

本科 2 期 12 月度

解答

Z会東大進学教室

高 2 東大化学



24章 無機物質④ 気体の発生と捕集

問題

■演習

【1】

解答

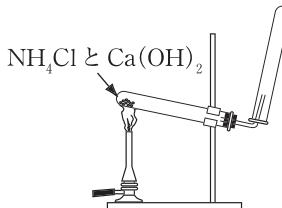
- (1) (A) ; (a) (B) ; ○ (D) ; (口) (E) ; ④
(C) ; $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3$
- (2) (A) ; (i) (B) ; ○ (D) ; (ハ) (E) ; ⑦
(C) ; $4\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2$
- (3) (A) ; (h) (B) ; × (D) ; (イ) (E) ; ①
(C) ; $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
- (4) (A) ; (g) (B) ; × (D) ; (ハ) (E) ; ⑧
(C) ; $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2$
- (5) (A) ; (c) (B) ; × (D) ; (ハ) (E) ; ②
(C) ; $\text{FeS} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$

解説

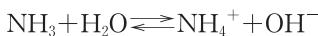
(1) アンモニア NH_3 は、固体の塩化アンモニウム NH_4Cl と水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を直接混合し、加熱することによって得られる。



NH_3 は無色・刺激臭のある気体で、水によく溶ける。分子量は 17 であるため、同温・同圧下の空気（平均分子量 28.8）より軽い。よって上方置換で捕集する。

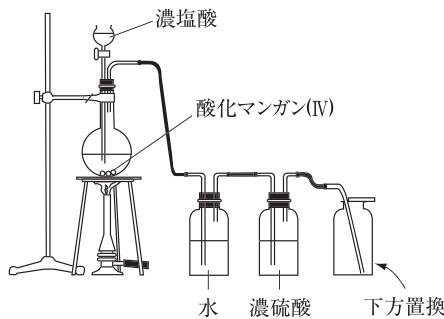


また、その水溶液は弱塩基性を示す。



(2) 塩素 Cl_2 は、黒色の粉末である酸化マンガン(IV) MnO_2 に濃塩酸 HCl を滴下し、それらの混合物を加熱すると発生する。



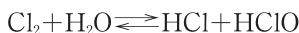


図で水は HCl を、濃硫酸は H₂O を吸収する。

また、さらし粉に塩酸を加えて得ることもできる。

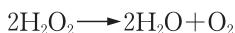


Cl₂ は黄緑色・刺激臭の気体で、水に溶けやすい。分子量は 71 であるため、空気より重い。よって下方置換で捕集する。Cl₂ が水に溶解すると塩化水素と次亜塩素酸が生じる。



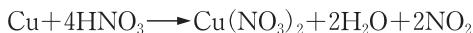
次亜塩素酸は酸化力をもち、殺菌・漂白作用がある。

(3) 酸素 O₂ は、過酸化水素水 H₂O₂aq の分解によって得られるが、反応をより速く行う（促進する）ため、酸化マンガン(IV) MnO₂ を触媒として用いる。加熱は不要である。



O₂ は無色・無臭の気体で、水に溶けにくい。よって水上置換で捕集する。

(4) 二酸化窒素 NO₂ は、濃硝酸 HNO₃aq に金属銅 Cu や銀 Ag を加えて発生させることができる。加熱は不要である。

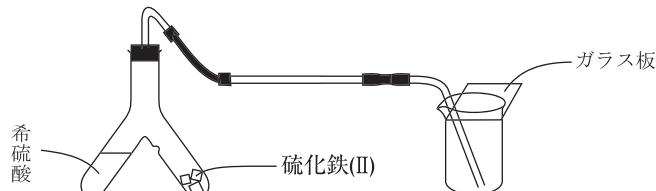


NO₂ は赤褐色・刺激臭の気体で、水によく溶ける。分子量は 46 であるため空気より重い。よって下方置換で捕集する。

(5) 硫化水素 H₂S は、硫化鉄(II) FeS に強酸を加えることによって得られるが、H₂S が強い還元力をもつため、酸化力のある硝酸や、濃硫酸は用いることができない。したがって、反応には、希塩酸、希硫酸を用いる。



