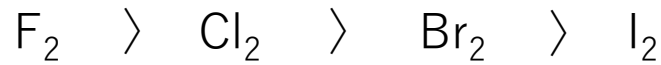


ハロゲン

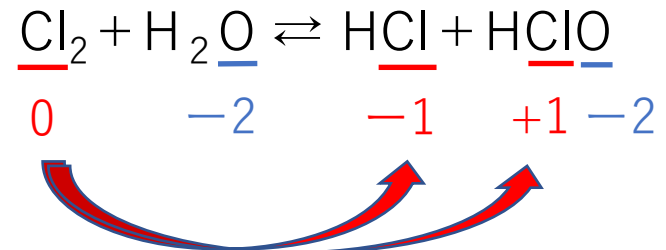
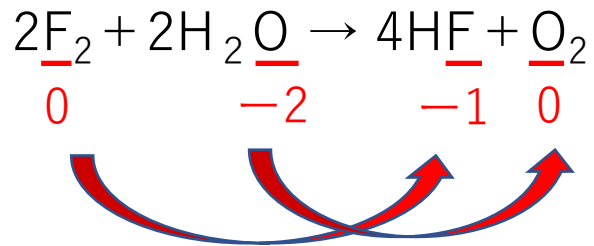
常温・常圧での状態

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| F_2 | Cl_2 | Br_2 | I_2 |
| 淡黄色 気体 | 黄緑色 気体 | 赤褐色 液体 | 黒紫色 固体 |

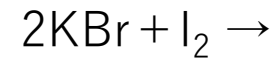
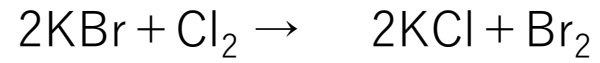
ハロゲン単体の酸化力



電気陰性度順

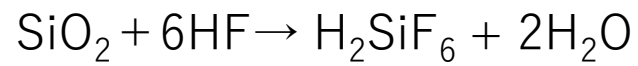


どっちが反応する？



ハロゲン化水素

ガラスを腐食させる



ポリエチレン容器に保存

HF



弱酸

HCl

HBr

HI



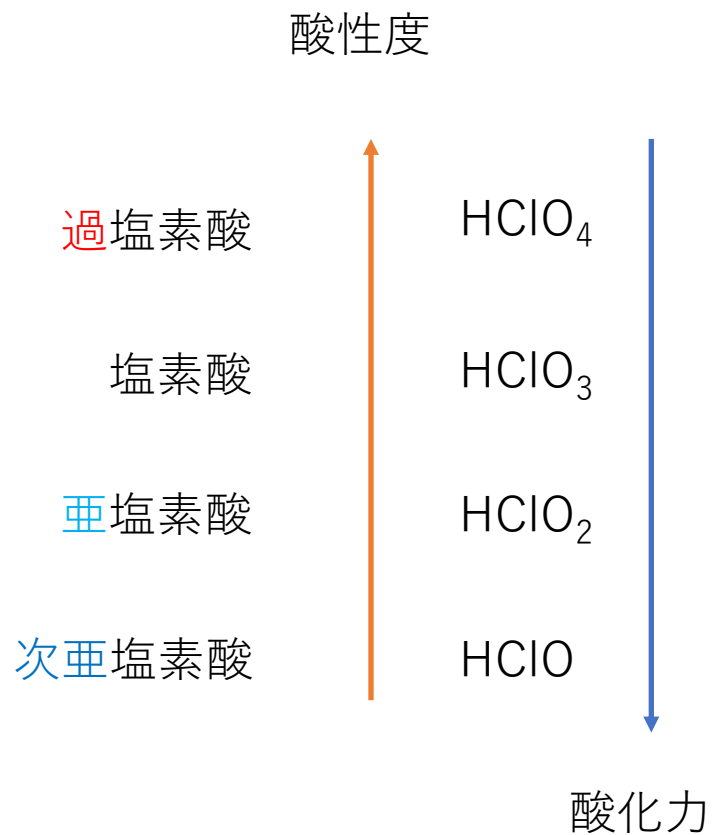
強酸

水素結合を形成してH⁺が電離しにくい

ハロゲン化銀

| | AgF | 白色 AgCl | 淡黄色 AgBr | 黄色 AgI | |
|---|-----|------------|-------------|-----------|--|
| 水 | ○ | × | × | × | |
| NH_3_{aq} | ○ | ○ | △ | × | → $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ |
| $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3_{\text{aq}}$ | ○ | ○ | ○ | ○ | → $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ |

