

本科1期6月度

解答

Z会東大進学教室

難関大化学／難関大化学 T



8章 電気分解

問題

■演習

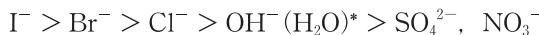
【1】

解答

- | | |
|---|---|
| ① $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ | ② $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ |
| ③ $4\text{OH}^- \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$ | ④ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ |
| ⑤ $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ | ⑥ $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$ |
| ⑦ $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ | ⑧ $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$ |
| ⑨ $\text{Cu} \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ | ⑩ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$ |
| ⑪ $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ | ⑫ $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ |
| ⑬ $2\text{Cl}^- \longrightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ | ⑭ $\text{Na}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Na}$ |

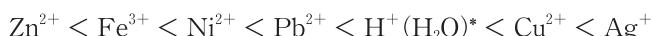
解説

電気分解では、電池の正極につながれた陽極で酸化反応、負極につながれた陰極で還元反応が起こる。一般に、陽極では、①電極(Cu, Ag)の溶解、②ハロゲン単体(F₂以外)の発生、③酸素の発生、の順に反応が起きやすい。陰イオンの反応性は、次の順に小さくなる。



*溶液が塩基性であれば水酸化物イオン OH⁻ から酸素が発生するが、溶液が酸性～中性であれば、OH⁻ がほとんど存在しないので、H₂O が酸化されて酸素が発生する。

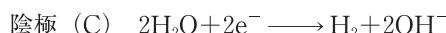
また、陰極では、①Hよりイオン化傾向の小さい金属イオン(Ag⁺, Cu²⁺)の析出、②水素の発生、の順に反応が起きやすい。陽極での還元されやすさの順は、イオン化傾向の逆で



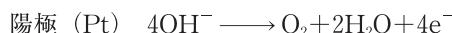
であるが、使用される極板の種類や電解時の電圧によって異なることがある。

*溶液が酸性であれば、H⁺が還元され H₂ が発生するが、溶液が中性～塩基性では水溶液中に H⁺ がほとんど存在しないので、H₂O が還元されて水素が発生する。

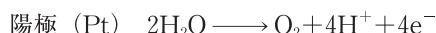
● KCl 水溶液の電気分解；中性溶液



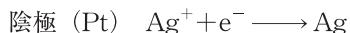
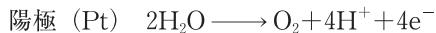
● NaOH 水溶液の電気分解；塩基性溶液



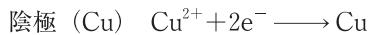
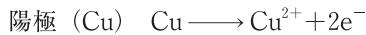
● H₂SO₄水溶液の電気分解；酸性溶液



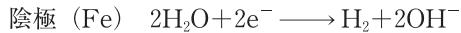
● AgNO_3 水溶液の電気分解；中性溶液



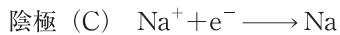
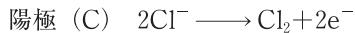
● CuSO_4 水溶液の電気分解；酸性溶液



● NaCl 水溶液；中性溶液



● NaCl 融解液（塩化ナトリウムの溶融塩電解* = 融解塩電解）



* 溶融塩電解は、水溶液を用いない電気分解である。電気が流れない物質は電気分解できないので、水の電気分解の際にも、電解質を加えている。イオン結晶の固体は電気を通さないため、水溶液を用い、イオンに電離させることで電気分解を行っている。しかし、イオン結晶の固体を融解し、液体状態とすることでも電気が流れ、電気分解を行うことができる。その結果、溶液中には Na^+ 以外の陽イオンが存在しないため、 Na^+ は Cl^- が放出した e^- を受け取り、イオン化傾向が大きいにもかかわらず Na 単体に還元される。

