

# H 4 化 学

この冊子は、化学の問題で 1 ページより 23 ページまであります。

## [注 意]

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用マークシートに受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号をマークしてください。
- (3) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
  - ① 解答用マークシートは、絶対に折り曲げてはいけません。
  - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。  
指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
  - ③ 誤ってマークした場合は、消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取り除いたうえ、新たにマークしてください。
  - ④ 解答欄のマークは、横 1 行について 1 箇所に限ります。  
2 箇所以上マークすると採点されません。  
あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
  - ⑤ 解答用マークシートに記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。  
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

必要があれば次の数値を用いなさい。

|     |    |      |   |      |    |      |    |      |
|-----|----|------|---|------|----|------|----|------|
| 原子量 | H  | 1.0  | C | 12.0 | N  | 14.0 | O  | 16.0 |
|     | Na | 23.0 | K | 39.0 | Cr | 52.0 | Ag | 108  |
|     | Cl | 35.5 | I | 127  |    |      |    |      |

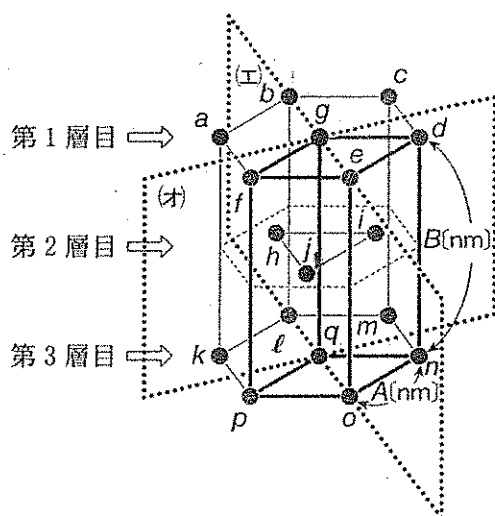
気体定数  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

- 1 積層構造Ⅰと積層構造Ⅱに関する次の説明を読み、(1)から(10)の問いに答えなさい。(29点)

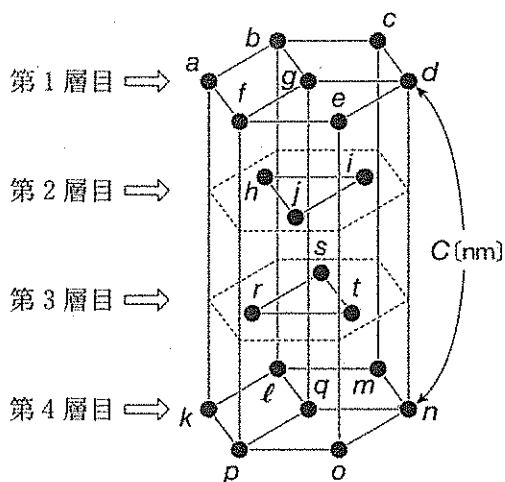
ある金属原子を、すき間ができるだけ小さくなるように配列した結晶構造を最密構造という。最密構造には、六方最密構造と面心立方格子があり、それぞれの原子の積み重なり方(積層構造)を右図のⅠとⅡに示した。積層構造Ⅰでは、図の  $a \sim g$  の座標を中心とする原子からなる第1層目のすき間を埋めるように  $h \sim j$  を中心とする原子からなる第2層目が積み重なり、第1層目と同じ構造をもつ  $k \sim q$  を中心とする原子からなる第3層目が積み重なっている。一方、積層構造Ⅱでは、第2層目までの原子の配列は積層構造Ⅰと同じである。しかし、第3層目に  $r \sim t$  を中心とする原子からなる層があり、 $k \sim q$  を中心とする原子からなる第4層目は第1層目と同じ構造をもち、第1層目から第3層目までの配列が繰り返して積み重なっていく構造となっている。

積層構造Ⅰの単位格子は、図中の太線で示したように  $d, e, f, g, n, o, p, q$  を頂点とする四角柱の部分である。このうち、単位格子内の原子数を求めるとき、 $f$  を中心とする原子は (ア) 個分、 $g$  を中心とする原子は (イ) 個分が単位格子に含まれるものとして計算する。また、単位格子内の  $j$  を中心とする原子は、 $e, f, g$  を中心とする原子と  $o, p, q$  を中心とする原子に挟まれて、単位格子内では部分的に分割されている。しかし、 $d, e, g$  を中心とする原子と  $n, o, q$  を中心とする原子がつくる空孔を埋める他の原子を考えると、 $j$  を中心とする原子は単位格子内に1個分含まれていると考えてよい。従って、単位格子全体として、原子は (ウ) 個分含まれることになる。

# 積層構造Ⅰ



# 積層構造Ⅱ



- (1) 積層構造Ⅰの $f$ と $g$ を中心とする原子について、アとイにあてはまる数値と、単位格子中に含まれる原子の数ウにあてはまる最も適切な数を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。例えば解答が09の場合は、十の位に0を、一の位に9を、それぞれマークしなさい。