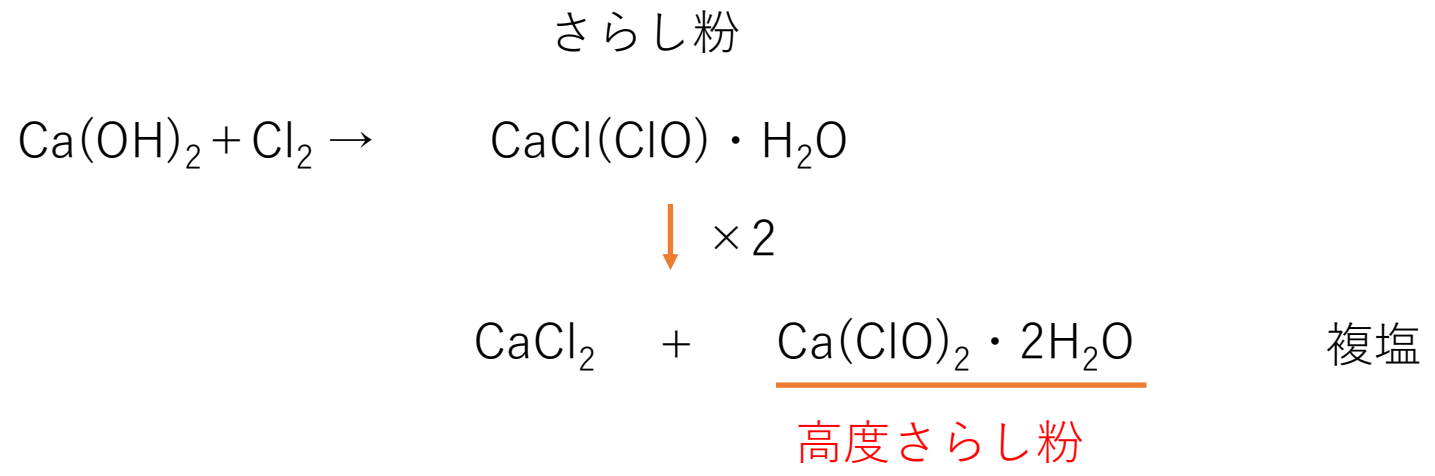
塩素酸の酸性度と酸化力



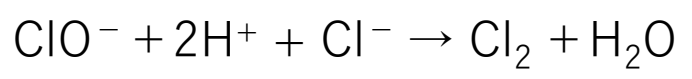
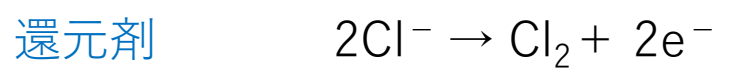
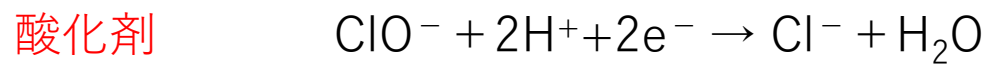
中心元素の電気陰性度順

