

試験開始の指示があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

①

理科 ② (物理 化学) (各科目)  
(生物 地学) (100点)

注意事項

- 1 解答用紙に、正しく記入・マークされていない場合は、採点できないことがあります。特に、解答用紙の第1解答科目欄・第2解答科目欄にマークされていない場合又は複数の科目にマークされている場合は、0点となります。
- 2 出題科目、ページ及び選択方法は、下表のとおりです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
物 理	4～33	受験できる科目数は、受験票に記載されているとおりです。
化 学	34～61	
生 物	62～93	
地 学	94～127	

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。例えば、

10
----

と表示のある問いに対して③と解答する場合は、次の(例)のように解答番号10の解答欄の③にマークしなさい。

(例)

解答番号	解 答 欄
10	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ a b

- 5 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

## 6 不正行為について

- ① 不正行為に対しては厳正に対処します。
- ② 不正行為に見えるような行為が見受けられた場合は、監督者がカードを用いて注意します。
- ③ 不正行為を行った場合は、その時点で受験を取りやめさせ退室させます。

## 7 2科目受験者の試験の進行方法について(2科目受験者のみ確認)

- ① この試験は、前半と後半に分けて実施します。
- ② 前半に解答する科目を「第1解答科目」、後半に解答する科目を「第2解答科目」として取り扱います。解答する科目及び順序は、志望する大学の指定に基づき、各自で決めなさい。
- ③ 第1解答科目、第2解答科目ともに解答時間は60分です。60分で1科目だけを解答しなさい。
- ④ 第1解答科目の後に、答案を回収する時間などを設けてありますが、休憩時間ではありませんので、トイレ等で一時退室することはできません。

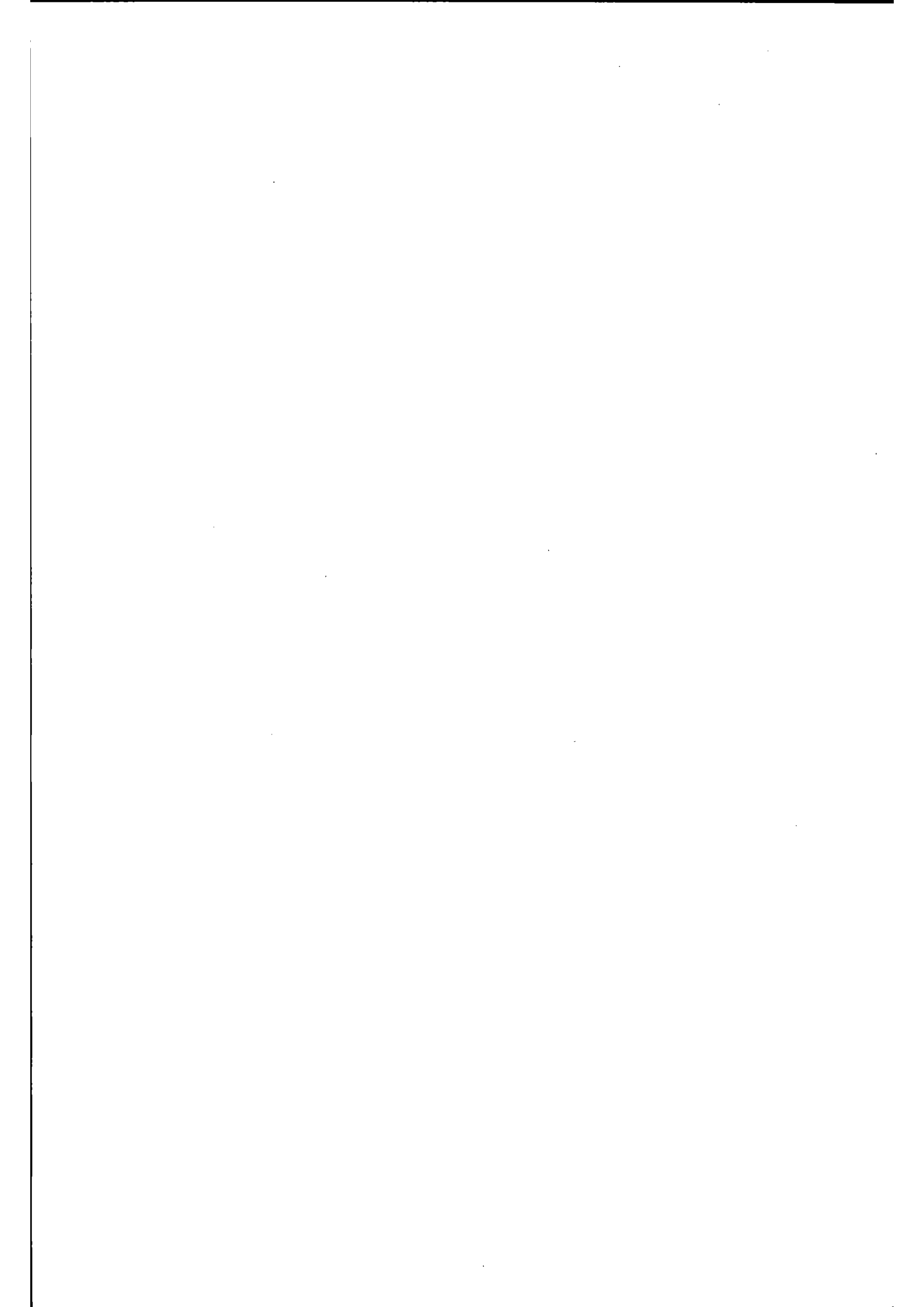
注) 進行方法が分からない場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。

## 8 試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。

## 問題訂正

理科②「化学」

訂正箇所	36ページ 第1問 問3 上から6行目 および 図1の右側
誤	全圧 $3.0 \times 10^5$ Pa
正	(この記述を削除してください)



# 化 学

(解答番号  ~ )

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	Li	6.9	Be	9.0	C	12
O	16	Na	23	Mg	24	S	32
K	39	Ca	40	I	127		

気体は、実在気体とことわりがない限り、理想気体として扱うものとする。

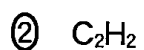
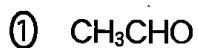
また、必要があれば、次の値を使うこと。

$$\sqrt{2} = 1.41$$

**第1問** 次の問い(問1~4)に答えよ。(配点 20)

問1 すべての化学結合が単結合からなる物質として最も適当なものを、次の①~

④のうちから一つ選べ。



問 2 次の文章を読み、下線部(a)・(b)の状態を示す用語の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。 2

海藻であるテングサを乾燥し、熱湯で溶出させると流動性のあるコロイド溶液が得られる。この溶液を冷却すると(a)流動性を失ったかたまりになる。さらに、このかたまりから水分を除去すると(b)乾燥した寒天ができる。

	(a)	(b)
①	ゾ ル	エーロゾル(エアロゾル)
②	ゾ ル	キセロゲル
③	エーロゾル(エアロゾル)	ゾ ル
④	エーロゾル(エアロゾル)	ゲ ル
⑤	ゲ ル	エーロゾル(エアロゾル)
⑥	ゲ ル	キセロゲル
⑦	キセロゲル	ゾ ル
⑧	キセロゲル	ゲ ル

