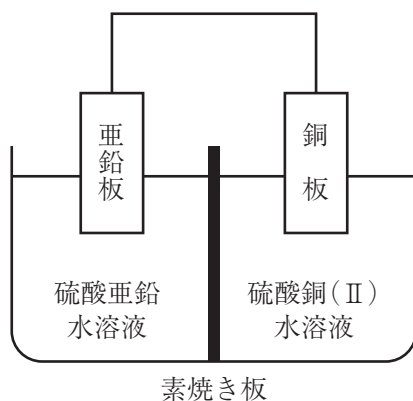
問4 空欄  ～  にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

9

|   | ア   | イ   | ウ  | エ  |
|---|-----|-----|----|----|
| ① | 大きい | 小さい | 正極 | 還元 |
| ② | 大きい | 小さい | 正極 | 酸化 |
| ③ | 大きい | 小さい | 負極 | 還元 |
| ④ | 大きい | 小さい | 負極 | 酸化 |
| ⑤ | 小さい | 大きい | 正極 | 還元 |
| ⑥ | 小さい | 大きい | 正極 | 酸化 |
| ⑦ | 小さい | 大きい | 負極 | 還元 |
| ⑧ | 小さい | 大きい | 負極 | 酸化 |

問5 次の図に示すダニエル電池において、電子が1.0 mol 流れたとき、電極に用いた亜鉛板と銅板の質量変化量の合計〔g〕として最も適当な数値を、下の①～⑧から1つ選べ。ただし、質量が増加した場合は+、質量が減少した場合は-で表すものとし、流れた電気量はすべて極板表面での反応に使われたものとする。

10 g



① +0.25

② +0.50

③ +1.0

④ +2.0

⑤ -0.25

⑥ -0.50

⑦ -1.0

⑧ -2.0

## 第3問

物質の変化に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い（問1～5）に答えよ。

〔解答番号 11 ～ 15 〕

**A** 反応速度は、単位時間あたりに減少する反応物のモル濃度、または、単位時間あたりに増加する生成物のモル濃度で定義される。一般に、反応物の濃度が大きいほど、気体反応の場合は反応物の分圧が ア ほど、反応速度は大きくなる。また、反応温度が イ ほど、反応速度は大きくなる。

過酸化水素の分解反応



においては酸化マンガン(IV)を用いるが、酸化マンガン(IV)は ウ 触媒としてはたらき、反応速度を大きくする。

問1 空欄 ア ～ ウ にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

11

|   | ア   | イ  | ウ    |
|---|-----|----|------|
| ① | 大きい | 高い | 均一系  |
| ② | 大きい | 高い | 不均一系 |
| ③ | 大きい | 低い | 均一系  |
| ④ | 大きい | 低い | 不均一系 |
| ⑤ | 小さい | 高い | 均一系  |
| ⑥ | 小さい | 高い | 不均一系 |
| ⑦ | 小さい | 低い | 均一系  |
| ⑧ | 小さい | 低い | 不均一系 |

問2 ある温度において、過酸化水素水の分解反応を行ったところ、2分間で  $8.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$  の酸素が発生した。過酸化水素水の体積が 100 mL で一定であったとすると、この2分間における過酸化水素の分解速度  $[\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})]$  として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。

12  $\text{mol}/(\text{L} \cdot \text{min})$

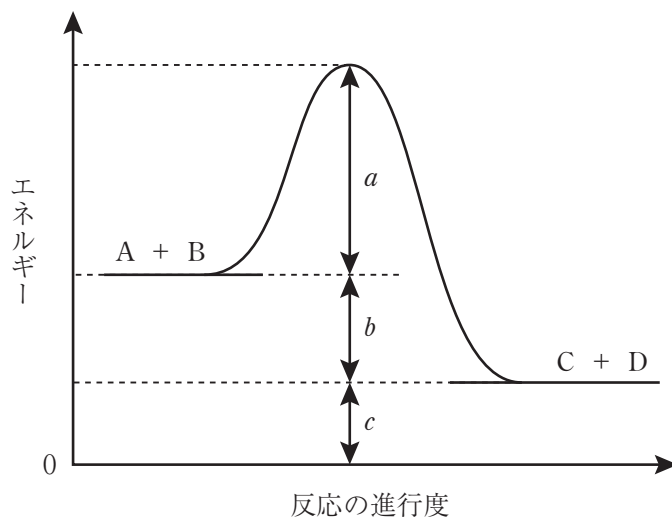
- ①  $1.0 \times 10^{-3}$       ②  $2.0 \times 10^{-3}$       ③  $4.0 \times 10^{-3}$       ④  $8.0 \times 10^{-3}$   
 ⑤  $1.0 \times 10^{-2}$       ⑥  $2.0 \times 10^{-2}$       ⑦  $4.0 \times 10^{-2}$       ⑧  $8.0 \times 10^{-2}$