$\text{Cl} > \text{S} > \text{P}$

さらし粉

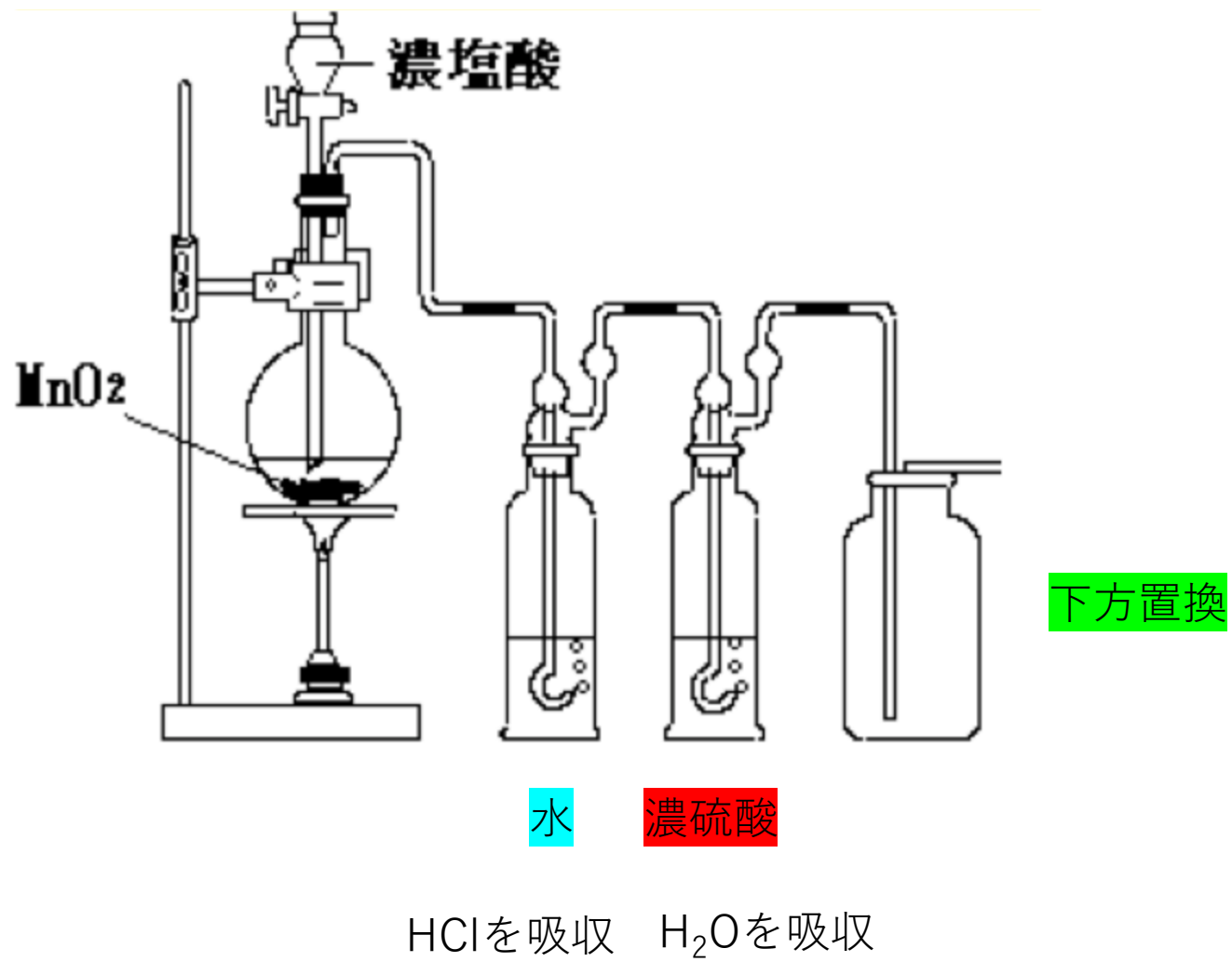


次亜塩素酸イオンと塩酸の反応



塩素が発生して危険！
(混ぜるな危険！)

塩素の実験室的な製法



化 学

必要に応じて、1つの解答欄に複数個のマークをして良い。

数値の解答は、各問の解答形式に指定されている桁数にしたがい解答する。

解答例：解答欄が指数形式の場合、280、2.8、0.028は、各々、 $\boxed{2} \cdot \boxed{8} \times 10^{\boxed{2}}$ 、 $\boxed{2} \cdot \boxed{8} \times 10^{\boxed{0}}$ 、 $\boxed{2} \cdot \boxed{8} \times 10^{-\boxed{2}}$ と解答する。