## 化学

問 3 水蒸気を含む空気を温度一定のまま圧縮すると、全圧の増加に比例して水蒸気  
 の分圧は上昇する。水蒸気分圧が水の飽和蒸気圧に達すると、水蒸気の一  
 部が液体の水に凝縮し、それ以上圧縮しても水蒸気分圧は水の飽和蒸気圧と  
 等しいままである。

分圧  $3.0 \times 10^3 \text{ Pa}$  の水蒸気を含む全圧  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、温度  $300 \text{ K}$ 、体積  $24.9 \text{ L}$   
 の空気を、気体を圧縮する装置を用いて、温度一定のまま全圧  $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、  
 体積  $8.3 \text{ L}$  にまで圧縮した。この過程で水蒸気分圧が  $300 \text{ K}$  における水の飽  
 和蒸気圧である  $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$  に達すると、水蒸気の一部が液体の水に凝縮し始  
 めた。図 1 は圧縮前と圧縮後の様子を模式的に示したものである。圧縮後に生  
 じた液体の水の物質量は  $\text{mol}$  か。最も適当な数値を、後の①～⑥のうちか  
 ら一つ選べ。ただし、気体定数は  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  とし、全圧の  
 変化による水の飽和蒸気圧の変化は無視できるものとする。 3  $\text{mol}$

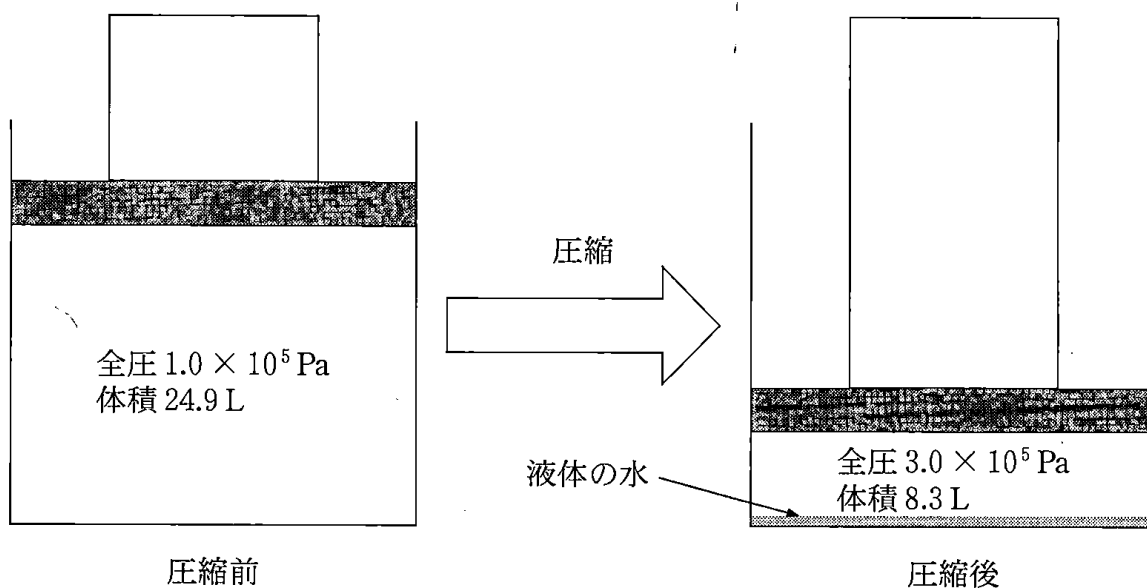


図 1 水蒸気を含む空気の圧縮の模式図

- |         |         |         |
|---------|---------|---------|
| ① 0.012 | ② 0.018 | ③ 0.030 |
| ④ 0.12  | ⑤ 0.18  | ⑥ 0.30  |

問 4 硫化カルシウム CaS (式量 72) の結晶構造に関する次の記述を読み、後の問い(a ~ c)に答えよ。

CaS の結晶中では、カルシウムイオン  $\text{Ca}^{2+}$  と硫化物イオン  $\text{S}^{2-}$  が図 2 に示すように規則正しく配列している。結晶中の  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{S}^{2-}$  の配位数はいずれも  で、単位格子は  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{S}^{2-}$  がそれぞれ 4 個ずつ含まれる立方体である。隣り合う  $\text{Ca}^{2+}$  と  $\text{S}^{2-}$  は接しているが、(a) 電荷が等しい  $\text{Ca}^{2+}$  どうし、および  $\text{S}^{2-}$  どうしは、結晶中で互いに接していない。  $\text{Ca}^{2+}$  のイオン半径を  $r_{\text{Ca}}$ 、 $\text{S}^{2-}$  のイオン半径を  $R_{\text{S}}$  とすると  $r_{\text{Ca}} < R_{\text{S}}$  であり、CaS の結晶の単位格子の体積  $V$  は  で表される。

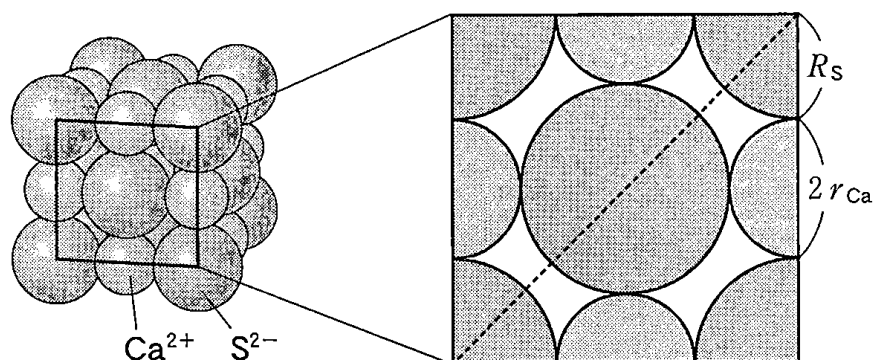


図 2 CaS の結晶構造と単位格子の断面

a 空欄  ・  に当てはまる数字または式として最も適当なものを、それぞれの解答群の①~⑤のうちから一つずつ選べ。

アの解答群

- ① 4      ② 6      ③ 8      ④ 10      ⑤ 12

イの解答群

- ①  $V = 8(R_{\text{S}} + r_{\text{Ca}})^3$       ②  $V = 32(R_{\text{S}}^3 + r_{\text{Ca}}^3)$   
 ③  $V = (R_{\text{S}} + r_{\text{Ca}})^3$       ④  $V = \frac{16}{3}\pi(R_{\text{S}}^3 + r_{\text{Ca}}^3)$   
 ⑤  $V = \frac{4}{3}\pi(R_{\text{S}}^3 + r_{\text{Ca}}^3)$



# 化学

- b エタノール 40 mL を入れたメスシリンダーを用意し、CaS の結晶 40 g をこのエタノール中に加えたところ、結晶はもとの形のまま溶けずに沈み、図 3 に示すように、40 の目盛りの位置にあった液面が 55 の目盛りの位置に移動した。この結晶の単位格子の体積  $V$  は何  $\text{cm}^3$  か。最も適当な数値を、後の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、アボガドロ定数を  $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$  とする。   $\text{cm}^3$