ア から ウ の解答群

01  $\frac{1}{2}$

02  $\frac{1}{3}$

03  $\frac{1}{4}$

04  $\frac{1}{6}$

05  $\frac{1}{8}$

06  $\frac{1}{12}$

07 1

08 2

09 3

10 4

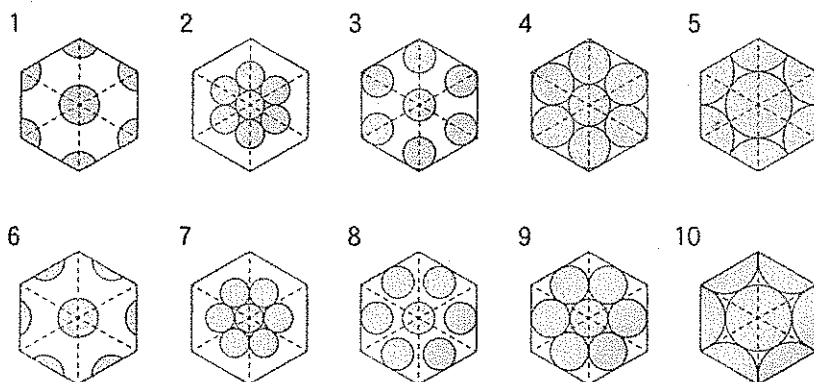
11 6

12 8

13 12

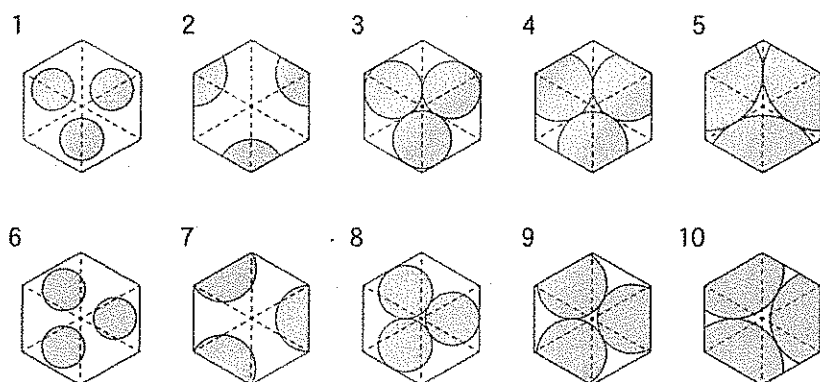
- (2) 積層構造Ⅰについて、7つの点  $a, b, c, d, e, f, g$  を通る面で切断した。その切断面を表している最も適切な図を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群



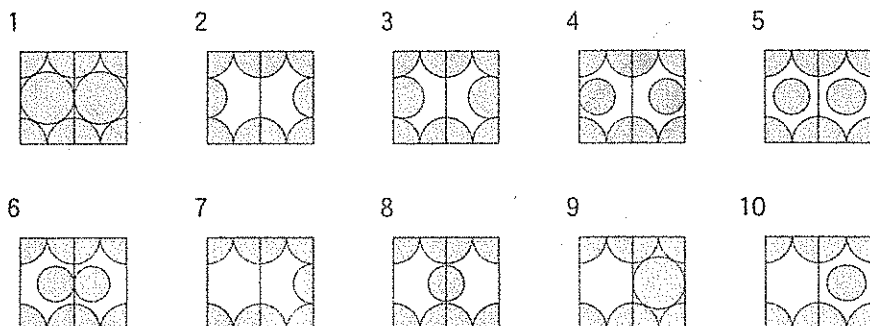
- (3) 積層構造Ⅰについて、3つの点  $h, j, i$  を通る面で切断した。その切断面を表している最も適切な図を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群



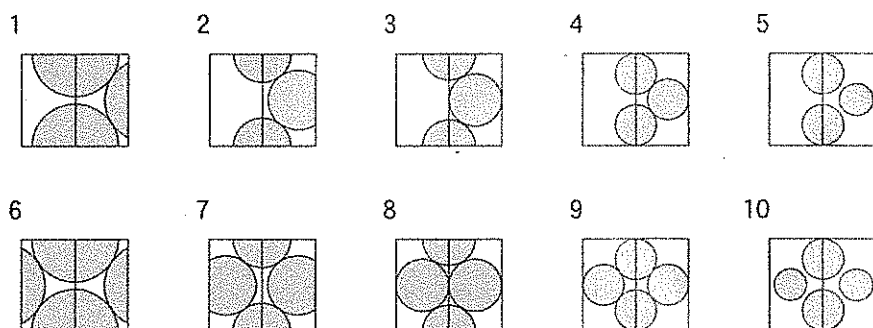
- (4) 積層構造Ⅰについて、6つの点 $b, g, e, o, q, \ell$ を通る面(工)で切断した。  
その切断面を表している最も適切な図を解答群から一つ選び、その番号を解答  
用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群



- (5) 積層構造Ⅰについて、 $g$ と $q$ を通り、 $a$ と $f, c$ と $d, m$ と $n, p$ と $k$ のそれ  
ぞれの中点を通る面(オ)で切断したとき、その切断面を表している最も適切な図  
を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマー  
クしなさい。