：解答欄が指数形式でかつ符号を選択する場合、 10^0 は $10^{+\boxed{0}}$ と解答する。

：解答欄が2桁の場合、6は $\boxed{0} \boxed{6}$ 、16は $\boxed{1} \boxed{6}$ と解答する。

：解答欄が3桁の場合、6は $\boxed{0} \boxed{0} \boxed{6}$ 、16は $\boxed{0} \boxed{1} \boxed{6}$ 、216は $\boxed{2} \boxed{1} \boxed{6}$ と解答する。

I 以下の問に答えよ。[解答欄 $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{ソ}}$]

問 1 以下の文章を読み、問に答えよ。

ハロゲンの原子は7個の価電子をもつため、1価の陰イオンになりやすい。ハロゲンの単体は酸化力が強く、陰性も強いので、多くの元素と化合物を形成する。このような化合物を総称してハロゲン化物という。ハロゲン化物には、イオン結合でできる化合物と共有結合でできる分子がある。イオン結合でできるハロゲン化物は[a]元素との化合物である。

ハロゲンの単体は二原子分子である。ハロゲンの性質から、原子番号が大きくなるにしたがって、単体の融点は $\boxed{\text{ア}}$ なり、沸点は $\boxed{\text{イ}}$ なる。また、ハロゲンの単体は、それぞれ独特の色を有している。常温では、フッ素は $\boxed{\text{ウ}}$ の気体、臭素は $\boxed{\text{エ}}$ の液体、塩素は黄緑色の $\boxed{\text{オ}}$ 、ヨウ素は黒紫色の $\boxed{\text{カ}}$ である。

(1) $\boxed{\text{ア}}$ 、 $\boxed{\text{イ}}$ に適切な語を入れよ。同じものを2度使用しても良い。

- ① 高 く
- ② 低 く

(2) , に当てはまる色を①～⑨より選べ。同じものを2度使用しても良い。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 白色 | ② 赤紫色 | ③ 赤褐色 |
| ④ 淡桃色 | ⑤ 黄緑色 | ⑥ 淡黄色 |
| ⑦ 青緑色 | ⑧ 淡青色 | ⑨ 無色 |

(3) , に当てはまる語を①～③より選べ。同じものを2度使用しても良い。

- | | | |
|------|------|------|
| ① 固体 | ② 液体 | ③ 気体 |
|------|------|------|

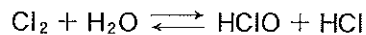
(4) 周期表上で、[a]元素に分類される元素を①～⑨よりすべて選べ。

- | | | |
|--------|---------|-------|
| ① 硫黄 | ② クリプトン | ③ クロム |
| ④ スズ | ⑤ ナトリウム | ⑥ ヒ素 |
| ⑦ ヘリウム | ⑧ ホウ素 | ⑨ リン |

(5) 上記(4)で選択した元素の単体に共通する性質を①～⑧よりすべて選べ。

- ① 価電子は全ての原子に共有されている。
- ② 価電子は特定の原子間で共有されている。
- ③ 電気伝導性をもつ
- ④ 電気伝導性をもたない
- ⑤ 熱伝導性が良い
- ⑥ 熱伝導性が悪い
- ⑦ 叩くと薄く広がる
- ⑧ 叩くと割れやすい

問 2 ハロゲンのオキシ酸には、次亜ハロゲン酸、亜ハロゲン酸、ハロゲン酸、過ハロゲン酸がある。このうち、次亜ハロゲン酸はハロゲンが水に溶けるときに生成する。塩素が水に溶ける時に生じる次亜塩素酸がその例である。



このとき、塩素は、塩素原子の酸化数が の次亜塩素酸と、 の塩化物イオンに変化する。

(1) 塩素原子の酸化数、 と を答えよ。 と は符号とし、+ならば①、-ならば②を選べ。ただし、酸化数 0 の場合は + 0 と解答せよ。

A :
B :