【2】

解答

問1 d

問2 d

問3 c

解説

問1 電極①は陽極、電極②は陰極である。陽極に Cu や Ag を用いると、電極が酸化(イオン化)して、溶解する(電極の質量が減少する)。



また、電解液中の Cu^{2+} よりもイオン化傾向の大きい Zn や Fe を用いると、電極表面で以下のようない反応が起こり、電極の質量が変化する。



以上より、陽極に使用しても電極の質量が変化しないのは Pt のみである。

問2 水槽 A と水槽 B では、それぞれ次のような反応が起こっている。



電極②においては、(流れた電子の物質量):(析出した Cu の物質量)=2:1 である。この電極に析出した銅の物質量は $\frac{4.5}{63.5} \text{ mol}$ であるので、この間に流れた電子の物質量は

$\frac{4.5}{63.5} \times 2 \text{ mol}$ である。電気分解の時間を $x[\text{分}]$ とすると、ファラデーの法則より

$$15 \times (x \times 60) = (9.65 \times 10^4) \times \left(\frac{4.5}{63.5} \times 2 \right)$$

$$\therefore x = 15.19 \text{ [分]}$$

問3 電極③においては、(流れた電子の物質量):(発生した Cl_2 の物質量)=2:1 である。流

れた電子の物質量は $\frac{4.5}{63.5} \times 2 \text{ mol}$ であるから、この電極付近で発生した Cl_2 (分子量 71)の物

質量は $\frac{4.5}{63.5} \text{ mol}$ である。これを質量で表すと

$$71 \times \frac{4.5}{63.5} = 5.03 \text{ [g]}$$

[3]

解答

問1 ア ; $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
 イ ; $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
 カ ; $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
 キ ; $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2$
 ク ; $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
 ケ ; $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$

$$\text{問2 } 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2$$

問3 工；< 才；>

問4 2.00A

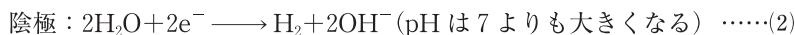
問5 銅が酸化され、水溶液中に溶解する。(17字)

解説

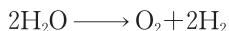
問1～問3 水溶液の電気分解では、陽極で酸化反応、陰極で還元反応が起こる。それぞれの水溶液中で最も酸化されやすいもの、還元されやすいものが反応する。

●硫酸ナトリウム水溶液の電気分解

硫酸ナトリウム水溶液中にはイオンとして、塩の電離により、 Na^+ 、 SO_4^{2-} (さらに、水の電離によるわずかな H^+ や OH^-)が存在している。 Na^+ は還元されにくく、 SO_4^{2-} も酸化されにくく、この水溶液中では、水が酸化および還元される(水の電気分解)。



よって、電解槽全体の反応は、(1)式+(2)式×2 より



●硫酸水溶液の電気分解

硫酸水溶液中には、多量の H^+ と SO_4^{2-} (さらに、水の電離によるわずかな OH^-) が存在している。そのため、陰極では H^+ が還元される。



よって、電解槽全体の反応は、(3)式 + (4)式 × 2 より



●硫酸銅(Ⅱ)水溶液の電気分解

硫酸銅(Ⅱ)水溶液中には、 Cu^{2+} と SO_4^{2-} (さらに、水の電離によるわずかな H^+ や OH^-)が存在している。 Cu^{2+} は水よりも還元されやすく、単体が析出する。



よって、電解槽全体の反応は、(5)式 + (6)式 × 2 より



問4 (6)式より、(流れた電子の物質量):(析出したCuの物質量)=2:1である。この電極に

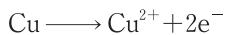
析出した銅の物質量は $\frac{0.127}{63.5}$ mol であるから、この間に流れた電子の物質量は

$\frac{0.127}{63.5} \times 2$ mol である。電流を $x[A]$ とすると、ファラデーの法則より

$$x \times 193 = (9.65 \times 10^4) \times \left(\frac{0.127}{63.5} \times 2 \right)$$

$$\therefore x = 2.00 [A]$$

問5 陽極を銅に変えて電気分解を行うと、水の酸化よりも銅の酸化が起こりやすく、銅イオンが水溶液中に溶け出す(電極の溶出)。



添削課題

解答

- 問1 陽極 : $2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ 陰極 : $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \longrightarrow \text{Ag}$
- 問2 $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$
- 問3 $1.9 \times 10^3 \text{ C}$
- 問4 $5.0 \times 10^2 \text{ mA}$
- 問5 $5.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$
- 問6 0.12 L
- 問7 正極 : $\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 負極 : $\text{Pb} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{e}^-$
- 問8 正極 : 0.64 g 負極 : 0.96 g