解答群



- (6) 積層構造 I について、単位格子中の  $n$ -o 間の距離を  $A$  (nm) とすると、 $n$ -d 間の距離を  $B$  (nm) として、 $B$  を  $A$  で表すとどのようなになるのか、最も適切なものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 $\frac{2\sqrt{6}}{3} A$  | 2 $\frac{4\sqrt{6}}{3} A$  | 3 $\frac{8\sqrt{6}}{3} A$  |
| 4 $\frac{2\sqrt{33}}{3} A$ | 5 $\frac{4\sqrt{33}}{3} A$ | 6 $\frac{8\sqrt{33}}{3} A$ |
| 7 $2\sqrt{3} A$            | 8 $4\sqrt{3} A$            | 9 $8\sqrt{3} A$            |
| 10 $2A$                    |                            |                            |

- (7) 積層構造 I について、単位格子中の  $n$ -o 間の距離を  $A$  (nm) とすると、この結晶の密度  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>) はいくらになるか、最も適切なものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、アボガドロ数を  $N_A = 6.0 \times 10^{23}$ 、原子量を  $M$  として計算しなさい。

解答群

- |                                         |                                        |                                        |
|-----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 $\frac{\sqrt{3}}{150} \frac{M}{A^3}$  | 2 $\frac{\sqrt{3}}{200} \frac{M}{A^3}$ | 3 $\frac{\sqrt{3}}{300} \frac{M}{A^3}$ |
| 4 $\frac{\sqrt{3}}{400} \frac{M}{A^3}$  | 5 $\frac{\sqrt{3}}{600} \frac{M}{A^3}$ | 6 $\frac{\sqrt{2}}{50} \frac{M}{A^3}$  |
| 7 $\frac{\sqrt{2}}{100} \frac{M}{A^3}$  | 8 $\frac{\sqrt{2}}{200} \frac{M}{A^3}$ | 9 $\frac{\sqrt{2}}{400} \frac{M}{A^3}$ |
| 10 $\frac{\sqrt{2}}{600} \frac{M}{A^3}$ |                                        |                                        |

右のページは白紙です。

- (8) 積層構造Ⅱについて、 $n$ - $d$ 間の距離を  $C$  [nm] とすると、金属の原子半径  $r$  (nm) は、どのように表せるか。最も適切なものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- |                            |                          |                          |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 $\frac{1}{2} C$          | 2 $\frac{1}{4} C$        | 3 $\frac{1}{5} C$        |
| 4 $\frac{\sqrt{6}}{2} C$   | 5 $\frac{\sqrt{6}}{3} C$ | 6 $\frac{\sqrt{6}}{6} C$ |
| 7 $\frac{\sqrt{6}}{12} C$  | 8 $\frac{\sqrt{3}}{2} C$ | 9 $\frac{\sqrt{3}}{3} C$ |
| 10 $\frac{\sqrt{3}}{10} C$ |                          |                          |

- (9) 積層構造Ⅱについて、 $n$ - $d$ 間の距離を  $C$  (nm) とすると、密度  $\rho$  (g/cm<sup>3</sup>) はどのように表せるか。最も適切なものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、アボガドロ数を  $N_A = 6.0 \times 10^{23}$ 、原子量を  $M$  として求めなさい。

解答群

- |                                         |                                         |                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1 $\frac{\sqrt{3}}{2700} \frac{M}{C^3}$ | 2 $\frac{\sqrt{3}}{1350} \frac{M}{C^3}$ | 3 $\frac{\sqrt{3}}{200} \frac{M}{C^3}$  |
| 4 $\frac{\sqrt{3}}{100} \frac{M}{C^3}$  | 5 $\frac{\sqrt{3}}{50} \frac{M}{C^3}$   | 6 $\frac{3\sqrt{3}}{100} \frac{M}{C^3}$ |
| 7 $\frac{\sqrt{3}}{900} MC^3$           | 8 $\frac{\sqrt{3}}{450} MC^3$           | 9 $\frac{\sqrt{3}}{300} MC^3$           |
| 10 $\frac{\sqrt{3}}{150} MC^3$          |                                         |                                         |

右のページは白紙です。

- (10) 積層構造Ⅱで $n$ - $d$ 間の距離を $C[\text{nm}]$ とすると、充填率(%)はどのように表せるか。最も適切な値を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、円周率は $\pi$ として計算しなさい。

解答群

- |    |                           |   |                           |   |                           |
|----|---------------------------|---|---------------------------|---|---------------------------|
| 1  | $17\sqrt{2}\pi$           | 2 | $\frac{33\sqrt{2}}{2}\pi$ | 3 | $\frac{50\sqrt{2}}{3}\pi$ |
| 4  | $\frac{67\sqrt{2}}{4}\pi$ | 5 | $\frac{84\sqrt{2}}{5}\pi$ | 6 | $14\sqrt{3}\pi$           |
| 7  | $\frac{27\sqrt{3}}{2}\pi$ | 8 | $\frac{41\sqrt{3}}{3}\pi$ | 9 | $\frac{55\sqrt{3}}{4}\pi$ |
| 10 | $\frac{68\sqrt{3}}{5}\pi$ |   |                           |   |                           |