問3 次の図は化学反応



における、触媒を用いない場合のエネルギーの変化を表したものであり、 $a$ 、 $b$ 、 $c$  は各段階におけるエネルギーの差の絶対値を表している。この反応を触媒を用いて行った場合、その値が変化するものをすべて選んだものとして最も適当なものを、下の①～⑧から1つ選べ。

13



- ①  $a$                       ②  $b$                       ③  $c$   
 ④  $a, b$                   ⑤  $a, c$                   ⑥  $b, c$   
 ⑦  $a, b, c$               ⑧ 変化するものはない

B ある量のアンモニアを 0.20 mol/L の希硫酸 100 mL に完全に吸収させたところ、水溶液は酸性を示した。反応後の水溶液から 10 mL を ア を用いてはかりとってコニカルビーカーに移し、指示薬としてメチルオレンジを加え、0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いて残った硫酸を滴定したところ、20 mL 加えたところで指示薬の色が イ に変化した。指示薬の色が変化したとき、コニカルビーカー内の水溶液は ウ 性であった。

問4 空欄 ア ～ ウ にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

14

|   | ア       | イ      | ウ  |
|---|---------|--------|----|
| ① | ビュレット   | 赤色から黄色 | 酸  |
| ② | ビュレット   | 赤色から黄色 | 塩基 |
| ③ | ビュレット   | 黄色から赤色 | 酸  |
| ④ | ビュレット   | 黄色から赤色 | 塩基 |
| ⑤ | ホールピペット | 赤色から黄色 | 酸  |
| ⑥ | ホールピペット | 赤色から黄色 | 塩基 |
| ⑦ | ホールピペット | 黄色から赤色 | 酸  |
| ⑧ | ホールピペット | 黄色から赤色 | 塩基 |

問5 はじめに用意したアンモニアの質量 [g] として最も適当な数値を、次の①～⑧から1つ選べ。ただし、アンモニアを吸収した後の水溶液の体積は 100 mL のままとする。

15 g

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 0.17 | ② 0.34 | ③ 0.51 | ④ 0.68 |
| ⑤ 1.7  | ⑥ 3.4  | ⑦ 5.1  | ⑧ 6.8  |

## 第4問

無機物質に関する次の文章A、Bを読んで、以下の問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 16 ～ 20 ]

A 窒素  $\text{N}_2$  は常温・常圧では非常に安定な気体であり、空気中の約 ア % を占めている。工業的には、窒素は液体空気の イ によって得られる。

窒素を含む化合物には、アンモニア  $\text{NH}_3$ 、硝酸  $\text{HNO}_3$ 、一酸化窒素  $\text{NO}$  や二酸化窒素  $\text{NO}_2$  などがある。工業的にアンモニアから硝酸を製造する方法は ウ 法とよばれており、得られた硝酸は医薬品や化学肥料の合成など、幅広く利用されている。

問1 空欄 ア ～ ウ にあてはまる数値や語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

16

|   | ア  | イ  | ウ         |
|---|----|----|-----------|
| ① | 21 | 抽出 | オストワルト    |
| ② | 21 | 抽出 | ハーバー・ボッシュ |
| ③ | 21 | 分留 | オストワルト    |
| ④ | 21 | 分留 | ハーバー・ボッシュ |
| ⑤ | 78 | 抽出 | オストワルト    |
| ⑥ | 78 | 抽出 | ハーバー・ボッシュ |
| ⑦ | 78 | 分留 | オストワルト    |
| ⑧ | 78 | 分留 | ハーバー・ボッシュ |