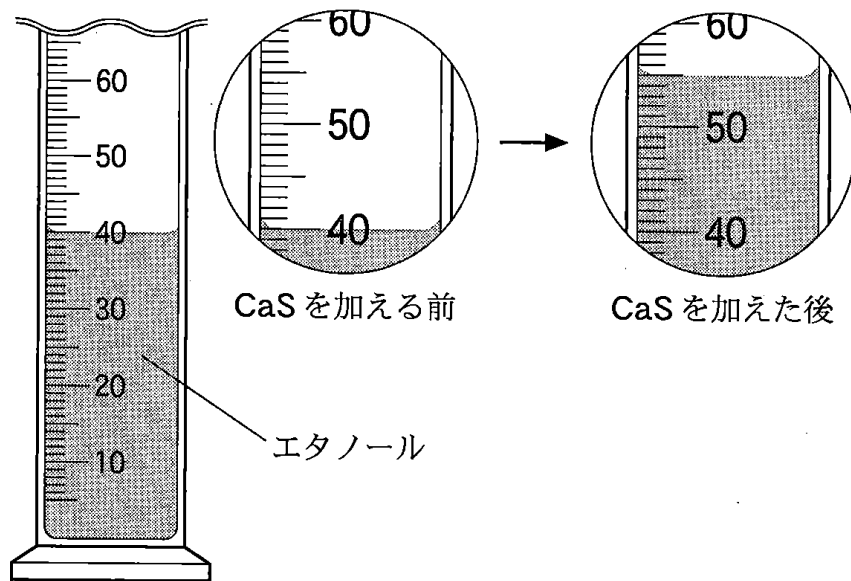


図 3 メスシリンダーの液面の移動

- ①  $4.5 \times 10^{-23}$                       ②  $1.8 \times 10^{-22}$                       ③  $3.6 \times 10^{-22}$   
 ④  $6.6 \times 10^{-22}$                       ⑤  $1.3 \times 10^{-21}$

c 図2に示すような配列の結晶構造をとる物質はCaS以外にも存在する。そのような物質では、下線部(a)に示すのと同様に、結晶中で陽イオンどうし、および陰イオンどうしが互いに接していないものが多い。結晶を構成する2種類のイオンのうち、イオンの大きさが大きい方のイオン半径を $R$ 、小さい方のイオン半径を $r$ として結晶の安定性を考える。このとき、 $R$ が $(\sqrt{\text{ウ}} + \text{エ})r$ 以上になると、図2に示す単位格子の断面の対角線(破線)上で大きい方のイオンどうしが接するようになる。その結果、この結晶構造が不安定になり、異なる結晶構造をとりやすくなることが知られている。

空欄  $\text{ウ}$  ・  $\text{エ}$  に当てはまる数字として最も適当なものを、後の①～⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

ウ 

7
---

  
 エ 

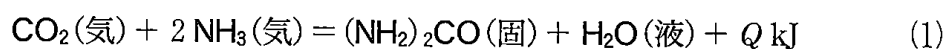
8
---

- ① 1      ② 2      ③ 3      ④ 4      ⑤ 5  
 ⑥ 6      ⑦ 7      ⑧ 8      ⑨ 9      ⑩ 0

## 化学

### 第2問 次の問い(問1～4)に答えよ。(配点 20)

問1 二酸化炭素  $\text{CO}_2$  とアンモニア  $\text{NH}_3$  を高温・高圧で反応させると、尿素  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  が生成する。このときの熱化学方程式(1)の反応熱  $Q$  は何 kJ か。最も適当な数値を、後の①～⑧のうちから一つ選べ。ただし、 $\text{CO}_2$ (気)、 $\text{NH}_3$ (気)、 $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (固)、水  $\text{H}_2\text{O}$ (液)の生成熱は、それぞれ 394 kJ/mol、46 kJ/mol、333 kJ/mol、286 kJ/mol とする。  kJ



- |   |       |   |       |   |       |   |       |
|---|-------|---|-------|---|-------|---|-------|
| ① | - 179 | ② | - 153 | ③ | - 133 | ④ | - 107 |
| ⑤ | 107   | ⑥ | 133   | ⑦ | 153   | ⑧ | 179   |

問2 硝酸銀  $\text{AgNO}_3$  水溶液の入った電解槽 V に浸した2枚の白金電極(電極 A、B)と、塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  水溶液の入った電解槽 W に浸した2本の炭素電極(電極 C、D)を、図1に示すように電源に接続した装置を組み立てた。この装置で電気分解を行った結果に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 電解槽 V の水素イオン濃度が増加した。
- ② 電極 A に銀 Ag が析出した。
- ③ 電極 B で水素  $\text{H}_2$  が発生した。
- ④ 電極 C にナトリウム Na が析出した。
- ⑤ 電極 D で塩素  $\text{Cl}_2$  が発生した。

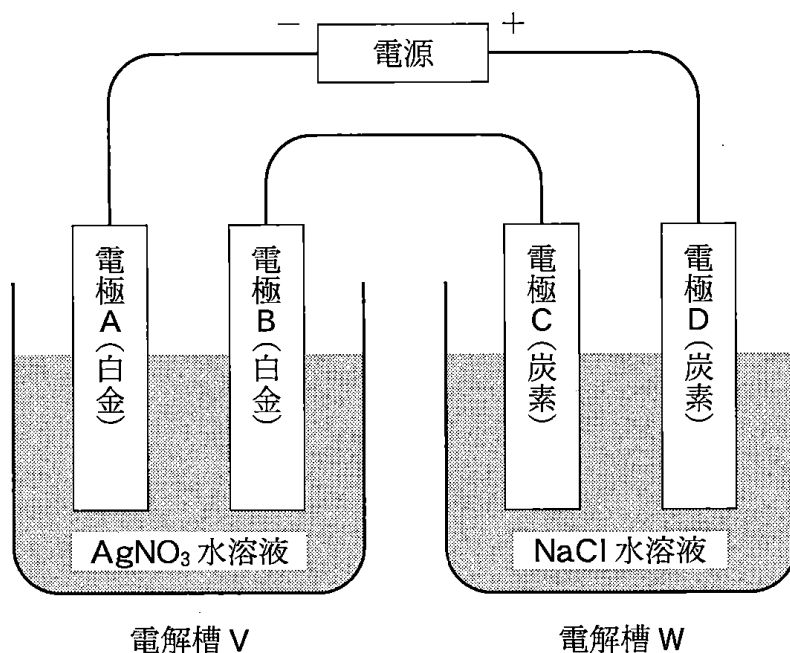


図1 電気分解の装置

問 3 容積一定の密閉容器 X に水素  $H_2$  とヨウ素  $I_2$  を入れて、一定温度  $T$  に保ったところ、次の式(2)の反応が平衡状態に達した。