右のページは白紙です。

- 2 ある濃度の NaCl 水溶液 500 mL がある。この水溶液に 0.01 mol/L の  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  水溶液 500 mL を加え、0.10 mol/L の  $\text{AgNO}_3$  水溶液を用いて滴定した。はじめ、沈殿 (ア) を生じたが、この  $\text{AgNO}_3$  水溶液をちょうど 1000 mL 加えたところで滴定の終点となる沈殿 (イ) を僅かに生じた。ただし、 $\text{AgCl}$  と  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  の溶解度積をそれぞれ  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.6 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ 、 $K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 2.0 \times 10^{-12} (\text{mol/L})^3$  とする。つぎの(1)~(8)の問いに答えなさい。必要ならば  $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{6} = 2.45$  を用いて計算しなさい。

(21 点)

- (1) 沈殿 (ア) と沈殿 (イ) について該当するものと色の関係で正しいものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- |                                   |                                  |                                   |
|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 $\text{AgCl}$ , 黄色              | 2 $\text{AgCl}$ , 黄白色            | 3 $\text{AgCl}$ , 白色              |
| 4 $\text{AgCl}$ , 赤色              | 5 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , 黄色 | 6 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , 黄白色 |
| 7 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , 白色  | 8 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , 赤色 | 9 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , 黒色  |
| 10 $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ , 青色 |                                  |                                   |

- (2) この滴定によって、はじめの NaCl 水溶液中にあった塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  がすべて沈殿したとして、はじめの NaCl 水溶液の  $[\text{Cl}^-]$  mol/L を求めなさい。最も適切な数値を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- |         |          |         |         |
|---------|----------|---------|---------|
| 1 1.0   | 2 1.5    | 3 2.0   | 4 0.10  |
| 5 0.15  | 6 0.20   | 7 0.010 | 8 0.015 |
| 9 0.020 | 10 0.025 |         |         |

右のページは白紙です。

- (3) NaCl 水溶液と  $K_2CrO_4$  水溶液を混合した水溶液に  $AgNO_3$  水溶液の最初の 1 滴を加えたときに沈殿 ア が析出した。この時の水溶液の  $[Ag^+]$  mol/L を求め、最も適切な数値を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、 $AgNO_3$  水溶液を加えたことによる体積増加を無視するものとする。

解答群

- |                         |                        |                         |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| 1 $3.2 \times 10^{-8}$  | 2 $3.2 \times 10^{-9}$ | 3 $6.4 \times 10^{-8}$  |
| 4 $6.4 \times 10^{-9}$  | 5 $1.6 \times 10^{-9}$ | 6 $1.6 \times 10^{-10}$ |
| 7 $1.6 \times 10^{-11}$ | 8 $8.0 \times 10^{-4}$ | 9 $8.0 \times 10^{-5}$  |
| 10 $8.0 \times 10^{-6}$ |                        |                         |

- (4) 滴定によって沈殿 イ が析出し始める時の  $[Ag^+]$  mol/L を求め、最も適切な数値を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 $1.4 \times 10^{-4}$  | 2 $1.4 \times 10^{-5}$  | 3 $1.4 \times 10^{-6}$  |
| 4 $2.0 \times 10^{-10}$ | 5 $4.0 \times 10^{-10}$ | 6 $8.0 \times 10^{-10}$ |
| 7 $1.6 \times 10^{-9}$  | 8 $2.8 \times 10^{-4}$  | 9 $2.8 \times 10^{-5}$  |
| 10 $2.8 \times 10^{-6}$ |                         |                         |

右のページは白紙です。

- (5) 滴定によって沈殿 イ が析出し始める時の  $[\text{Cl}^-]$  mol/L を求め、最も適切な数値を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- |                         |                        |                        |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 $1.6 \times 10^{-9}$  | 2 $1.4 \times 10^{-5}$ | 3 $1.1 \times 10^{-5}$ |
| 4 $1.1 \times 10^{-6}$  | 5 $1.1 \times 10^{-4}$ | 6 $5.7 \times 10^{-4}$ |
| 7 $5.7 \times 10^{-5}$  | 8 $5.7 \times 10^{-6}$ | 9 $8.0 \times 10^{-5}$ |
| 10 $8.0 \times 10^{-6}$ |                        |                        |

- (6) NaCl 水溶液中の塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  は、滴定の終点で沈殿したとしても、微量ながら平衡で存在している。滴定の終点で生じた沈殿 ア と沈殿 イ を完全にろ過し、ろ液を濃縮乾固した。ろ液の残渣に含まれている塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  が、すべて NaCl として得られるとすると、その質量は何 g となるか。最も適切な数値を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- |                         |                        |                        |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 $1.3 \times 10^{-2}$  | 2 $1.3 \times 10^{-3}$ | 3 $1.7 \times 10^{-4}$ |
| 4 $1.7 \times 10^{-5}$  | 5 $2.2 \times 10^{-3}$ | 6 $2.2 \times 10^{-4}$ |
| 7 $3.3 \times 10^{-3}$  | 8 $3.3 \times 10^{-4}$ | 9 $6.7 \times 10^{-4}$ |
| 10 $6.7 \times 10^{-5}$ |                        |                        |

- (7) 滴定が終点に達したところで、 $\text{AgNO}_3$  水溶液の滴定をやめ、 $\text{NaCl}$  水溶液を加えていくと、どのような変化が起こるか、最も適切なものを解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群