問2 二酸化窒素に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

17

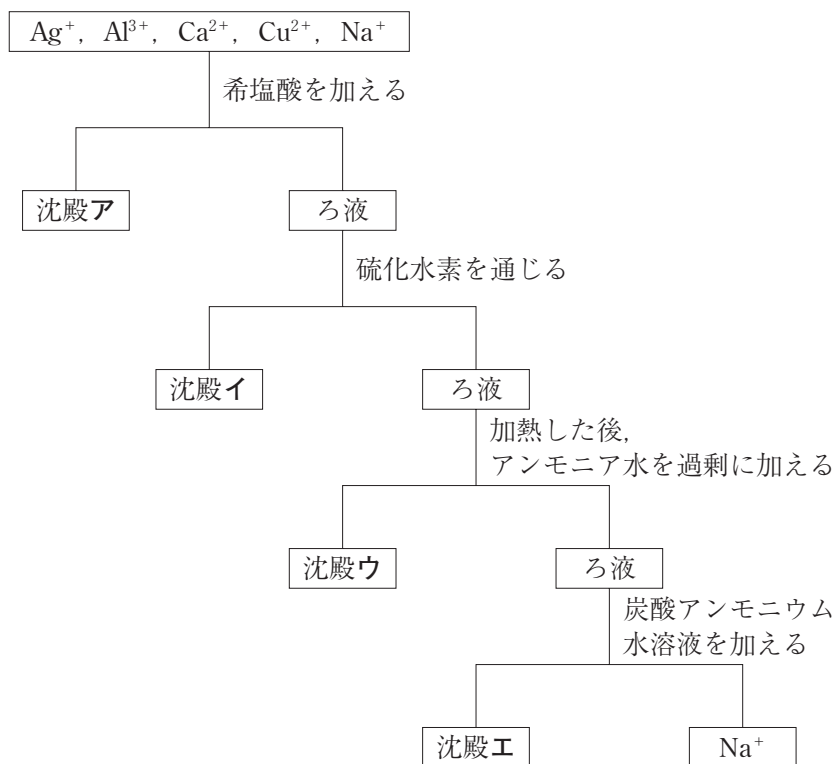
- ① 銅に希硝酸を加えると得られる無色の気体で、水上置換で捕集する。
- ② 銅に希硝酸を加えると得られる無色の気体で、下方置換で捕集する。
- ③ 銅に希硝酸を加えると得られる赤褐色の気体で、水上置換で捕集する。
- ④ 銅に希硝酸を加えると得られる赤褐色の気体で、下方置換で捕集する。
- ⑤ 銅に濃硝酸を加えると得られる無色の気体で、水上置換で捕集する。
- ⑥ 銅に濃硝酸を加えると得られる無色の気体で、下方置換で捕集する。
- ⑦ 銅に濃硝酸を加えると得られる赤褐色の気体で、水上置換で捕集する。
- ⑧ 銅に濃硝酸を加えると得られる赤褐色の気体で、下方置換で捕集する。

問3 亜鉛、アルミニウム、白金のうち、濃硝酸に溶解する金属をすべて選んだものとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

18

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| ① 亜鉛           | ② アルミニウム        |
| ③ 白金           | ④ 亜鉛とアルミニウム     |
| ⑤ 亜鉛と白金        | ⑥ アルミニウムと白金     |
| ⑦ 亜鉛とアルミニウムと白金 | ⑧ 濃硝酸に溶解する金属はない |

B  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  を含む水溶液がある。この水溶液に次の図に示す操作を行い、各金属イオンを完全に分離した。



問4 沈殿ア～エに含まれる金属イオンの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

19

|   | 沈殿ア              | 沈殿イ              | 沈殿ウ              | 沈殿エ              |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ① | $\text{Ag}^+$    | $\text{Al}^{3+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Ca}^{2+}$ |
| ② | $\text{Ag}^+$    | $\text{Al}^{3+}$ | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{Cu}^{2+}$ |
| ③ | $\text{Ag}^+$    | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Al}^{3+}$ | $\text{Ca}^{2+}$ |
| ④ | $\text{Ag}^+$    | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{Al}^{3+}$ |
| ⑤ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Ag}^+$    | $\text{Al}^{3+}$ | $\text{Ca}^{2+}$ |
| ⑥ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Ag}^+$    | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{Al}^{3+}$ |
| ⑦ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Al}^{3+}$ | $\text{Ag}^+$    | $\text{Ca}^{2+}$ |
| ⑧ | $\text{Cu}^{2+}$ | $\text{Al}^{3+}$ | $\text{Ca}^{2+}$ | $\text{Ag}^+$    |

問5  $\text{Na}^+$  を含むろ液に炎色反応を行ったときに確認できる色として最も適切なものを、次の①～⑧から1つ選べ。

20

- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| ① 青色 | ② 赤色 | ③ 黄色 | ④ 黒色 |
| ⑤ 白色 | ⑥ 橙色 | ⑦ 緑色 | ⑧ 紫色 |

## 第5問

有機化合物に関する次の文章 **A**、**B** を読んで、以下の問い (問1～5) に答えよ。

〔解答番号 21 ～ 25 〕

**A** 炭化水素がもつ水素原子をヒドロキシ基に置換した化合物をアルコールという。第1級アルコールであるエタノールは、酸化剤と反応させると ア を経て イ が生じるが、第2級アルコールである2-プロパノールは、酸化剤と反応させると ウ が生じる。

問1 空欄 ア ～ ウ にあてはまる物質の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から1つ選べ。 21

|   | ア        | イ  | ウ        |
|---|----------|----|----------|
| ① | アセトアルデヒド | ギ酸 | アセトン     |
| ② | アセトアルデヒド | ギ酸 | ホルムアルデヒド |
| ③ | アセトアルデヒド | 酢酸 | アセトン     |
| ④ | アセトアルデヒド | 酢酸 | ホルムアルデヒド |
| ⑤ | ホルムアルデヒド | ギ酸 | アセトン     |
| ⑥ | ホルムアルデヒド | ギ酸 | アセトアルデヒド |
| ⑦ | ホルムアルデヒド | 酢酸 | アセトン     |
| ⑧ | ホルムアルデヒド | 酢酸 | アセトアルデヒド |