平衡状態の  $H_2$ ,  $I_2$ , ヨウ化水素 HI の物質量は、それぞれ 0.40 mol, 0.40 mol, 3.2 mol であった。

次に、X の半分の一定容積をもつ密閉容器 Y に 1.0 mol の HI のみを入れて、同じ一定温度  $T$  に保つと、平衡状態に達した。このときの HI の物質量は、何 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、 $H_2$ ,  $I_2$ , HI はすべて気体として存在するものとする。 12 mol

- ① 0.060    ② 0.11    ③ 0.20    ④ 0.80    ⑤ 0.89    ⑥ 0.94

## 化 学

問 4 過酸化水素  $\text{H}_2\text{O}_2$  の水  $\text{H}_2\text{O}$  と酸素  $\text{O}_2$  への分解反応に関する次の文章を読み、後の問い(a ~ c)に答えよ。

$\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応は次の式(3)で表され、水溶液中での分解反応速度は  $\text{H}_2\text{O}_2$  の濃度に比例する。 $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応は非常に遅いが、酸化マンガン(IV)  $\text{MnO}_2$  を加えると反応が促進される。



試験管に少量の  $\text{MnO}_2$  の粉末とモル濃度  $0.400 \text{ mol/L}$  の過酸化水素水  $10.0 \text{ mL}$  を入れ、一定温度  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  で反応させた。反応開始から1分ごとに、それまでに発生した  $\text{O}_2$  の体積を測定し、その物質量を計算した。10分までの結果を表1と図2に示す。ただし、反応による水溶液の体積変化と、発生した  $\text{O}_2$  の水溶液への溶解は無視できるものとする。

表1 反応温度  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  で各時間までに発生した  $\text{O}_2$  の物質量

反応開始からの時間(min)	発生した $\text{O}_2$ の物質量( $\times 10^{-3} \text{ mol}$ )
0	0
1.0	0.417
2.0	0.747
3.0	1.01
4.0	1.22
5.0	1.38
6.0	1.51
7.0	1.61
8.0	1.69
9.0	1.76
10.0	1.81

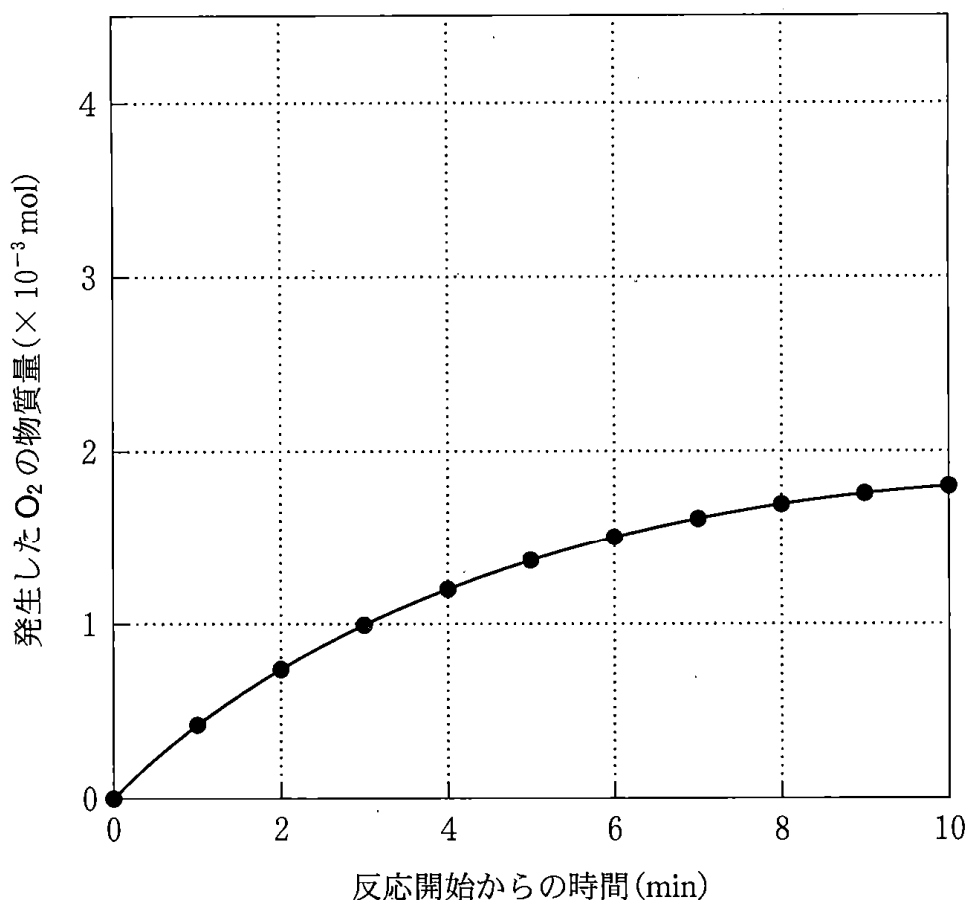


図2 反応温度 20 °C で各時間までに発生した O<sub>2</sub> の物質質量

a H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の水溶液中での分解反応に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 13

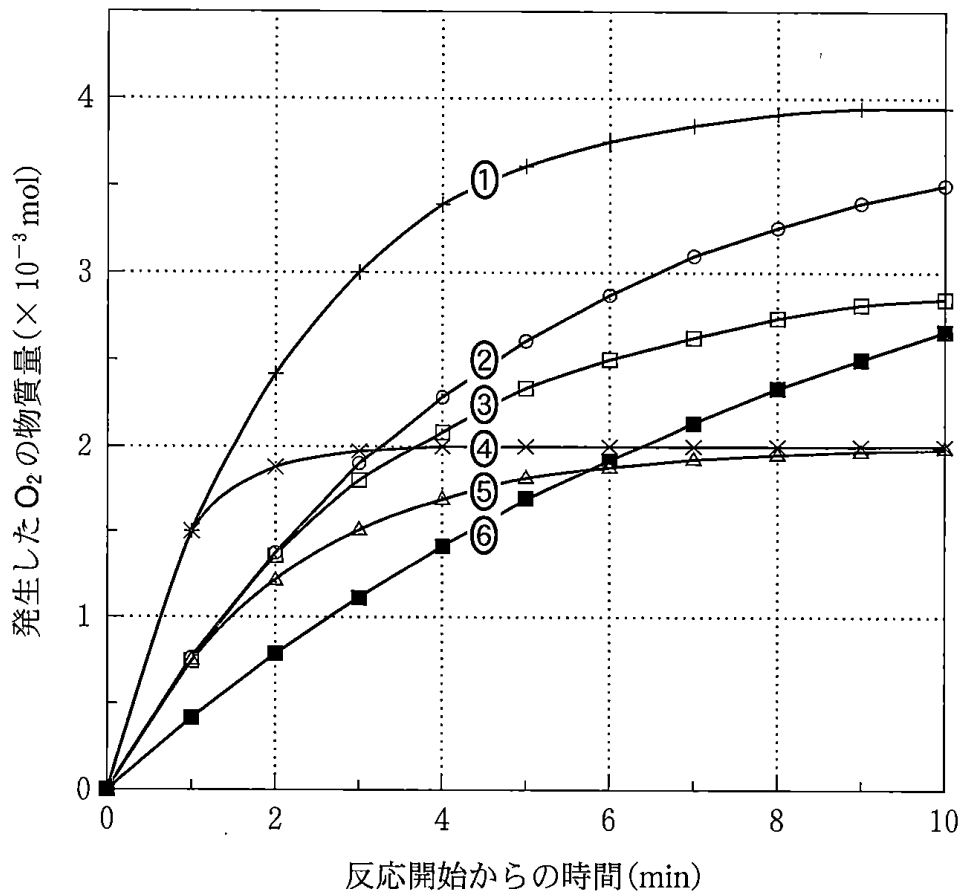
- ① 少量の塩化鉄(Ⅲ) FeCl<sub>3</sub> 水溶液を加えると、反応速度が大きくなる。
- ② 肝臓などに含まれるカタラーゼを適切な条件で加えると、反応速度が大きくなる。
- ③ MnO<sub>2</sub> の有無にかかわらず、温度を上げると反応速度が大きくなる。
- ④ MnO<sub>2</sub> を加えた場合、反応の前後でマンガン原子の酸化数に変化する。