H₂S は無色・腐卵臭の気体で、水によく溶ける。分子量は 34 であるため空気より重い。よって下方置換で捕集する。



H₂S は水溶液中で次のように電離し、水溶液は弱い酸性を示す。



【2】

解答

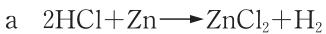
- 問1 A 化学式 ; H₂S 組合せ ; c
B 化学式 ; NH₃ 組合せ ; e
C 化学式 ; NO 組合せ ; d
D 化学式 ; SO₂ 組合せ ; b
E 化学式 ; H₂ 組合せ ; a



問3 液化天然ガスを燃焼すると、水とともに二酸化炭素を発生するが、水素を燃焼しても水しか生じないから。

解説

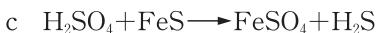
問1 a～e の試薬の組合せにより発生する気体は、それぞれ次のとおり。



H₂ は、無色・無臭の中性の気体であり、また、水にほとんど溶けない。空气中で点火すると爆発的に燃焼し (= 酸素と反応し), H₂O となる。



SO₂ は、水によく溶け亜硝酸 H₂SO₃ を生じるので、その水溶液は弱酸性を示す。また、空气中では徐々に酸化されて三酸化硫黄 SO₃ となり、これが水と反応すると硫酸 H₂SO₄ となるので、酸性雨の原因の一つとなっている。

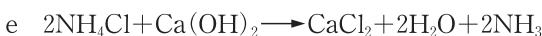


強酸 弱酸の塩 強酸の塩 弱酸 (弱酸の遊離反応)

H₂S は、腐卵臭の気体で、強い還元力をもつ。また、水にはいくぶん溶け、その水溶液は弱酸性を示す。



NO は、水に溶けにくい無色の気体で、空气中では容易に酸化され、赤褐色の NO₂ となる。NO₂ は水と反応すると硝酸 HNO₃ を生じるので、硫黄酸化物とともに酸性雨の原因となっている。



弱塩基の塩 強塩基 強塩基の塩 弱塩基 (弱塩基の遊離反応)

NH₃ は刺激臭の気体で、水に非常に溶けやすく、その水溶液は弱塩基性を示す。

A, D 青色リトマス紙を赤変させる (= 水溶液が酸性を示す) のは、H₂S と SO₂ である。このうち、A は腐卵臭があることより H₂S であり、D が SO₂ となる。これは D が酸性雨の原因の一つであることにも一致する。

B 刺激臭があり、赤色リトマス紙を青変させる (= 水溶液が塩基性を示す) のは、NH₃ である。

C, E リトマス紙を変色させないのは、H₂ と NO である。このうち、C は B (NH₃) を空気と混ぜて 800℃ に加熱したときに H₂O とともに生じる気体であることから NO とわかり、

Eは地球環境を汚さない新たなエネルギー源として注目されていることよりH₂とわかる。

これは、Cが酸性雨の原因の一つであることにも一致する。

問3 メタンCH₄のように炭素を成分として含むものを燃焼すると、二酸化炭素CO₂が生じる。



二酸化炭素は、地球温暖化の原因の一つといわれている気体である。

【3】

解答

問1 (1) 18.0mol/L

(2) 167mL

(3) 濃硫酸に水を加えると沸騰した水、および硫酸が飛び散る危険があるので、ビーカーに入れた水を水冷し、そこにかき混ぜながら少しづつ濃硫酸を加えていく。

問2 (1) 1.10g

(2) 0.559L

(3)