(2) 次の塩素のオキシ酸のなかで、酸化力の最も弱いものを①～④より 1 つ選べ。

① 次亜塩素酸 ② 亜塩素酸 ③ 塩素酸 ④ 過塩素酸

(3) 塩素のオキシ酸は水溶液中で電離する。水素イオンとして電離する水素原子は、 に結合している。 に当てはまるものを①～④より 1 つ選べ。

① 塩素原子 ② 酸素原子
③ 塩素原子と酸素原子 ④ 水分子

問 3 以下のうち、反応が起こるものをすべて選べ。

- ① $\text{Cl}_2 + 2 \text{NaF} \longrightarrow$
② $\text{Cl}_2 + 2 \text{NaBr} \longrightarrow$
③ $\text{Cl}_2 + 2 \text{NaI} \longrightarrow$
④ $\text{Br}_2 + 2 \text{NaF} \longrightarrow$
⑤ $\text{Br}_2 + 2 \text{NaCl} \longrightarrow$
⑥ $\text{Br}_2 + 2 \text{NaI} \longrightarrow$

化 学

(注意) 問題文中に指定がない場合, 解答にあたって必要ならば, 次の数値および条件を用いよ。

原子量: $H = 1.01$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$,

$Cl = 35.5$, $K = 39.0$, $Ca = 40.0$

気圧: $1 \text{ atm} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

標準状態における気体 1 mol の体積: 22.4 L

0°C の絶対温度: $T = 273.0 \text{ K}$

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

気体はすべて, 理想気体としてふるまうものとする。

第3問 ある教科書によると、図1の装置を用いて、反応フラスコ内の酸化マンガ
ン(IV)に、ガスバーナーの炎で適切に加熱しながら濃塩酸を加えると、酸化マンガ
ン(IV)は塩化マンガ(II)に変化し、乾燥した塩素の単体が捕集容器内に得られる
という。この実験に関連する以下の各問(問1～8)に答えよ。

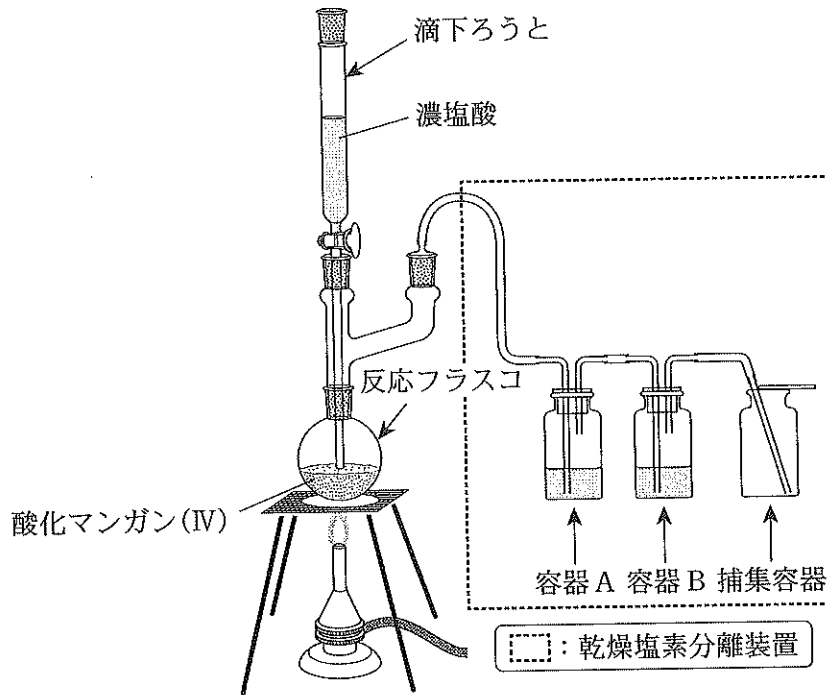


図1 乾燥塩素発生装置

問1 この装置を用いて乾燥した塩素の単体を得るために、容器Aに入れる液体
として最も適切なものを、問2の下の①～⑪のうちから選べ。

12

問2 この装置を用いて乾燥した塩素の単体を得るために、容器Bに入れる液体
として最も適切なものを、以下の①～⑪のうちから選べ。

13

12 および 13 の選択肢

- | | | |
|----------------|---------|---------------|
| ① アンモニア水 | ② エタノール | ③ 塩化カルシウム水溶液 |
| ④ 酢酸 | ⑤ 水銀 | ⑥ 水酸化ナトリウム水溶液 |
| ⑦ 炭酸水素ナトリウム水溶液 | ⑧ 濃塩酸 | ⑧ 濃塩酸 |
| ⑨ 濃硫酸 | ⑩ 飽和食塩水 | ⑩ 水 |