# 化学

b 反応開始後 1.0 分から 2.0 分までの間における  $\text{H}_2\text{O}_2$  の分解反応の平均反応速度は何  $\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$  か。最も適当な数値を、次の①~⑧のうちから一つ選べ。   $\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{min})$

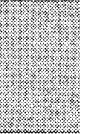
- ①  $3.3 \times 10^{-4}$     ②  $6.6 \times 10^{-4}$     ③  $8.3 \times 10^{-4}$     ④  $1.5 \times 10^{-3}$   
 ⑤  $3.3 \times 10^{-2}$     ⑥  $6.6 \times 10^{-2}$     ⑦  $8.3 \times 10^{-2}$     ⑧ 0.15

c 図 2 の結果を得た実験と同じ濃度と体積の過酸化水素水を、別の反応条件で反応させると、反応速度定数が 2.0 倍になることがわかった。このとき発生した  $\text{O}_2$  の物質量の時間変化として最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。



(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。





## 化 学

### 第 3 問 次の問い(問 1 ~ 3)に答えよ。(配点 20)

問 1 フッ化水素 HF に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 16

- ① 水溶液は弱い酸性を示す。
- ② 水溶液に銀イオン  $\text{Ag}^+$  が加わっても沈殿は生じない。
- ③ 他のハロゲン化水素よりも沸点が高い。
- ④ ヨウ素  $\text{I}_2$  と反応してフッ素  $\text{F}_2$  を生じる。

問 2 金属イオン  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  の硝酸塩のうち二つを含む水溶液 A がある。A に対して次の図 1 に示す操作 I ~ IV を行ったところ、それぞれ図 1 に示すような結果が得られた。A に含まれる二つの金属イオンとして最も適当なものを、後の①~⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

17

18

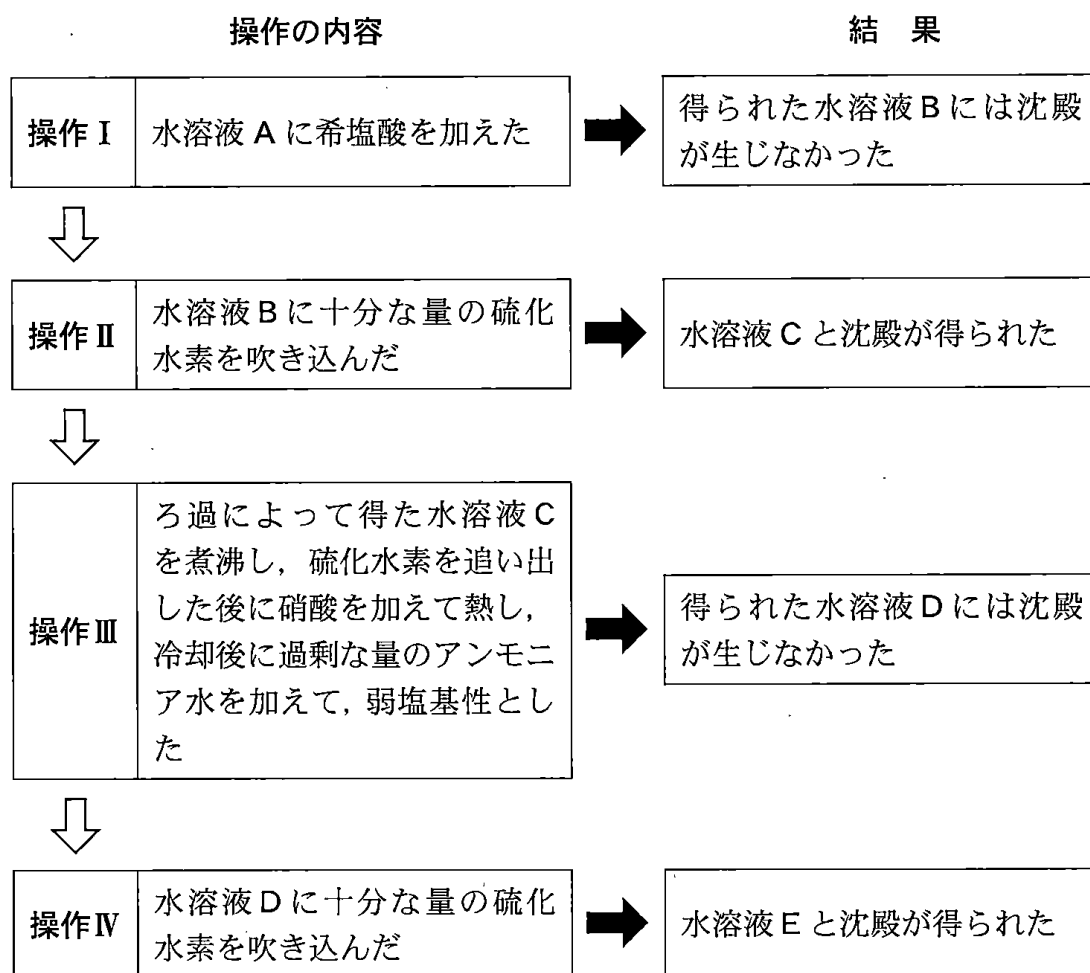


図 1 操作の内容と結果

- ①  $\text{Ag}^+$       ②  $\text{Al}^{3+}$       ③  $\text{Cu}^{2+}$       ④  $\text{Fe}^{3+}$       ⑤  $\text{Zn}^{2+}$

# 化学

問 3 1 族, 2 族の金属元素に関する次の問い(a ~ c)に答えよ。

- a 金属 X, Y は, 1 族元素のリチウム Li, ナトリウム Na, カリウム K, 2 族元素のベリリウム Be, マグネシウム Mg, カルシウム Ca のいずれかの単体である。X は希塩酸と反応して水素  $H_2$  を発生し, Y は室温の水と反応して  $H_2$  を発生する。そこで, さまざまな質量の X, Y を用意し, X は希塩酸と, Y は室温の水とすべて反応させ, 発生した  $H_2$  の体積を測定した。反応させた X, Y の質量と, 発生した  $H_2$  の体積 ( $0^\circ C$ ,  $1.013 \times 10^5 Pa$  における体積に換算した値) との関係を図 2 に示す。