問3 (1) 減少

(2) 減少

解説

問1

(1) 濃硫酸1Lあたりの質量は、与えられた密度より

$$1.80 \times 1000 = 1800 \text{ [g]}$$

である。この中に含まれる硫酸の質量は、質量パーセント濃度より

$$1800 \times \frac{98.0}{100} \text{ [g]}$$

である。硫酸の分子量が98.0であるので、濃硫酸1Lあたりに含まれる硫酸の物質量(=モル濃度)は

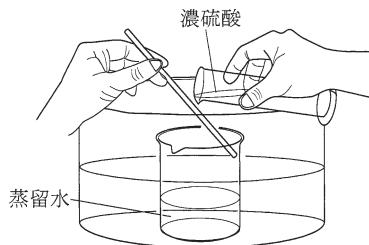
$$1800 \times \frac{98.0}{100} \times \frac{1}{98.0} = 18.0 \text{ [mol/L]}$$

(2) 3mol/Lの希硫酸1Lをつくるので、硫酸3molを含む量の濃硫酸を用意すればよい。必要な濃硫酸の量をv[mL]とすると、次の式が成り立つ。

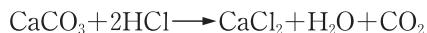
$$18.0 \times \frac{v}{1000} = 3$$

$$\therefore v = 166.6 \text{ [mL]}$$

(3) 硫酸が水に溶けたときに生じる溶解熱はとても大きい。このため、濃硫酸に蒸留水を加える希釀方法では、その溶解熱によって水が急激に沸騰し、その勢いで硫酸も飛び散ってしまい、危険である。希硫酸をつくるときには、水槽などに入った水で水冷しながら、ビーカーに入れた蒸留水に濃硫酸をゆっくり加えて希釀する方法をとる。



問2 反応式は次のようにになる。



弱酸の塩 強酸 強酸の塩 弱酸 (弱酸の遊離反応)

- (1) 化学反応式より、1 mol の炭酸カルシウムから 1 mol の二酸化炭素が生じる。使用した炭酸カルシウム (式量 100.0) の物質量は

$$2.60 \times \frac{96.0}{100} \times \frac{1}{100.0} = 2.496 \times 10^{-2} [\text{mol}]$$

であり、これは発生した二酸化炭素の物質量に等しい。したがって、発生した二酸化炭素 (分子量 44.0) の質量は次のようになる。

$$44.0 \times 2.496 \times 10^{-2} = 1.098 [\text{g}]$$

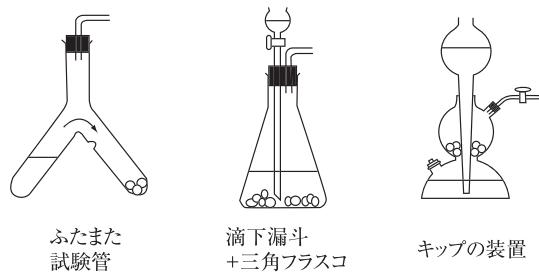
- (2) 標準状態における気体 1 mol の体積は 22.4L であるので、発生した二酸化炭素の体積は次のようになる。

$$22.4 \times 2.496 \times 10^{-2} = 0.5591 [\text{L}]$$

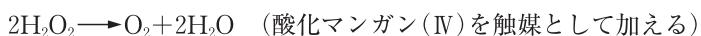
- (3) 反応物は固体 (炭酸カルシウム) と液体 (希塩酸) であり、この反応に加熱は不要である。また、二酸化炭素は水に少ししか溶けないので水上置換で捕集することができる。

固体と液体を混合する実験装置としては、ふたまた試験管、滴下漏斗 + 三角フラスコ、キップの装置などがある。解答にはふたまた試験管を示した。なお、装置の図を示すときには入れた試薬を明記すること。

ふたまた試験管では、くぼみがある方に固体、一方に液体を入れる。反応させるときは、液体を固体に流し込む。反応を止めるときは、ふたまた試験管を傾け、液体が固体に接触しないようにする。このとき、固体はくぼみにひっかかり、液体側の管に移動しないので、反応が止まる。