問 3 容器 A の中の液体と容器 B の中の液体とが入れ替わった場合、捕集容器に得られる反応生成物はどうなるか。最も適切なものを、以下の①～⑩のうちから選べ。

14

- | | |
|------------------------|---------------|
| ① 塩化水素が得られる | ② 酸素の単体が得られる |
| ③ 水素の単体が得られる | ④ 二酸化硫黄が得られる |
| ⑤ 硫化水素が得られる | ⑥ 気体生成物が得られない |
| ⑦ 塩化水素と塩素の混合物が得られる | |
| ⑧ 塩化水素と水(水蒸気)の混合物が得られる | |
| ⑨ 塩素と二酸化硫黄の混合物が得られる | |
| ⑩ 塩素と水(水蒸気)の混合物が得られる | |
| ⑪ 酸素と水(水蒸気)の混合物が得られる | |

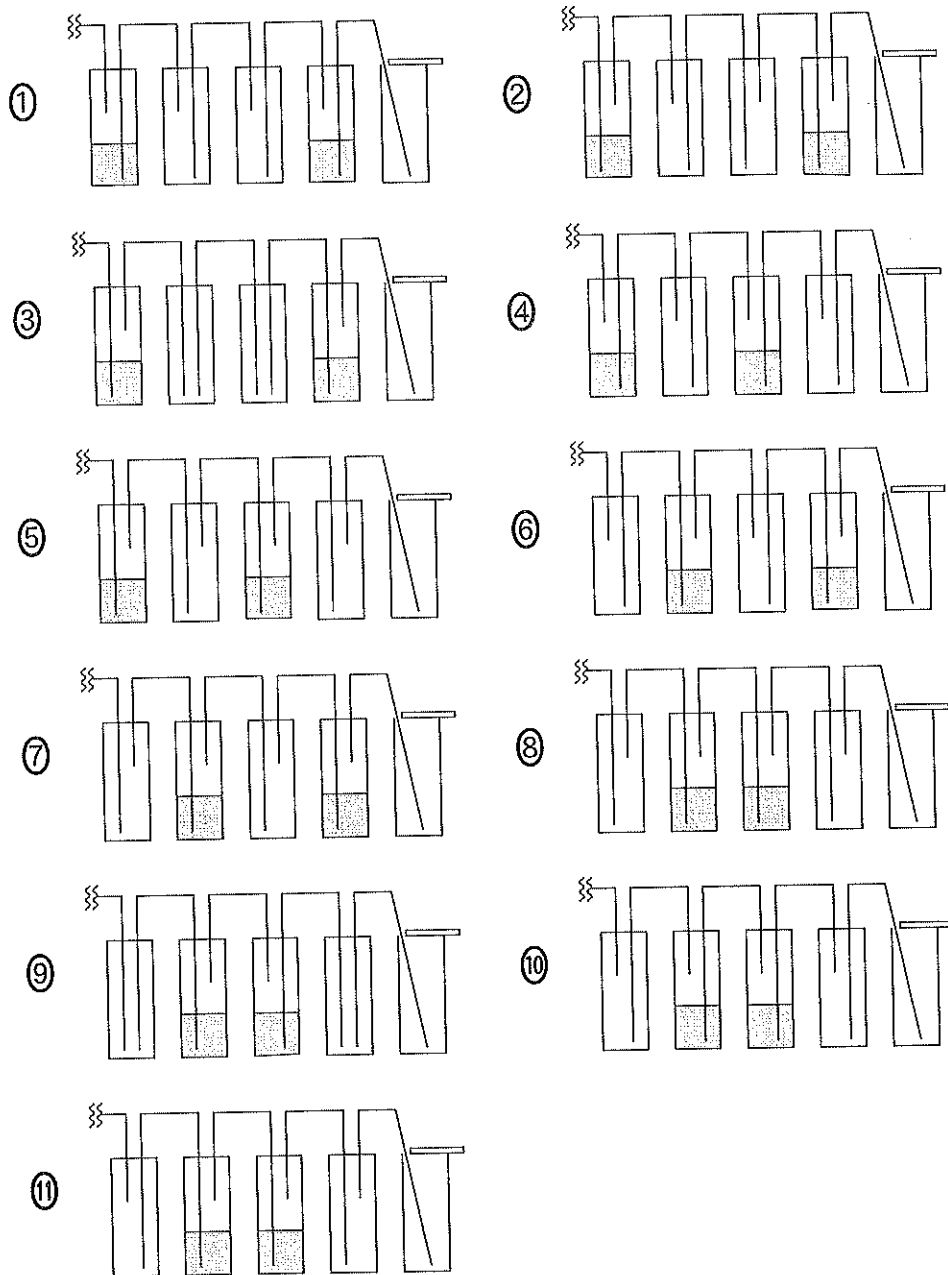
問 4 反応フラスコと容器 A との間や、容器 A と容器 B との間をつなぐ管の容積が、反応フラスコの容積や容器 A の中の液体の体積に比べて小さすぎる場合、図 1 の装置を使用して実験している途中で、もしもガスバーナーの炎が消えて反応フラスコ内の温度が低下すると、手早く適切な対応をしなければ、反応フラスコ内の圧力が低下することが原因で、望ましくない現象が起こる可能性がある。それはどのようなことか。最も適切なものを、以下の①～⑩のうちから選べ。