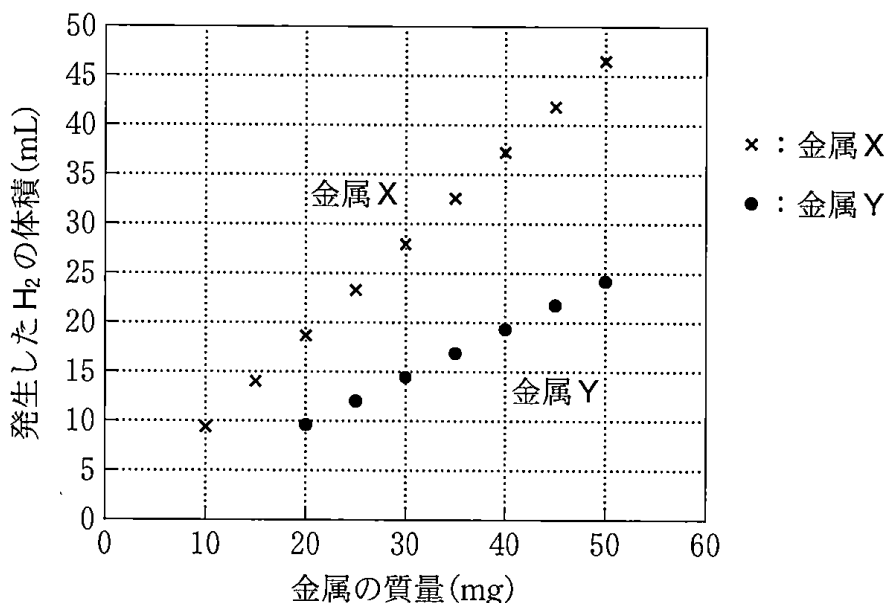


図 2 反応させた金属 X, Y の質量と発生した  $H_2$  の体積 ( $0^\circ C$ ,  $1.013 \times 10^5 Pa$  における体積に換算した値) の関係

このとき, X, Y として最も適当なものを, 後の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし, 気体定数は  $R = 8.31 \times 10^3 Pa \cdot L / (K \cdot mol)$  とする。

X

Y

- |      |      |      |
|------|------|------|
| ① Li | ② Na | ③ K  |
| ④ Be | ⑤ Mg | ⑥ Ca |

b マグネシウムの酸化物  $MgO$ 、水酸化物  $Mg(OH)_2$ 、炭酸塩  $MgCO_3$  の混合物 A を乾燥した酸素中で加熱すると、水  $H_2O$  と二酸化炭素  $CO_2$  が発生し、後に  $MgO$  のみが残る。図 3 の装置を用いて混合物 A を反応管中で加熱し、発生した気体をすべて吸収管 B と吸収管 C で捕集する実験を行った。

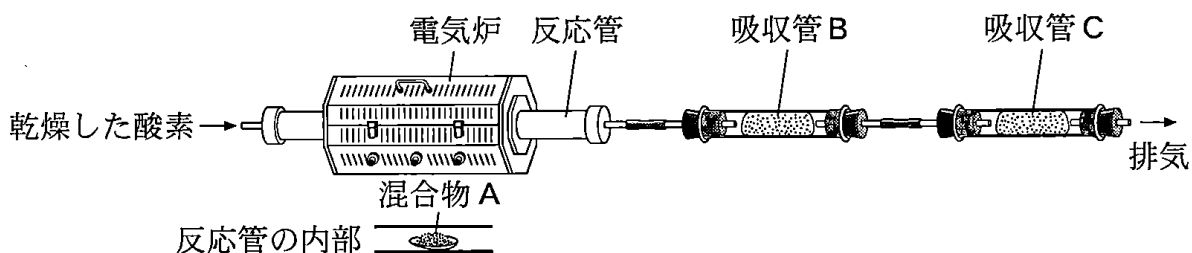


図 3 混合物 A を加熱し発生する気体を捕集する装置

このとき、B と C にそれぞれ 1 種類の気体のみを捕集したい。B、C に入る物質の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

21

	吸収管 B に入れる物質	吸収管 C に入れる物質
①	ソーダ石灰	酸化銅(II)
②	ソーダ石灰	塩化カルシウム
③	塩化カルシウム	ソーダ石灰
④	塩化カルシウム	酸化銅(II)
⑤	酸化銅(II)	塩化カルシウム
⑥	酸化銅(II)	ソーダ石灰

c b の実験で、ある量の混合物 A を加熱すると  $MgO$  のみが 2.00 g 残った。また捕集された  $H_2O$  と  $CO_2$  の質量はそれぞれ 0.18 g、0.22 g であった。加熱前の混合物 A に含まれていたマグネシウムのうち、 $MgO$  として存在していたマグネシウムの物質量の割合は何 % か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

22 %

- ① 30      ② 40      ③ 60      ④ 70      ⑤ 80

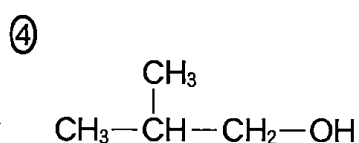
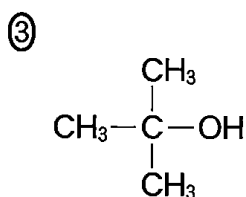
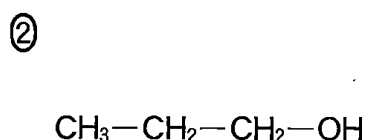
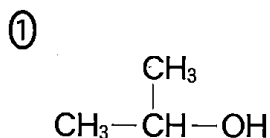
## 化 学

### 第 4 問 次の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 20)

問 1 次の条件(ア・イ)をともに満たすアルコールとして最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 23

ア ヨードホルム反応を示さない。

イ 分子内脱水反応により生成したアルケンに臭素を付加させると、不斉炭素原子をもつ化合物が生成する。



問 2 芳香族化合物に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①~④のうちから一つ選べ。 24

- ① フタル酸を加熱すると、分子内で脱水し、酸無水物が生成する。
- ② アニリンは、水酸化ナトリウム水溶液と塩酸のいずれにもよく溶ける。
- ③ ジクロロベンゼンには、ベンゼン環に結合する塩素原子の位置によって 3 種類の異性体が存在する。
- ④ アセチルサリチル酸に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えても呈色しない。

問 3 高分子化合物の構造に関する記述として誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 25

- ① セルロースでは、分子内や分子間に水素結合が形成されている。
- ② DNA 分子の二重らせん構造中では、水素結合によって塩基対が形成されている。
- ③ タンパク質のポリペプチド鎖は、分子内で形成される水素結合により二次構造をつくる。
- ④ ポリプロピレンでは、分子間に水素結合が形成されている。

## 化 学

問 4 グリセリンの三つのヒドロキシ基がすべて脂肪酸によりエステル化された化合物をトリグリセリドと呼び、その構造は図 1 のように表される。

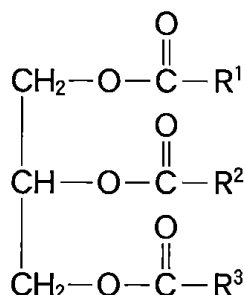


図 1 トリグリセリドの構造 ( $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$  は鎖式炭化水素基)