- 1 最終的に生じた沈殿  の色が変わる。
- 2 最終的に生じた沈殿  の色が変わる。
- 3 沈殿  がさらに析出する。
- 4 沈殿  がさらに析出する。
- 5 沈殿  と  がどちらもさらに析出する。
- 6 沈殿  が溶ける。
- 7 沈殿  が溶ける。
- 8 沈殿  と  がどちらも溶ける。

- (8) この沈殿滴定法に関して、適切な記述を解答群から一つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

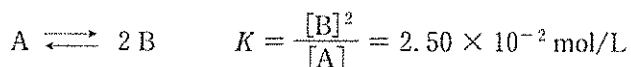
解答群

- 1 この沈殿滴定を pH 1 ~ pH 3 の強酸性下で行った。
- 2 この沈殿滴定を pH 12 ~ pH 14 の強塩基性下で行った。
- 3 塩化物イオン  $\text{Cl}^-$  の滴定以外に、ヨウ化物イオン  $\text{I}^-$  の滴定も行った。
- 4  $\text{AgNO}_3$  水溶液を褐色のビュレットに入れて滴定した。
- 5  $\text{AgNO}_3$  水溶液をコニカルビーカーに入れて滴定した。
- 6 得られた沈殿  を含む水溶液を流し台に捨てた。

- 3 気体の平衡に関する以下の問題文を読み、 から  に該当する最も適切な数値をそれぞれの解答群から選び、その番号を解答用マークシートの該当する欄にマークしなさい。気体はすべて理想気体として取り扱う。

(28 点)

気体 A と気体 B の間には以下のような平衡が成り立ち、温度 300 K における濃度平衡定数  $K$  の値は  $2.50 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  である。



- (1) 体積が可変の容器にある物質量の気体 A のみを導入し放置したところ、気体 A の一部が分解し、温度 300 K で体積が 2.00 L、混合気体の物質量が 0.300 mol となった。このとき導入した気体 A の物質量は  mol であり、気体 A の  % が分解している。
- (2) (1)の状態から、容器の体積を 2.00 L に保ったまま、温度を 360 K に上昇させたところ、混合気体の全圧が 1.40 倍となった。温度 360 K においては気体 A の  % が分解しており、温度 360 K における濃度平衡定数の値は  mol/L と計算される。
- (3) (1)の状態から、温度を 300 K に保ったまま、容器の体積を 20.0 L とした。このとき全圧は(1)の状態と比べて  倍である。

(ア)の解答群

- |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 $1.00 \times 10^{-2}$ | 2 $2.50 \times 10^{-2}$ | 3 $5.00 \times 10^{-2}$ |
| 4 $7.50 \times 10^{-2}$ | 5 $1.00 \times 10^{-1}$ | 6 $2.50 \times 10^{-1}$ |
| 7 $5.00 \times 10^{-1}$ | 8 $7.50 \times 10^{-1}$ | 9 1.00                  |
| 10 1.25                 |                         |                         |

(イ)の解答群

- |        |         |        |        |
|--------|---------|--------|--------|
| 1 5.0  | 2 7.5   | 3 10.0 | 4 12.5 |
| 5 15.0 | 6 17.5  | 7 20.0 | 8 22.5 |
| 9 25.0 | 10 27.5 |        |        |

(ウ)の解答群

- |        |         |        |        |
|--------|---------|--------|--------|
| 1 10.0 | 2 12.5  | 3 15.0 | 4 17.5 |
| 5 20.0 | 6 25.0  | 7 30.0 | 8 35.0 |
| 9 40.0 | 10 50.0 |        |        |

(エ)の解答群

- |                         |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 $1.33 \times 10^{-1}$ | 2 $2.66 \times 10^{-1}$ | 3 $4.00 \times 10^{-1}$ |
| 4 $5.32 \times 10^{-1}$ | 5 $6.65 \times 10^{-1}$ | 6 $7.98 \times 10^{-1}$ |
| 7 1.33                  | 8 2.66                  | 9 4.00                  |
| 10 5.32                 |                         |                         |

(オ)の解答群

- |         |          |         |         |
|---------|----------|---------|---------|
| 1 0.050 | 2 0.075  | 3 0.100 | 4 0.125 |
| 5 0.150 | 6 0.175  | 7 0.200 | 8 0.225 |
| 9 0.250 | 10 0.275 |         |         |

- 4 次の記述の空欄 (ア) ~ (オ) にあてはまる最も適切な答えをそれぞれの解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。(22点)

(1) Ne, Ar, Kr の沸点の高低を正しく示しているのは (ア) である。

(ア) の解答群

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1 Ne < Ar < Kr | 2 Ne < Kr < Ar |
| 3 Ar < Ne < Kr | 4 Ar < Kr < Ne |
| 5 Kr < Ne < Ar | 6 Kr < Ar < Ne |

(2) He, Ne, Ar のイオン化エネルギーの大小を正しく示しているのは (イ) である。

(イ) の解答群

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1 Ar < Ne < He | 2 Ne < Ar < He |
| 3 He < Ar < Ne | 4 Ar < He < Ne |
| 5 He < Ne < Ar | 6 Ne < He < Ar |