問3 気体の発生に関連した反応速度の問題である。過酸化水素の分解反応は次の反応式で表される。



反応速度を変化させる要因には、主に次の3つがある。

- ① 濃度 反応物の濃度が大きいほど反応速度が大きくなる。
- ② 温度 温度が高いほど反応速度が大きくなる。
- ③ 触媒 触媒があるときの方が、ないときよりも反応速度が大きくなる。

(1) 過酸化水素水の濃度が 1.0mol/L から 0.50mol/L と減少しているので、反応速度が小さくなる。したがって、得られる気体の物質量は減少し、それに伴って体積は減少する。

(2) 反応温度が 293K から 283K と低くなっているので、反応速度が小さくなる。したがって、得られる気体の物質量は減少し、それに伴って体積は減少する。また、シャルルの法則にしたがう体積の減少も起こっている。

25章 無機物質⑤ アルカリ金属・アルカリ土類金属

問題

■ 演習

11

- 問1 ①:Mg ②:Sr ③:Ra ④:アルカリ土類 ⑤:大き
⑥:ケイ素 ⑦:アルミニウム ⑧:水素 (H_2) ⑨:橙赤 ⑩:紅
○ 英語 ○ ○ CO NH_3 (断面図)

- 問2 a $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
 b $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
 c $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

間3 906kg

解説

問 1

①～⑧ ベリリウム Be, ①マグネシウム Mg を除いた2属元素（カルシウム Ca, ②ストロ
ンチウム Sr, バリウム Ba, ラジウム Ra）を④アルカリ土類金属という。このうち, ③Ra
が放射性元素*である。

アルカリ土類金属はイオン化傾向が_⑤大きい、すなわち還元力が大きいため、常温でも水と酸化還元反応して_⑧水素を発生させる（このような反応が起こるため、水溶液の電気分解では単体を得ることはできず、溶融塩电解から単体を得なくてならない）。

地殻を構成する元素を多い順（質量%）に示すと、酸素（約47%）、ケイ素（約28%）、アルミニウム（約8%）、鉄（約5%）についてカルシウム（約4%）となる。細かな数値は覚える必要はないので、上位を占める元素が何かは覚えておいてほしい。

* 元素の中には、自然にその原子の原子核から粒子や電磁波を放出して、別の原子になるものがある。Ra もこのような元素の一つであり、こうした元素を放射性元素という。Ra の場合は放射線の一種である α 線(高速のヘリウムの原子核の流れ)を出してラドン Rn とよばれる原子になる。

⑨～⑪ アルカリ土類金属の炎色は以下のとおり。

Ca ; 橙赤, Sr ; 紅, Ba ; 黃綠, Ra ; 紅

⑫, ⑬ 図1で点線の矢印で結ばれている気体、すなわち CO_2 と NH_3 が再利用されている。

問2 水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の飽和水溶液は石灰水である。石灰水に二酸化炭素 CO_2 を吹き込むと、水に難溶な白色の炭酸カルシウム CaCO_3 が生じるために液は白濁する (CO_2 の検出反応)。



さらに CO_2 を通じると、 CaCO_3 が CO_2 と反応して水に可溶な炭酸水素カルシウム $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ となるため、沈殿はなくなる（再び無色透明になる）。



この反応は可逆反応であるため、加熱して CO_2 を追い出すと、反応は左向きに進行し、再び白色沈殿 CaCO_3 が生じる。

問3 アンモニアソーダ法全体の反応^{*}は



である。反応式の係数より、2 mol の NaCl (式量 58.5) から 1 mol の Na_2CO_3 (式量 106.0) が生じることがわかる。1000kg の NaCl の物質量は

$$\frac{1000 \times 10^3}{58.5} = 1.709 \times 10^4 \text{ [mol]}$$

であるから、生じる Na_2CO_3 の質量は次のように求められる。

$$1.709 \times 10^4 \times \frac{1}{2} \times 106.0 = 905.7 \times 10^3 \text{ [g]} = 905.7 \text{ [kg]}$$