解説

この問題は、鉛蓄電池を用いて AgNO_3 水溶液を電気分解する実験についての出題である。

問1 白金電極を用いた AgNO_3 水溶液の電気分解では、陽極で酸素が発生し、陰極で銀が析出する。



問2 陰極で析出した Ag の質量は

$$\frac{2.16}{108} = 2.00 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$$

問3 $\boxed{2}$ 式より、析出した Ag の物質量と流れた電子の物質量は等しいので

$$\begin{aligned} \text{電気量[C]} &= \text{電子の物質量[mol]} \times \text{ファラデー定数 [C/mol]} \\ &= 2.00 \times 10^{-2} \times (9.65 \times 10^4) = 1.93 \times 10^3 \text{ [C]} \end{aligned}$$

問4 流れた電流を $x[\text{A}]$ とすると、問3の結果より

$$\begin{aligned} \text{電気量[C]} &= \text{電流[A]} \times \text{時間[秒]} = x \times 3860 = 1.93 \times 10^3 \text{ [C]} \\ \therefore x &= 0.500 \text{ [A]} = 5.00 \times 10^2 \text{ [mA]} \end{aligned}$$

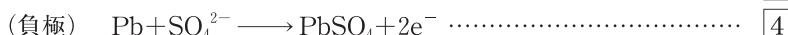
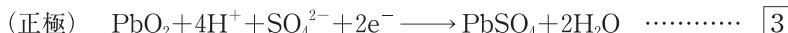
問5 $\boxed{1}$ 式より、陽極で発生する気体は酸素であり、電子 1mol に対して酸素が 0.25 mol 発生する。よって、電子 $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ に対して発生する酸素は

$$2.00 \times 10^{-2} \times 0.25 = 5.0 \times 10^{-3} \text{ [mol]}$$

問6 27°C , $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における 1mol の気体の体積は 24.6 L とされているので

$$5.0 \times 10^{-3} \times 24.6 = 0.123 \text{ [L]}$$

問7 鉛蓄電池の正極と負極で起こるイオン反応式(電子 e^- を含む)は



問8 鉛蓄電池の放電にともなう質量増加は、正極では電子 1mol に対して SO_2 (式量 64) 0.5 mol 分であり、負極では電子 1mol に対して SO_4 (式量 96) 0.5 mol 分である。また、電気分解に使われた電気量は、すべて鉛蓄電池の放電によって発生しているので、 $2.00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ の電子が流れることになる。

$$\text{正極} : 2.00 \times 10^{-2} \times 64 \times 0.5 = 0.64 \text{ [g]}$$

$$\text{負極} : 2.00 \times 10^{-2} \times 96 \times 0.5 = 0.96 \text{ [g]}$$

9章 非金属元素①

問題

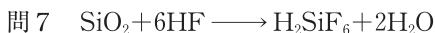
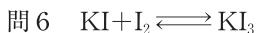
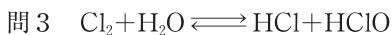
■演習

【1】

解答

- 問1 (A) 17 (B) フッ素 (C) 塩素 (D) 臭素 (E) ヨウ素
(F) 7 (G) 陰イオン (H) フッ素, 塩素, 臭素, ヨウ素
(I) さらし粉 (J) ヨウ化カリウム ((B), (C)順不同)

問2 異なる原子が共有結合したとき、それぞれの原子が共有電子対を引きつける強さを数値で表したもの。



解説

問1, 問5 第2周期から第5周期までのハロゲン(17族)元素は順に F, Cl, Br, I である。

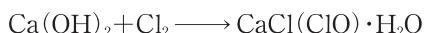
これらの電子配置はすべて最外殻に 7 個の電子をもつため、他の非金属元素と 1 値の共有結合をする。また、金属元素とは 1 値の陰イオンとなってイオン結合する。各原子の電子配置は以下のとおり。