あるトリグリセリド X (分子量 882) の構造を調べることにした。(a) X を触媒とともに水素と完全に反応させると、消費された水素の量から、1 分子の X には 4 個の  $\text{C}=\text{C}$  結合があることがわかった。また、X を完全に加水分解したところ、グリセリンと、脂肪酸 A (炭素数 18) と脂肪酸 B (炭素数 18) のみが得られ、A と B の物質質量比は 1 : 2 であった。トリグリセリド X に関する次の問い (a ~ c) に答えよ。

- a 下線部(a)に関して、44.1 g の X を用いると、消費される水素は何 mol か。その数値を小数第 2 位まで次の形式で表すとき、 ~  に当てはまる数字を、後の①~⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、X の  $\text{C}=\text{C}$  結合のみが水素と反応するものとする。

.   mol

- |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 1 | ② | 2 | ③ | 3 | ④ | 4 | ⑤ | 5 |
| ⑥ | 6 | ⑦ | 7 | ⑧ | 8 | ⑨ | 9 | ⑩ | 0 |

b トリグリセリド X を完全に加水分解して得られた脂肪酸 A と脂肪酸 B を、硫酸酸性の希薄な過マンガン酸カリウム水溶液にそれぞれ加えると、いずれも過マンガン酸イオンの赤紫色が消えた。脂肪酸 A (炭素数 18) の示性式として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 29

- ①  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
- ②  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- ③  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- ④  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
- ⑤  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$



# 化学

- c トリグリセリド X をある酵素で部分的に加水分解すると、図 2 のように脂肪酸 A、脂肪酸 B、化合物 Y のみが物質質量比 1 : 1 : 1 で生成した。また、X には鏡像異性体(光学異性体)が存在し、Y には鏡像異性体が存在しなかった。A を  $R^A-COOH$ 、B を  $R^B-COOH$  と表すとき、図 2 に示す化合物 Y の構造式において、ア・イ に当てはまる原子と原子団の組合せとして最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。 30

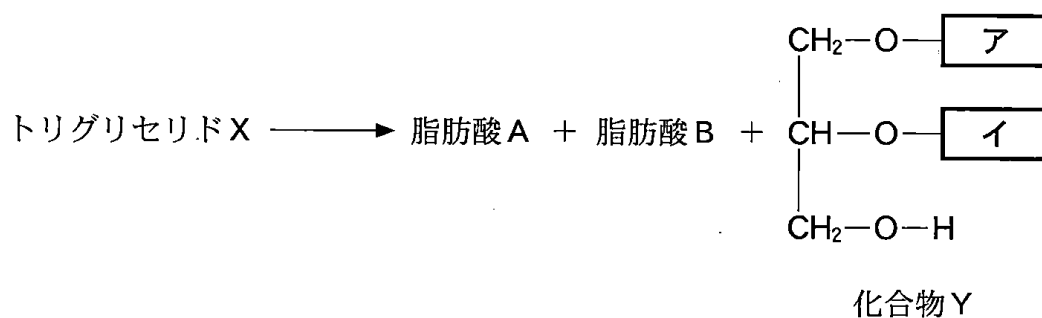


図 2 ある酵素によるトリグリセリド X の加水分解

	ア	イ
①	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C}-\text{R}^A \end{array}$	H
②	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C}-\text{R}^B \end{array}$	H
③	H	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C}-\text{R}^A \end{array}$
④	H	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{C}-\text{R}^B \end{array}$

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。



## 化 学

**第5問** 硫黄 S の化合物である硫化水素  $\text{H}_2\text{S}$  や二酸化硫黄  $\text{SO}_2$  を、さまざまな物質と反応させることにより、人間生活に有用な物質が得られる。一方、 $\text{H}_2\text{S}$  と  $\text{SO}_2$  はともに火山ガスに含まれる有毒な気体であり、健康被害を及ぼす量のガスを吸い込むことがないように、大気中の濃度を求める必要がある。次の問い(問1～3)に答えよ。(配点 20)

問1  $\text{H}_2\text{S}$  と  $\text{SO}_2$  が関わる反応について、次の問い(a・b)に答えよ。

a  $\text{H}_2\text{S}$  と  $\text{SO}_2$  の発生や反応に関する記述として誤りを含むものはどれか。

最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 31

- ① 硫化鉄(Ⅱ)  $\text{FeS}$  に希硫酸を加えると、 $\text{H}_2\text{S}$  が発生する。
- ② 硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  に希硫酸を加えると、 $\text{SO}_2$  が発生する。
- ③  $\text{H}_2\text{S}$  の水溶液に  $\text{SO}_2$  を通じて反応させると、単体の S が生じる。
- ④ 水酸化ナトリウム  $\text{NaOH}$  の水溶液に  $\text{SO}_2$  を通じて反応させると、亜硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  が生じる。

b 酸化バナジウム(V)  $\text{V}_2\text{O}_5$  を触媒として  $\text{SO}_2$  と  $\text{O}_2$  の混合気体を反応させると、正反応が発熱反応である、次の式(1)の反応が起こる。 $\text{SO}_2$  と  $\text{O}_2$  の混合気体と触媒をピストン付きの密閉容器に入れて反応させるとき、式(1)の反応に関する記述として下線部に誤りを含むものはどれか。最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 32



- ① 反応が平衡状態に達した後、温度一定で密閉容器内の圧力を減少させると、平衡は右に移動する。
- ② 反応が平衡状態に達した後、圧力一定で密閉容器内の温度を上昇させると、平衡は左に移動する。
- ③  $\text{SO}_2$  の濃度を 2 倍にしたとき、正反応の反応速度が何倍になるかは、反応式中の係数から単純に導き出すことはできない。
- ④ 平衡状態では、正反応と逆反応の反応速度が等しくなっている。

問 2 窒素と  $\text{H}_2\text{S}$  からなる気体試料 A がある。気体試料 A に含まれる  $\text{H}_2\text{S}$  の量を次の式(2)~(4)で表される反応を利用した酸化還元滴定によって求めたいと考え、後の実験を行った。



実験 ある体積の気体試料 A に含まれていた  $\text{H}_2\text{S}$  を水に完全に溶かした水溶液に、0.127 g のヨウ素  $\text{I}_2$  (分子量 254) を含むヨウ化カリウム KI 水溶液を加えた。そこで生じた沈殿を取り除き、ろ液に  $5.00 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$  チオ硫酸ナトリウム  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液を 4.80 mL 滴下したところで少量のデンプンの水溶液を加えた。そして、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  水溶液を全量で 5.00 mL 滴下したときに、水溶液の青色が消えて無色となった。

この実験で用いた気体試料 A に含まれていた  $\text{H}_2\text{S}$  は、 $0^\circ\text{C}$ 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  において何 mL か。最も適当な数値を、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、気体定数は  $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$  とする。 33 mL