* アンモニアソーダ法全体の反応 ($2\text{NaCl} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2$) は、普通の状態では進行しない（逆向きの反応は起こる）ので、段階的な手順を踏んで反応させている。

【2】

解答

問1 イ；水酸化ナトリウム ロ；塩化物イオン ハ；電子 ニ；塩素

ホ；水 ヘ；ナトリウムイオン ト；水素 チ；水酸化物イオン

問2 A ; $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$

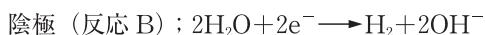
B ; $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$

問3 (1) 0.10L

(2) 0.37g

解説

問1, 2 陽イオン交換膜を用いた NaCl 水溶液の電気分解である。両極で起こる反応は次のとおり。



陰極において、ナトリウムイオンは非常に還元されにくいため、代わりに水が還元され、水素 H_2 と OH^- を生じる。なお、この問題では陰極側も NaCl 水溶液であったが、これだと最初から存在していた Cl^- が最後まで残り、NaOH の中に不純物として残ってしまう。そのため、工業的に NaOH をつくる場合は、陰極側の水溶液には希 NaOH 水溶液を用いることが多い。

問3 流れた電気量 ($[C] = \text{電流 } [A] \times \text{時間 } [\text{秒}]$) は $0.50 \times (30 \times 60) [C]$ 、電子 1 mol のもつ電気量の大きさは $9.65 \times 10^4 \text{ C}$ より、流れた電子の物質量は次のようにになる。

$$\frac{0.50 \times (30 \times 60)}{9.65 \times 10^4} = 9.32 \times 10^{-3} [\text{mol}]$$

(1) 陽極での反応式より、発生した Cl_2 の物質量は流れた電子の物質量の $\frac{1}{2}$ である。標準状

態における気体 1 mol の体積は 22.4L であるので、求める体積は次のようにになる。

$$22.4 \times \frac{9.32 \times 10^{-3}}{2} = 0.104 [\text{L}]$$

(2) 陰極での反応式より、2 mol の電子 e^- が流れると 2 mol の OH^- が生じる。この OH^- が Na^+ と NaOH を生成すると考えてよいので、流れた電子 e^- の物質量と生成した NaOH (式量 40.0) の物質量は等しい。これより、求める NaOH の質量は次のようになる。

$$9.32 \times 10^{-3} \times 40.0 = 0.372 [\text{g}]$$

【3】

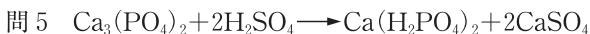
解答



問2 カルシウムはイオン化傾向が大きく、水溶液の電気分解では陰極で水が還元され、水素を発生するため。(47字)

問3 2.0g

問4 -1



問6 塩化カルシウムが水に溶けて水溶液となり、水溶液の凝固点が純水よりも低下するため。(40字)