- (3)  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、 $1.00 \text{ L}$ の水に窒素は $24.0 \text{ mL}$ 、酸素は $49.0 \text{ mL}$ 溶解するものとする。酸素と窒素は理想気体として振る舞い、気体の水への溶解についてヘンリーの法則が成立し、気体の溶解度は混合気体においても変わらないものとする。水の蒸気圧は無視してよい。

体積が一定の密閉容器に水  $20.0 \text{ L}$  と窒素  $0.200 \text{ mol}$  を入れて温度を  $0^{\circ}\text{C}$  に保ったところ、容器内の圧力は  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  となった。この状態で、水に溶けている窒素は ウ  $\text{g}$  であり、容器内の気体部分の体積は エ  $\text{L}$  である。

容器の体積を保ちつつ、 $0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において $2.49 \text{ L}$ を占める酸素をさらに容器内に導入し、温度を $0^{\circ}\text{C}$ に保って放置した。このとき水に溶けている酸素は オ  $\text{g}$  である。

ウ の解答群

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 1 0.10 | 2 0.20 | 3 0.30 | 4 0.40 |
| 5 0.50 | 6 0.60 | 7 0.70 | 8 0.80 |

エ の解答群

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| 1 1.0 | 2 2.0 | 3 3.0 | 4 4.0 |
| 5 5.0 | 6 6.0 | 7 7.0 | 8 8.0 |

オ の解答群

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 1 0.10 | 2 0.20 | 3 0.30 | 4 0.40 |
| 5 0.50 | 6 0.60 | 7 0.70 | 8 0.80 |

5

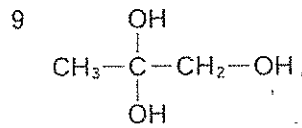
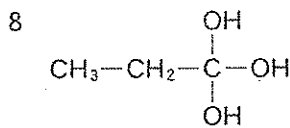
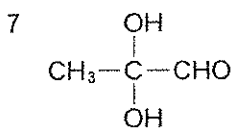
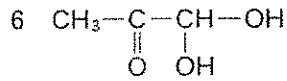
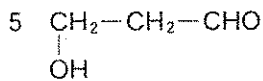
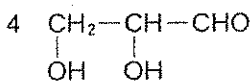
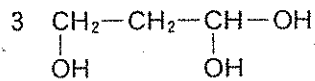
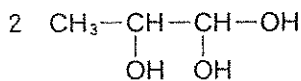
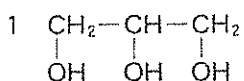
つぎの条件を満たす化合物に関する以下の問いに答えなさい。

(26 点)

分子式  $C_3H_6O_3$  で表される鎖状の化合物。ただし、エーテル結合や炭酸エステル結合 ( $-O-CO-O-$ )、2 個の酸素原子が直列につながる構造 ( $-O-O-$ ) は含まない。

- (1) 問題文の条件を満たす化合物のうち、不斉炭素原子をもちフェーリング液とともに加熱すると赤色沈殿を生じる化合物がある。この化合物を還元して得られる化合物の構造式として最も適切なものを(1)の解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

## (1)の解答群



(2) 問題文の条件を満たす化合物のうち、化合物 A および化合物 B はエステル結合をもち、以下の(i)から(v)の関係を満たしている。

- (i) 化合物 A を加水分解すると、化合物 C と化合物 D が生じる。
- (ii) 化合物 B を加水分解すると、化合物 E と化合物 F が生じる。
- (iii) 化合物 C を酸化すると、化合物 G を経て化合物 E に変換される。
- (iv) 化合物 D を酸化すると、化合物 D' を経て化合物 H に変換される。
- (v) 化合物 F を酸化すると、化合物 F' を経て化合物 H に変換される。

これらのことから、化合物 C から化合物 H の構造式として最も適切なものをそれぞれ(2)の解答群から 1 つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。解答が 19 の場合は、十の位には 1 を、一の位には 9 をそれぞれマークしなさい。

(2)の解答群

- |                                                                  |                                                                                       |                                                                                                |                                                                                               |                                                                 |
|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 01 $\text{CH}_3\text{-OH}$                                       | 02 $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-OH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$             | 03 $\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH-OH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$             | 04 $\text{HCHO}$                                                                              | 05 $\text{HCOOH}$                                               |
| 06 $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$                           | 07 $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ | 08 $\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH-CH}_2\text{-OH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ | 09 $\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH}_3\text{-C-OH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$ |                                                                 |
| 10 $\text{CH}_3\text{-COOH}$                                     | 11 $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$           | 12 $\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH-COOH} \\   \\ \text{OH} \end{array}$           | 13 $\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{COOH} \end{array}$                             |                                                                 |
| 14 $\begin{array}{c} \text{COOH} \\   \\ \text{CHO} \end{array}$ | 15 $\text{CH}_3\text{-CHO}$                                                           | 16 $\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-CHO} \\   \\ \text{OH} \end{array}$                     | 17 $\begin{array}{c} \text{OH} \\   \\ \text{CH-CHO} \\   \\ \text{OH} \end{array}$           | 18 $\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{CHO} \end{array}$ |