問2 エタノール，2-プロパノールともに，ヨードホルム反応を示すアルコールである。ヨードホルム反応によって生じる沈殿の化学式と色の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑧から1つ選べ。

22

|   | 化学式                   | 色  |
|---|-----------------------|----|
| ① | $\text{CH}_3\text{I}$ | 赤色 |
| ② | $\text{CH}_3\text{I}$ | 青色 |
| ③ | $\text{CH}_3\text{I}$ | 黄色 |
| ④ | $\text{CH}_3\text{I}$ | 黒色 |
| ⑤ | $\text{CHI}_3$        | 赤色 |
| ⑥ | $\text{CHI}_3$        | 青色 |
| ⑦ | $\text{CHI}_3$        | 黄色 |
| ⑧ | $\text{CHI}_3$        | 黒色 |

問3 アルコールとエーテルは構造異性体の関係にある。アルコールとエーテルを判別するための方法として最も適当なものを，次の①～⑧から1つ選べ。

23

- ① ナトリウムを加えると，アルコールのみ水素が発生する。
- ② ナトリウムを加えると，エーテルのみ水素が発生する。
- ③ ナトリウムを加えると，アルコールのみ酸素が発生する。
- ④ ナトリウムを加えると，エーテルのみ酸素が発生する。
- ⑤ フェーリング液を加えると，アルコールのみ赤色沈殿が生じる。
- ⑥ フェーリング液を加えると，エーテルのみ赤色沈殿が生じる。
- ⑦ フェーリング液を加えると，アルコールのみ銀鏡が生じる。
- ⑧ フェーリング液を加えると，エーテルのみ銀鏡が生じる。

B 糖類のうち、それ以上加水分解できないものを単糖といい、単糖 2 分子が縮合したものを二糖という。代表的な単糖にはグルコースやフルクトースがあり、アルコール発酵によってエタノールと **ア** が生成する。また、代表的な二糖にはマルトース、スクロース、ラクトースやセロビオースがあるが、この中では **イ** だけが還元性を示さない。

問 4 空欄 **ア** , **イ** にあてはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑧から 1 つ選べ。

24

|   | ア     | イ      |
|---|-------|--------|
| ① | 酸素    | マルトース  |
| ② | 酸素    | スクロース  |
| ③ | 酸素    | ラクトース  |
| ④ | 酸素    | セロビオース |
| ⑤ | 二酸化炭素 | マルトース  |
| ⑥ | 二酸化炭素 | スクロース  |
| ⑦ | 二酸化炭素 | ラクトース  |
| ⑧ | 二酸化炭素 | セロビオース |

問 5 マルトース、スクロース、ラクトース、セロビオースのうち、構成単糖にフルクトースを含むものをすべて選んだものとして最も適当なものを、次の①～⑧から 1 つ選べ。

25

- |                |                |
|----------------|----------------|
| ① マルトース        | ② スクロース        |
| ③ ラクトース        | ④ セロビオース       |
| ⑤ マルトースとスクロース  | ⑥ スクロースとラクトース  |
| ⑦ ラクトースとセロビオース | ⑧ マルトースとセロビオース |

化学の問題はここまでです。

## 【解答】

| 大問    | 小問    | 解答番号 | 正解 |
|-------|-------|------|----|
| 第 1 問 | 問 1   | 1    | ④  |
|       | 問 2   | 2    | ⑦  |
|       | 問 3   | 3    | ③  |
|       | 問 4   | 4    | ④  |
|       | 問 5   | 5    | ⑤  |
| 第 2 問 | A 問 1 | 6    | ③  |
|       | A 問 2 | 7    | ⑦  |
|       | A 問 3 | 8    | ②  |
|       | B 問 4 | 9    | ⑤  |
|       | B 問 5 | 10   | ⑥  |
| 第 3 問 | A 問 1 | 11   | ②  |
|       | A 問 2 | 12   | ⑧  |
|       | B 問 3 | 13   | ①  |
|       | B 問 4 | 14   | ⑤  |
|       | B 問 5 | 15   | ②  |
| 第 4 問 | A 問 1 | 16   | ⑦  |
|       | A 問 2 | 17   | ⑧  |
|       | A 問 3 | 18   | ①  |
|       | B 問 4 | 19   | ③  |
|       | B 問 5 | 20   | ③  |
| 第 5 問 | A 問 1 | 21   | ③  |
|       | A 問 2 | 22   | ⑦  |
|       | A 問 3 | 23   | ①  |
|       | B 問 4 | 24   | ⑥  |
|       | B 問 5 | 25   | ②  |