問7 $Q_1 - Q_2 - Q_3$



問9 5.6g

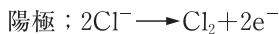
解説

問1 イオン化列において、イオン化傾向が水素よりも大きく、アルミニウムよりも小さい元素は、酸化物や硫化物を炭素で還元することで、単体を得ることができる。



しかし、イオン化傾向がアルミニウム以上であると、炭素とも化合してしまい、単体を得ることはできない(単体を得るために溶融塩電解を行う)。

問3 両極では次のような反応が起こると考えられる。



これより、電子2molに対し、1molのカルシウムが得られることがわかる。反応した電子の物質量は

$$\frac{5.0 \times (32 \times 60 + 10)}{9.65 \times 10^4} = 0.10 \text{ [mol]}$$

であるので、得られるカルシウム(原子量40)の質量は

$$0.10 \times \frac{1}{2} \times 40 = 2.0 \text{ [g]}$$

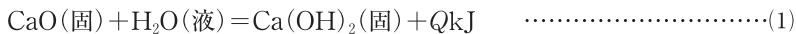
となる。

問4 水素の酸化数は通常+1と考えるが、イオン化傾向が水素より大きい金属の水素化物中では、金属原子の方が陽イオンとなりやすいため、水素の酸化数は-1となることに注意。このほかに酸素の酸化数が-1となる事例として過酸化物(H_2O_2)がある。

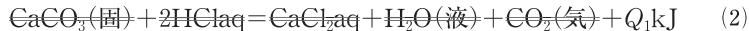
問6 純溶媒に不揮発性の物質を溶解させて溶液にすると、その凝固点は、同圧の純溶媒の凝固点よりも低くなる。これを凝固点降下という。凝固点降下の度合いは、溶液に含まれる溶質粒子の質量モル濃度に比例する(塩化カルシウムの場合、溶質粒子の質量モル濃度とは、

電離して生じる Ca^{2+} , Cl^- を合計したものとなる)。

問7 (2)～(4)の反応式を組み合わせて(1)を得る。



(2) - (3) - (4) より

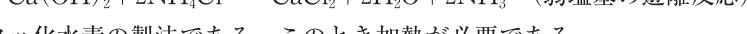


$$\text{CaO(固)} + \text{H}_2\text{O(液)} = \text{Ca(OH)}_2\text{(固)} + (Q_1 - Q_2 - Q_3) \text{kJ}$$

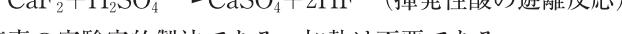
$$\therefore Q = Q_1 - Q_2 - Q_3$$

17

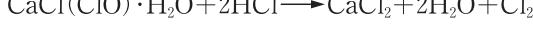
$$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3 \quad (\text{弱塩基の遊離})$$



(2) ノノ化水素の製法である。このとき加熱が必要である。



(3) 塩素の臭騒至的製法である。加熱は不妥である。



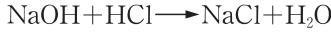
問9 混合物に含まれる酸化カルシウム（式量 56）の質量を x [g] とすると、水酸化ナトリウム（式量 40）の質量は $6.0 - x$ [g] と表すことができる。反応した各物質の物質量を整理すると次のようになる。

$$\text{HCl} : 3.0 \times \frac{70}{1000} = 0.21 \text{ [mol]}$$

CaO ; $\frac{x}{56}$ [mol]

$$\text{NaOH} ; \frac{6.0-x}{40} \text{ [mol]}$$

ここで、中和の反応式は次のように表される。



CaOは2価の塩基としてはたらいているので、中和に要するHClの物質量は、CaOの物質量の2倍である。以上より次の式が成り立つ。

$$2 \times \frac{x}{56} + \frac{6.0-x}{40} = 0.21$$

$$\therefore x = 5.6 \text{ [g]}$$

26章 無機物質⑥ アルミニウム、亜鉛、鉛

問題

■演習

【1】

解答

問1 a, d

問2 ⑤

解説

問1

- a アルミニウム Al は金属結合によって原子と自由電子が、酸化アルミニウム Al_2O_3 はイオン結合によってイオンが結びついている。一般に、イオン結合の方が金属結合に比べて結合力が強いため、融点は高くなる (Al は 660°C, Al_2O_3 は 2054°C) (正)。
- b 金属である Al は、自由電子があるため電気をよく通す。しかし、イオン結合は、固体状態では、個々のイオンは異符号のイオンどうしが静電気力(クーロン力)によって束縛しあっているため導電粒子は存在せず、電気を通さない(ただし、融解状態では Al^{3+} と O^{2-} が離れて自由に運動するため電気を通す) (誤)。
- c Al は H よりイオン化傾向がかなり大きいため、アルミニウムイオン Al^{3+} は水溶液中では水素イオン (H^+) より還元されにくく、単体を析出することはできない。通常、Al の単体は、ボーキサイトから精製されたアルミナ (Al_2O_3) の溶融塩電解により得る (誤)。
- d Al を空気中に放置するとその表面は緻密な構造をもつ酸化アルミニウムの固体薄膜で覆われる。この酸化被膜により内部が保護されるので、Al はそれ以上腐食されにくくなる(正)。