- ① 2.80      ② 5.60      ③ 8.40      ④ 10.0      ⑤ 11.2

## 化 学

問 3 火口周辺での  $\text{SO}_2$  の濃度は、 $\text{SO}_2$  が光を吸収する性質を利用して測定できる。光の吸収を利用して物質の濃度を求める方法の原理を調べたところ、次の記述が見つかった。

多くの物質は紫外線を吸収する。紫外線が透過する方向の長さが  $L$  の透明な密閉容器に、モル濃度  $c$  の気体試料が封入されている。ある波長の紫外線(光の量,  $I_0$ )を密閉容器に入射すると、その一部が気体試料に吸収され、透過した光の量は少なくなり  $I$  となる。このことを模式的に表したものが図 1 である。

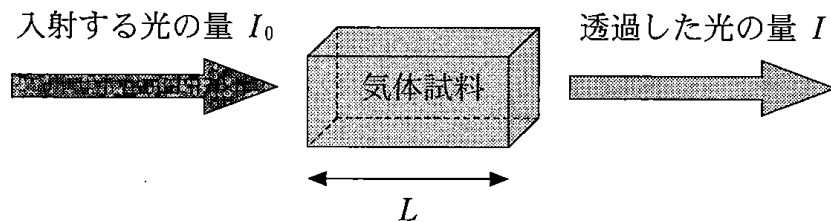


図 1 密閉容器内の気体試料に紫外線を入射したときの模式図

入射する光の量  $I_0$  に対する透過した光の量  $I$  の比を表す透過率  $T = \frac{I}{I_0}$  を用いると、 $\log_{10} T$  は  $c$  および  $L$  と比例関係となる。

次の問い(a・b)に答えよ。

- a 圧力一定の条件で、窒素で満たされた長さ  $L$  の密閉容器内に物質量の異なる  $\text{SO}_2$  を添加し、ある波長の紫外線に対する透過率  $T$  をそれぞれ測定した。 $\text{SO}_2$  のモル濃度  $c$  と得られた  $\log_{10} T$  を次ページの表 1 に示す。次に、窒素中に含まれる  $\text{SO}_2$  のモル濃度が不明な気体試料 B に対して、同じ条件で透過率  $T$  を測定したところ 0.80 であった。気体試料 B に含まれる  $\text{SO}_2$  のモル濃度を次の形式で表すとき、 に当てはまる数値として最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。必要があれば、次ページの方眼紙や  $\log_{10} 2 = 0.30$  の値を使うこと。ただし、窒素および密閉容器による紫外線の吸収、反射、散乱は無視できるものとする。

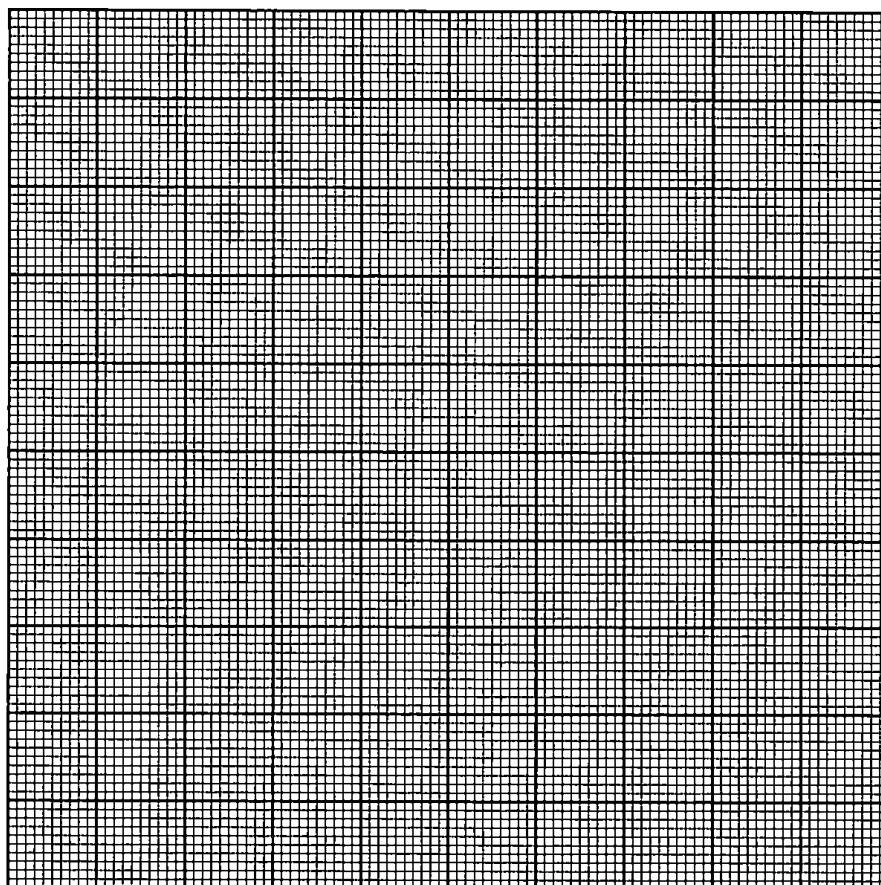
気体試料 B に含まれる  $\text{SO}_2$  のモル濃度   $\times 10^{-8}$  mol/L

- ① 2.2      ② 2.6      ③ 3.0      ④ 3.4      ⑤ 3.8

# 化 学

表1 密閉容器内の気体に含まれる  $\text{SO}_2$  のモル濃度  $c$  と  $\log_{10} T$  の関係

$\text{SO}_2$ のモル濃度 $c$ ( $\times 10^{-8}$ mol/L)	$\log_{10} T$
0.0	0.000
2.0	- 0.067
4.0	- 0.133
6.0	- 0.200
8.0	- 0.267
10.0	- 0.333



b 図2に示すように、aで用いたものと同じ密閉容器を二つ直列に並べて長さ $2L$ とした密閉容器を用意した。それぞれにaと同じ条件で気体試料Bを封入して、aで用いた波長の紫外線を入射させた。このときの透過率 $T$ の値として最も適当な数値を、後の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、窒素および密閉容器による紫外線の吸収、反射、散乱は無視できるものとする。

35

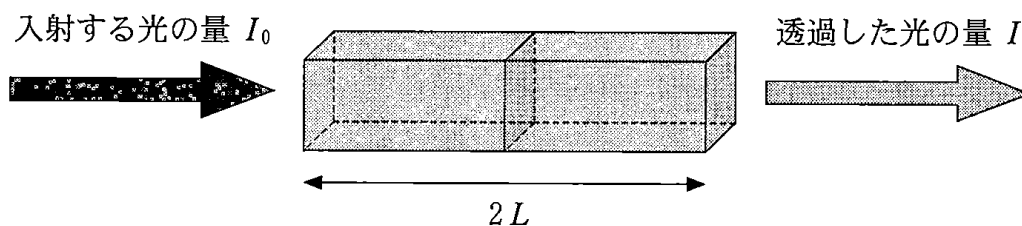


図2 密閉容器を直列に並べた場合の模式図

- ① 0.32      ② 0.40      ③ 0.60      ④ 0.64      ⑤ 0.80