15

- ① 反応フラスコ内で水素が激しく発生する
- ② 反応フラスコ内で酸素が激しく発生する
- ③ 反応フラスコ内で一酸化炭素が激しく発生する
- ④ 反応フラスコ内で二酸化炭素が激しく発生する
- ⑤ 容器 A の液体が反応フラスコ内に流れ込む
- ⑥ 容器 A の液体が容器 B の中に流れ込む
- ⑦ 容器 B の液体が捕集容器の中に流れ出す
- ⑧ 容器 A の中に塩化カルシウムが析出し、管が詰まる
- ⑨ 容器 B の中に塩化カルシウムが析出し、管が詰まる
- ⑩ 容器 A の中に塩化ナトリウムが析出し、管が詰まる
- ⑪ 容器 B の中に塩化ナトリウムが析出し、管が詰まる

問 5 図1の右部分の □ で囲まれた部分を「乾燥塩素分離装置」と呼ぶことにする。ガスバーナーの炎が消えることにより起こる「望ましくない現象」は、問4で挙げた以外にも考えられる。それらをすべて防止する目的で、乾燥塩素分離装置の改善を試みた。「望ましくない現象」が最も起こりにくい「改良型乾燥塩素分離装置」として最も適切なものを、以下の①～⑾の各装置の略図のうちから一つ選べ。例えば、次ページの図2の右部分の □ で囲まれた部分に描かれた「改良型乾燥塩素分離装置」は、選択肢⑾の略図に対応するものとする。