問2

- ① Sn は H よりイオン化傾向が大きいので希塩酸には水素を発生して溶解する(正)。



- ② Sn は化合物中では +2, +4 の酸化数をもつことができる。主として +2 の価数をとるが、条件が整えば +4 の方が安定なので、 Sn^{2+} は酸化されやすく、このため SnCl_2 は手軽でかつ強い還元剤として利用される(正)。



- ③ 硫酸鉛(II) PbSO_4 は、水にも希硫酸にもほとんど溶解しない(正)。

- ④ 白色の塩化鉛(II) PbCl_2 の水に対する溶解度は 20°C で 0.97, 80°C で 2.56 (g / 水 100 g) であるため、熱水にはやや溶解するが、冷水にはほとんど溶けないといえる(正)。

- ⑤ 褐色の酸化鉛(IV) PbO_2 中の Pb の酸化数は +4 であり、これは Pb のとりうる最高の酸化数である。したがって、 PbO_2 はこれ以上酸化されることはない。すなわち、相手を還元しないので、還元剤にはならない(誤)。

【2】

解答

問1 Zn, Fe, Sn, Cu

問2 トタンでは、鉄よりもイオン化傾向が大きい亜鉛が鉄を覆っているため、傷がついたときに鉄よりも先に亜鉛が酸化されて鉄の酸化を防ぐ。ブリキでは、鉄よりもイオン化傾向が小さいスズが鉄を覆うことにより、直接的な鉄の酸化を防いでいる。

問3 $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

問4 $Zn + 2NaOH + 2H_2O \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4] + H_2$

問5 水酸化亜鉛

問6 $Zn(OH)_2 + 4NH_3 \rightarrow [Zn(NH_3)_4](OH)_2$

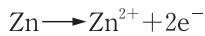
問7 テトラアンミン亜鉛(II)イオン

問8 $SnCl_2$

解説

問2 めっきは主に、装飾や腐食防止に利用される。

イオン化傾向は $Zn > Fe > Sn$ ので、傷がついていない状態ではブリキの方がトタンよりもさびにくく安定である。しかし、めっきに傷がついて Fe が露出した部分に水がたまり、そこに空気中の CO_2 が溶け込んで酸性になると、トタンでは、イオン化傾向が $Zn > Fe$ より

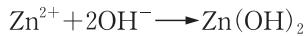


のように、Zn が優先的に水中に溶け込む。これにより、Fe の腐食が防止されている。一方、ブリキでは、傷がついて Fe が露出すると、イオン化傾向が $Fe > Sn$ より

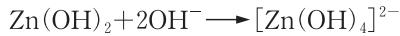


のように、Fe が集中的に腐食されていく。すなわち、一度傷がついてしまうと、ブリキはめっきの意味がまったくなくなるどころか、普通の鉄板よりもさびやすくなってしまう。

問3～7 亜鉛の単体は酸の水溶液にも強塩基の水溶液にも溶解する。亜鉛イオンを含む水溶液に少量の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、次のように水酸化亜鉛を生じる。