F	K2 L7
Cl	K2 L8 M7
Br	K2 L8 M18 N7
I	K2 L8 M18 N18 O7

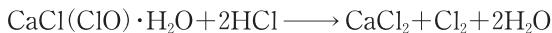
同周期内では最も陰性が大きい元素で、単体は強い酸化力をもつ(=相手から電子を奪いやすい)。よって、多くの金属から電子を奪って自身は 1 値の陰イオンとなる(例: $2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl}$)。酸化力の強さは $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ の順である。単体は常温・常圧では、 F_2 , Cl_2 は気体, Br_2 は液体, I_2 は固体で存在し、いずれも着色している。

F_2	融点: -219.6°C	沸点: -188.1°C	(淡黄色气体)
Cl_2	融点: -101.0°C	沸点: -34.6°C	(黄緑色液体)
Br_2	融点: -7.2°C	沸点: 58.8°C	(赤褐色液体)
I_2	融点: 113.6°C	沸点: 184.4°C	(黒紫色固体)

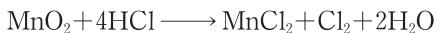
塩素を水酸化カルシウムに吸収させてつくられた漂白剤はさらし粉(主成分 $\text{CaCl(ClO)} \cdot \text{H}_2\text{O}$)である。



さらし粉に塩酸を加えると、塩素が発生する。これは塩素の代表的な製法の1つである。



塩素の実験室的製法としては、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する。



問3 塩素はいくらか水にとけ、次のように塩化水素と次亜塩素酸を生じる。塩素が溶けた水溶液を塩素水という。

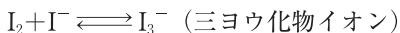


問4 分子中に酸素原子を含む酸をオキソ酸という。ハロゲン元素は酸化数-1が安定である。

それよりも大きい酸化数をもつハロゲンの原子を含む化合物は還元されやすく、そのため酸化剤として働く。

	次亜塩素酸 HClO	亜塩素酸 HClO ₂	塩素酸 HClO ₃	過塩素酸 HClO ₄
塩素の酸化数	+1	+3	+5	+7

問6 ヨウ素の単体は水に溶けにくいが、ヨウ化カリウム水溶液には、三ヨウ化物イオン I_3^- (褐色)を生じてよく溶ける。



問7 フッ化水素は、ガラス、ケイ砂、石英などの主成分である SiO_2 と反応する。フッ化水素の水溶液をフッ化水素酸という。フッ化水素酸と二酸化ケイ素の反応は以下のとおりである。



ちなみに、気体のフッ化水素と反応させた場合は以下のとおりとなる。



【2】

解答

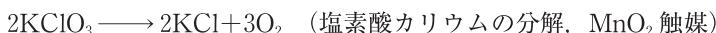
- 問1 ア；2 イ；過酸化水素 ウ；紫外線 エ；オゾンホール
問2 酸性酸化物； CO_2 , SO_3 塩基性酸化物； Na_2O , CaO 両性酸化物 Al_2O_3
問3 0.16 L
問4 青色(青紫色), $\text{O}_3 + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{I}_2 + \text{O}_2 + 2\text{KOH}$
問5 $\text{NO} + \text{O}_3 \longrightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$

解説

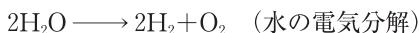
問1 標準的な大気組成は、体積比で N_2 が 78%, O_2 が 21%, Ar が 0.93%, CO_2 が 0.038% であり、水蒸気 H_2O が 1 ~ 2.8% 含まれるが、場所や時間によって変動が大きいので、一般に H_2O を除いた「乾燥大気」の組成で表す。

また、地球表層を形成する地殻(おもに花こう岩や玄武岩からなる)中の構成元素は、質量比の大きいものから順に O, Si, Al, Fe, Ca, Na, K, Mg と続く。