(3) 問題文の条件を満たす化合物のうち、不斉炭素原子をもたないカルボン酸を脱水して得られる化合物のナトリウム塩を重合および架橋させて高分子化合物を合成した。この高分子化合物が示す性質として最も適切なものを(3)の解答群から1つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

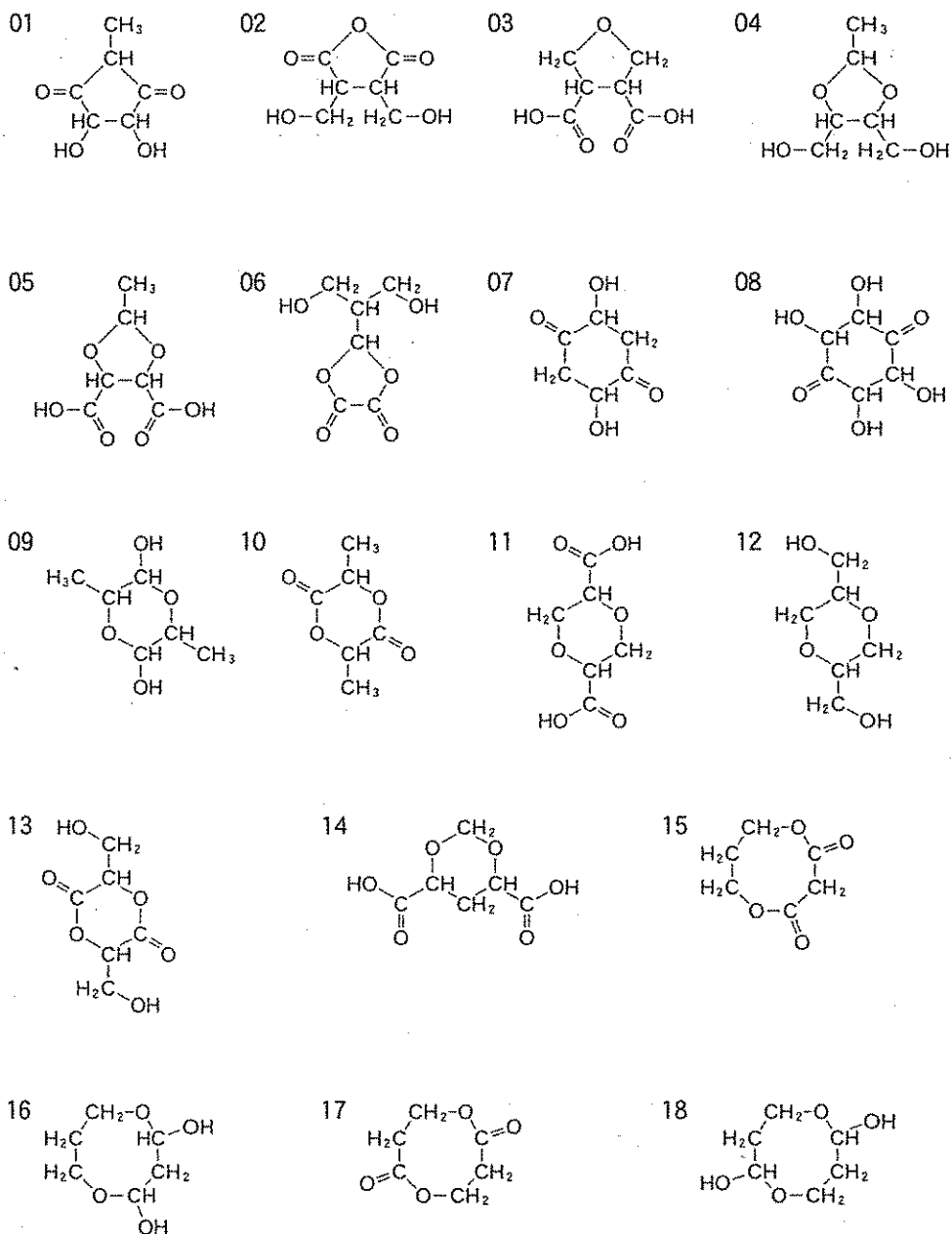
(3)の解答群

- 1 感光性を示し、プリント配線などに利用される
- 2 導電性を示し、コンデンサーや電池に利用される
- 3 耐油性を示し、石油ホースなどに利用される
- 4 光透過性を示し、メガネのレンズなどに利用される
- 5 高吸水性を示し、紙おむつなどに利用される
- 6 生分解性を示し、農業用のシートなどに利用される
- 7 熱硬化性を示し、車体や船体の建材として利用される

(4) 高分子化合物Xは、化合物Yを開環重合させることにより合成することができる。この化合物Yの分子式は $C_6H_mO_n$ で与えられる。化合物Yを加水分解すると、1分子のYから2分子の化合物Zが生成した。この化合物Zは問題文の条件を満たす化合物であり、不斉炭素原子をもっていた。これより、化合物Yの分子式の $m$ と $n$ はそれぞれ ア と イ である。  
ア および イ にあてはまる数値を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。数値が1桁の場合は、十の位には0をマークしなさい。