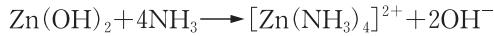


さらに過剰に水酸化ナトリウム水溶液を加えていくと、錯イオンを生じて溶解する。



テトラヒドロキシド亜鉛(II)酸イオン

また、水酸化亜鉛に、過剰のアンモニア水を加えても、沈殿は溶解する。このときはアンミニ錯イオンを生じる。

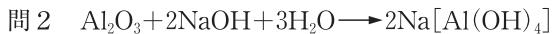


テトラアンミン亜鉛(II)イオン

問8 還元剤として作用するには、自身が酸化されうる状態になければならない。したがって、スズ(II)イオンを含む化合物を答える。スズを含む還元剤としては塩化スズ(II) $SnCl_2$ が広く用いられている。

【3】

解答



問3 融解温度を下げる。 (9字)

問4 一酸化炭素 : 二酸化炭素 = 7 : 1

問5 ジュラルミン

問6 酸化アルミニウムの被膜がはがれるため。(19字)

問7 コロイド粒子を沈殿させるのに有効な多価のイオンを含むため。(29字)

解説

問1 Alは酸素との結合力が強く、FeやCrの酸化物とAlの粉末を混ぜて点火すると、FeやCrの単体が遊離する。



このようにAlが酸化するときに発生する多量の熱を利用して、金属の単体を遊離させる方法をテルミット法という。鉄骨部分の溶接やFeやCrの他、Co、Mn、Vなどの金属の製造に利用される。

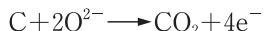
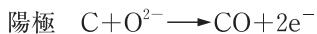
問2 両性酸化物は、強塩基の水溶液には錯イオンをつくって溶解する。



テトラヒドロキシドアルミニ酸ナトリウム

Fe_2O_3 はNaOH水溶液には溶けないので、これを沈殿物として取り除くことができる。なお、不純物を取り除いた後は、水を加えて塩基性を薄め、水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ の白色沈殿を得る。これを加熱して Al_2O_3 とし、電気分解によりAlを得る。

問4 両極の反応は以下のとおりである。



析出したアルミニウムの物質量より、流れた電子の物質量は (6.0×3) [mol]である。

ここで、陽極でCOが x [mol]、 CO_2 が y [mol]生じたとすると、COの生成で放出された電子は $2x$ [mol]、 CO_2 の生成で放出された電子は $4y$ [mol]となるので、流れた電子の物質量について次式が成立する。

$$2x + 4y = 18.0 \quad \dots \dots \dots \quad ①$$

また、発生した気体(COと CO_2)の体積が199.2Lであったので、気体の状態方程式を用いて次の式を導ける。

$$1.0 \times 10^5 \times 199.2 = (x+y) \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 27)$$

$$\therefore x + y = 8.0 \quad \dots \dots \dots \quad ②$$

①、②式より、 $x=7.0$ 、 $y=1.0$ が求められる。したがって、発生したCOは7.0mol、 CO_2 は1.0molである。同温・同压において、気体の物質量比は体積比に等しいので、体積の比も7:1となる。

問5 ある金属に他の金属を混ぜ合わせたものを合金という。アルミニウムの合金としては、ジュラルミンが有名である。

問6 通常アルミニウム製品は、表面が酸化アルミニウムの被膜で覆われたアルマイトである。この被膜があるために、アルミニウム製品は腐食しにくい。鉄のたわしなどで、強くなべをこすり、煮炊きをしたりすると、一部、酸化被膜がはがれてむきだしとなった部分からアルミニウムが溶出する可能性がある。

問7 泥水は粘土質の粒子などがコロイドとして分散している溶液とを考えることができる。コロイドを塩析や凝析させるには、電解質を加えればよい。凝析や塩析の効果は、コロイドの電荷と反対符号の電荷をもち、かつ価数が大きいほど高い。硫酸アルミニウムやミョウバンは、 Al^{3+} , SO_4^{2-} と符号が大きい陰陽両イオンを含むので、コロイドを沈殿させる効果が高いといえる。

C2J
高2東大化学



会員番号		氏名	
------	--	----	--