【 O_2 の製法】 O_2 の実験室的製法には、以下の 2 つが代表的である。



工業的には、液体空気の分留、あるいは水の電気分解で作られる。



【 O_3 の製法】 オゾンは酸素の同素体であり、酸素中で無声放電を行うか、酸素に強い紫外線を照射することで発生する。



オゾンは折れ線形の三原子分子であり、淡青色、特異臭の気体である。オゾンは不安定な化合物であり、酸素に分解しやすく、強い酸化力を示す。また、地上から高度 20 ~ 40km に存在するオゾン層は、太陽光に含まれる有害な紫外線を吸収する役割がある。しかし、エアコンや冷蔵庫の冷媒、スプレーの噴射剤、電子部品の洗浄などに利用されてきたフロン(クロロフルオロカーボン類)がオゾン層を破壊し、毎年、南極上空にオゾン層の密度が減少したオゾンホールが観測され、深刻な社会問題となっている。

問2 一般に、非金属元素の酸化物は、水に溶けて酸性を示したり、塩基と直接反応したりするため、酸性酸化物とよばれる。ただし、 CO や NO は水に溶けず、酸性も示さないので、酸性酸化物には分類されない。金属元素の酸化物は、水に溶けて塩基性を示したり、酸と直接反応したりするため、塩基性酸化物とよばれる。しかし、両性金属の酸化物は酸とも強塩基とも反応するので、両性酸化物とよばれる。

酸性酸化物	CO_2 , NO_2 , SiO_2 , P_4O_{10} , SO_2 , SO_3 , Cl_2O_7 など
塩基性酸化物	Na_2O , K_2O , MgO , CaO , BaO , CuO など
両性酸化物	Al_2O_3 , ZnO , SnO , PbO

*ただし、複数の酸化数をもつ遷移元素には、酸化数の小さいものが金属的で塩基性酸化物となり、酸化数の大きいものが非金属的で酸性酸化物となるものもある。

例) CrO 塩基性酸化物 Cr_2O_3 両性酸化物 CrO_3 酸性酸化物

問3 生成したオゾンの体積を $2x$ [L] とすると、反応前後の量的関係は以下のとおりである。

$3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{O}_3$		
反応前	1.0	0
変化量	$-3x$	$2x$
反応後	$1.0 - 3x$	$2x$ [L]

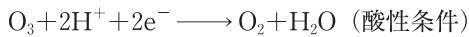
反応後の全体積は、反応前の全体積よりも 8.0% 減少した(92.0% になった)ことから

$$\frac{(1.0 - 3x) + 2x}{1.0 + 0} \times 100 = 92.0$$

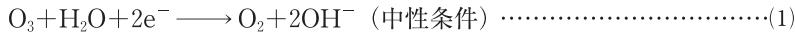
$$\therefore x = 0.08 \text{ [L]}$$

よって、生成したオゾンの体積は 0.16L である。

問4 オゾンは強い酸化剤であり、酸性条件下では次の半反応式で反応する。



ただし、中性条件では、次の反応式によって反応するので、注意が必要である。



一方、還元剤であるヨウ化物イオンは次の半反応式で反応する。



(1)式+(2)式より

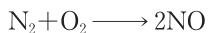


両辺に 2K^+ を加えて



生成した I_2 とデンプンによって、ヨウ素デンプン反応が起こり、ヨウ化カリウムデンプン紙は青変(青紫色に変化)する。

問5 空気中で雷のような火花放電が起こったり、エンジン内部のように非常に高温になったりすると、空気中の窒素と酸素が直接反応し、一酸化窒素 NO が生成する。

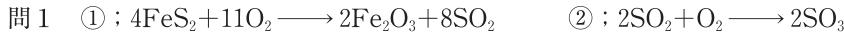


NO は無色・無臭で水に不溶の気体であるが、空気中では容易に酸化され、強い還元剤となる。そのため、 O_3 から O 原子を受け取って二酸化窒素 NO_2 になる。



【3】

解答



問2 発熱反応であるので、低温ほど反応に有利であると考えられるが、低温では反応速度が小さく、目的の生成物を得るまでに長い時間がかかる。このため、高温にして反応速度を大きくする。

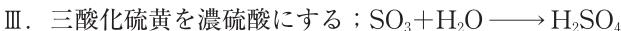
問3 三酸化硫黄の水への溶解熱が非常に大きいため。

問4 98%の硫酸 ; 6.25 kg 空気 ; 10.50 m³

問5 (ア), (ウ), (オ), (キ), (ク)