(5) 化合物Yの構造式として最も適切なものを(5)の解答群から1つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。解答が19の場合は、十の位には1を、一の位には9をそれぞれマークしなさい。

(5)の解答群



(6) 高分子化合物 X は、どのような種類の樹脂に分類されるか。最も適切なものを(6)の解答群から 1 つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

(6)の解答群

- |            |             |
|------------|-------------|
| 1 アクリル樹脂   | 2 アミノ樹脂     |
| 3 シリコン樹脂   | 4 スチロール樹脂   |
| 5 フェノール樹脂  | 6 フッ素樹脂     |
| 7 ポリアミド系樹脂 | 8 ポリエステル系樹脂 |

(7) (6)で選んだ樹脂に分類される高分子化合物の例として最も適切なものを(7)および(8)の解答群から 1 つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

(8) 開環重合によって合成される高分子化合物の例として最も適切なものを(7)および(8)の解答群から 1 つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

(7)および(8)の解答群

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| 1 ナイロン 6        | 2 ナイロン 66     |
| 3 ポリアクリロニトリル    | 4 ポリイソブレン     |
| 5 ポリエチレンテレフタレート | 6 ポリ塩化ビニル     |
| 7 ポリビニルアルコール    | 8 ポリメタクリル酸メチル |

右のページは白紙です。

6 油脂は高級脂肪酸とグリセリンのエステルで、動植物に含まれる。天然の油脂を構成する脂肪酸の種類と含有率は様々である。油脂 X, Y, Z はオリーブ油、ごま油、ひまわり油のいずれかであり、これらの油脂の構成脂肪酸の組成を調べたところ、いずれも A, B, C, D, 4 種類の脂肪酸のみを含むことがわかった。つぎの (ア) から (コ) にあてはまる最も適切な化合物または語句、数値をそれぞれの解答群から 1 つ選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。 (サ) から (セ) については、あてはまる数値を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。 (24 点)

(1) A のみで構成される油脂の分子量は 806, B のみで構成される油脂の分子量は 884 であった。これより A は (ア), B は (イ) であることがわかる。

(2) 1 分子の B に水素 1 分子を付加すると C に、1 分子の D に水素 1 分子を付加すると B にそれぞれ変換された。これより C は (ウ), D は (エ) であることがわかる。

(ア) から (エ) の解答群

- |                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| 1 ラウリン酸: $C_{12}H_{24}O_2$    | 2 ミリスチン酸: $C_{14}H_{28}O_2$  |
| 3 パルミトレイン酸: $C_{16}H_{30}O_2$ | 4 パルミチン酸: $C_{16}H_{32}O_2$  |
| 5 リノレン酸: $C_{18}H_{30}O_2$    | 6 リノール酸: $C_{18}H_{32}O_2$   |
| 7 オレイン酸: $C_{18}H_{34}O_2$    | 8 ステアリン酸: $C_{18}H_{36}O_2$  |
| 9 アラキドン酸: $C_{20}H_{32}O_2$   | 10 アラキジン酸: $C_{20}H_{40}O_2$ |

(3) 油脂 X を構成する脂肪酸の物質質量比は  $A : B : C : D = 3 : 10 : 2 : 35$  であり、油脂 Y を構成する脂肪酸の物質質量比は  $A : B : C : D = 6 : 35 : 3 : 6$  であった。油脂 X は空気中の酸素で酸化されて徐々に固まる性質をもっており、このような油脂を (オ) という。一方、油脂 Y は空気中で固化しにくい性質をもっており、このような油脂を (カ) という。また、常温で液体であるべに花油のような油脂に、触媒を用いて高温で水素を付加し、常温で固体となるようにした油脂を (キ) といい、マーガリンの原料などに使用される。なお、このような操作を行う際に生じる (ク) を大量に摂取することは健康に対し悪影響を及ぼすと考えられており、これを含む食品の使用を規制する国が増えている。

(オ) から (ク) の解答群

- |         |           |         |
|---------|-----------|---------|
| 1 乾性油   | 2 硬化油     | 3 シス脂肪酸 |
| 4 中鎖脂肪酸 | 5 トランス脂肪酸 | 6 軟化油   |
| 7 半乾性油  | 8 不乾性油    | 9 リン脂質  |

- (4) Bのみで構成される油脂のヨウ素価を整数値で表すと  , Dのみで構成される油脂のヨウ素価を整数値で表すと  である。ヨウ素価とは、100 g の油脂に付加するヨウ素の質量[g]の数値である。

および  の解答群

|       |        |       |       |
|-------|--------|-------|-------|
| 1 79  | 2 86   | 3 95  | 4 106 |
| 5 158 | 6 174  | 7 192 | 8 239 |
| 9 262 | 10 321 |       |       |

- (5) 油脂 Z の平均分子量は 875.1 で、ヨウ素価は 118 であった。また油脂 Z を構成する A の物質量は C の物質量の 2 倍であった。この油脂を構成する脂肪酸すべての物質量を 100 % とした場合、A から D の物質量はそれぞれ、A が  %, B が  %, C が  %, D が  % である。 から  にあてはまる数値を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。ただし、数値は小数点以下を四捨五入して整数で答えるものとし、数値が 1 桁の場合は、十の位には 0 をマークしなさい。