16



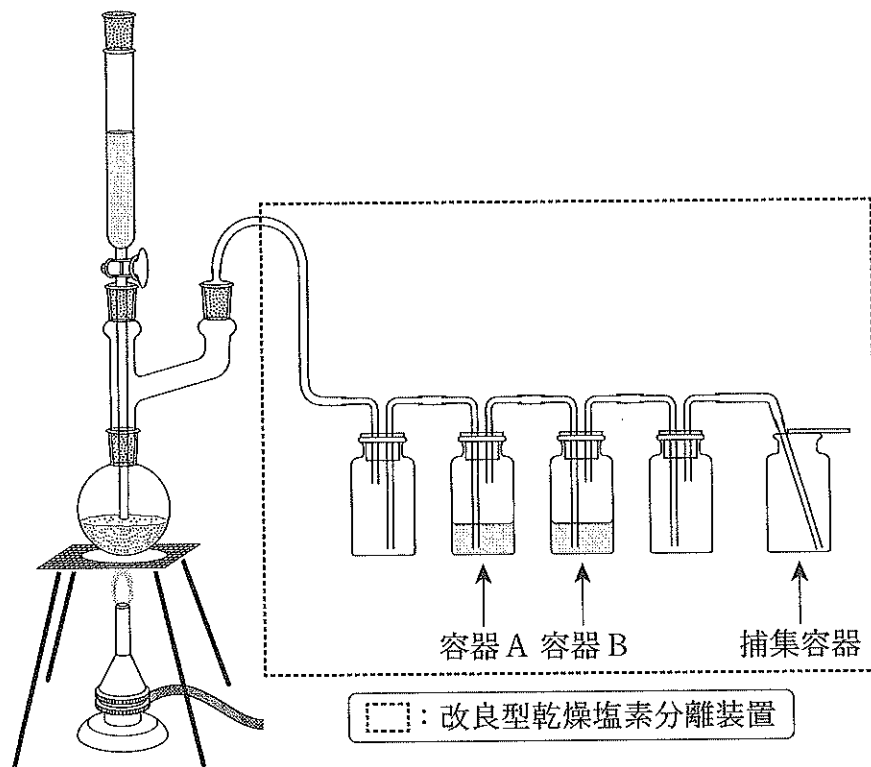


図2 改良型乾燥塩素発生装置(11)

問6 問5で選んだ正しい装置において、改良型乾燥塩素分離装置を構成する容器のうち、実験開始時に液体を入れた容器を、反応フラスコに近い側から順に容器Aおよび容器Bとよぶことにする(例えば、問5で選択肢⑪を選んだ場合は、各容器の名前は図2の通りとなる)。

このとき、実験終了時において、容器Aの中の溶液に含まれる溶質のうち、物質量が最も多いものを、①~⑪のうちから選べ。ただし、実験開始時に容器Aに入れた物質の主成分と同じ物質は溶媒と考えよ。

17

- | | | |
|--------------|--------------|----------|
| ① 塩化水素(塩酸) | ② 塩化ナトリウム | ③ 塩化カリウム |
| ④ 塩化マンガン(II) | ⑤ 酸化マンガン(IV) | ⑥ 二酸化硫黄 |
| ⑦ 二酸化炭素 | ⑧ 水 | ⑨ 硫化水素 |
| ⑩ 硫化マンガン(II) | ⑪ 硫酸マンガン(II) | |

問 7 問 5 で選んだ正しい装置において、実験終了時に容器 B 中の溶液に含まれる溶質のうち、物質量が最も多いものを、①～⑪のうちから選べ。ただし、実験開始時に容器 B に入れた物質の主成分と同じ物質は溶媒と考えよ。

18

- | | | |
|-------------|-------------|----------|
| ① 塩化水素(塩酸) | ② 塩化ナトリウム | ③ 塩化カリウム |
| ④ 塩化マンガン(Ⅱ) | ⑤ 酸化マンガン(Ⅳ) | ⑥ 二酸化硫黄 |
| ⑦ 二酸化炭素 | ⑧ 水 | ⑨ 硫化水素 |
| ⑩ 硫化マンガン(Ⅱ) | ⑪ 硫酸マンガン(Ⅱ) | |

問 8 この実験において、濃塩酸以外の薬品はすべて、塩酸を完全に反応させるために十分な量、準備されているものとする。滴下ろうとから濃塩酸を合計 10.00 mL 滴下して反応させるとき、生成する塩素の単体は標準状態で何 mL となるか。最も適切な数値を、次の①～⑪のうちから選べ。ただし、濃塩酸の濃度は 12.00 mol/L とする。なお、滴下ろうとから滴下した濃塩酸のうちの一部からは、塩化水素が気化し、そのまま容器 A の方へ排出されてしまうため、目的の反応に利用される塩酸は、滴下量の 80.00 % にとどまるものとせよ。また、計算に際しては、塩素の単体は、容器 A および B に入れた液体には全く溶解も反応もしないものとせよ。

19

 mL

- | | | | | | |
|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| ① 10 | ② 12 | ③ 24 | ④ 96 | ⑤ 120 | ⑥ 192 |
| ⑦ 430 | ⑧ 538 | ⑨ 672 | ⑩ 1075 | ⑪ 1344 | |