解説

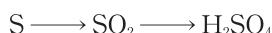
問1 I～IIIの反応をそれぞれ化学反応式で表すと、次のようにになる。



問2 IIの反応は可逆反応である。ルシャトリエの原理により、発熱反応の場合、高温になると、反応物が生成する側に平衡が移動してしまい、生成物の収率は悪くなると考えられるが、低温では反応速度が小さく、目的の生成物を得るまでに長時間かかる。反応速度は高温ほど大きくなるので、発熱反応にも関わらず、反応を効率的に行うために、450°Cという高温で行う。触媒を加えるのも、活性化エネルギーを小さくし、反応を進みやすくするためである。

問3 三酸化硫黄 SO₃は水への溶解熱が大きいため、水が沸騰してしまう。この水蒸気に SO₃が溶け込み空気中に拡散していくため、水そのものへの吸収量は少ない。このため、濃硫酸に三酸化硫黄を吸収させている。

問4 反応の量的関係は次のようになる。



1 mol 1 mol 1 mol

1 mol(32g)の硫黄をすべて硫酸に変えたとすると 1 mol(98g)の硫酸が得られる。したがって、得られる硫酸の質量を $x[\text{kg}]$ とすると

$$32 : 98 = 2.00 : x$$

$$\therefore x = 6.125 \ [\text{kg}]$$

98%硫酸の質量を $y[\text{kg}]$ とすると

$$\text{質量\%濃度} = \frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}} \times 100 = \frac{6.125}{y} \times 100 = 98 \ [%]$$

$$\therefore y = 6.25 \ [\text{kg}]$$

また、1 mol の硫黄を 1 mol の二酸化硫黄にするためには 1 mol の酸素(分子量 32)が必要となり、1 mol の二酸化硫黄を 1 mol の三酸化硫黄にするためには、0.5 mol の酸素が必要となる。したがって、硫黄 1 mol を三酸化硫黄 1 mol にするために必要な酸素は 1.5 mol となる。また、酸素が空気に占める割合(体積百分率)は 20%であることから、必要となる空気の体

積は酸素の5倍である。標準状態の体積で考えると

$$22.4 \times \frac{2.00 \times 10^3}{32} \times 1.5 \times 5 = 10500 \text{ [L]} = 10.500 \text{ [m}^3\text{]}$$

問5 (ア) 濃硫酸は粘性が高く、不揮発性の液体である(正)。

(イ) 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると、次のように反応して塩化水素が発生する。

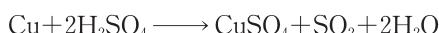


塩素の発生方法としては、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱する方法がある(誤)。

(ウ) 濃硫酸は、化合物の中からH原子とO原子を水の形として奪う脱水作用をもつ。ショ糖(スクロース)に濃硫酸をかけると、ショ糖中から水が奪われ、黒く炭化する(正)。

(エ) 希硫酸は強い酸として働くが、濃硫酸は溶液中に水をほとんど含まず、 H^+ が電離しにくいため、強い酸性を示すことはない(誤)。

(オ) 熱濃硫酸は酸化力のある酸として知られており、イオン化傾向が水素よりも小さい金属(白金や金を除く)を溶かすことができる。このとき、二酸化硫黄が発生する(正)。



(カ) 硫酸は水への溶解熱が大きいため、濃硫酸に水を注ぐと、水が急に沸騰して、周囲に飛沫が飛び散る恐れがあり、大変に危険である。このため、濃硫酸を希釀して希硫酸を作成する際には、水槽に水をはり(発熱を緩和する)、この中に水を入れたビーカーを用意し、ガラス棒を使って少しづつ濃硫酸を注ぐようにする(誤)。

(キ) (ウ)と同様、濃硫酸は脱水剤として働くことができる。



濃硫酸は反応の前後で変化しないため、触媒として働いている(正)。

(ク) 濃硫酸は吸湿作用があるため、乾燥剤として用いることができる。酸の性質、および酸化作用をもつため、塩基性の気体(NH_3)の乾燥、および還元作用をもつ気体(H_2S)の乾燥には適さないが、空気(窒素と酸素の混合気体)の乾燥に用いることはできる(正)。

添削課題

解答

問1 大きい



(2) 酸化剤

問3 (1) 下方置換

(2) 塩素は水に溶けやすく、空気より重い気体であるため。



(2) 次亜塩素酸

問5 水酸化カルシウム



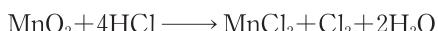
(2) ③

問7 抽出

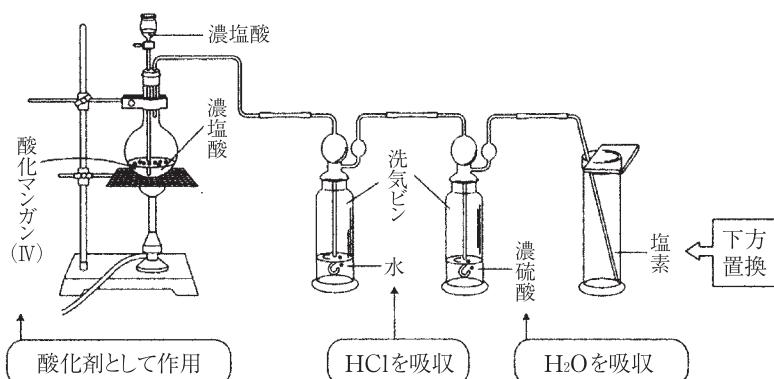
解説

問1 イオン化エネルギーは、気体状態の原子が(1個の)電子を失って、気体状態の(1価の)陽イオンになるときに必要なエネルギーである。そのため、18族元素を除けば、価電子の数が少なく、原子半径が大きいほど(周期表の左下にある元素ほど)，一般にイオン化エネルギーは小さくなる。逆に、最外殻に価電子を7個もつハロゲンは、イオン化エネルギーが大きく、陽イオンになりにくい。

問2, 問3 塩素は、酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱することで発生する。

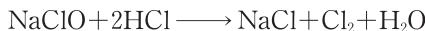
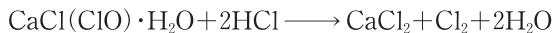


塩素発生の実験装置は、非常に重要なできちんと整理しておくこと。2つの洗気びんのうち、1つめの水は、蒸発した HCl を吸収し、2つめの濃硫酸は水蒸気を吸収している。また、塩素は水に少し溶け、空気より重いので、下方置換で捕集する。

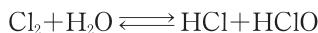


また、 MnO_2 は酸化剤として働いており、 Cl_2 は還元剤である濃塩酸 HCl から発生しているので、さらし粉 $\text{CaCl}(\text{ClO}) \cdot \text{H}_2\text{O}$ や次亜塩素酸ナトリウム NaClO などの他の酸化剤と濃

塩酸を反応させても Cl_2 は発生する。



問4 Cl_2 は黄緑色、刺激臭の気体であり、水にわずかに溶け、酸化力の強い次亜塩素酸を生成する。



* 一般に、塩素水は Cl_2 (酸化剤)、塩酸は Cl^- (還元剤)と判断する。同様に、臭素水は Br_2 (酸化剤)、ヨウ素液(ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液)は I_2 (酸化剤)、ヨウ化カリウム水溶液は I^- (還元剤)と判断する。

問5 さらし粉は塩素を水酸化カルシウムに吸収させて得られる。



問6 ハロゲン単体の酸化力は、 $\text{F}_2 > \text{Cl}_2 > \text{Br}_2 > \text{I}_2$ であるため、周期表の上に位置するハロゲン単体は、下に位置するハロゲン化物イオンから電子を奪うことができる。しかし、周期表の下に位置するハロゲン単体は、上に位置するハロゲン化物イオンから電子を奪うことはできない。



* 水溶液では、フッ化水素酸を除くハロゲン化水素酸はすべて強酸としてはたらく。

(酸の強さは、 $\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$)