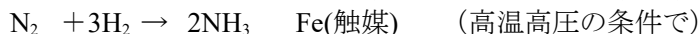
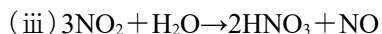
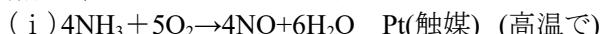


# 無機化学工業

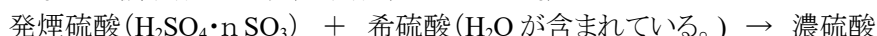
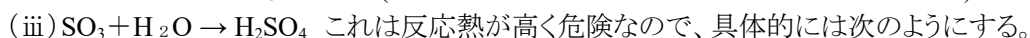
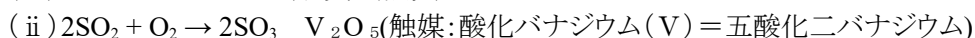
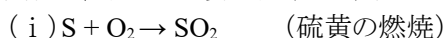
①アンモニアの製法 — ハーバー法(ハーバー・ボッシュ法) (はばかるあんたは鉄男だろ！)



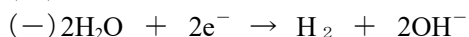
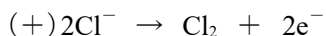
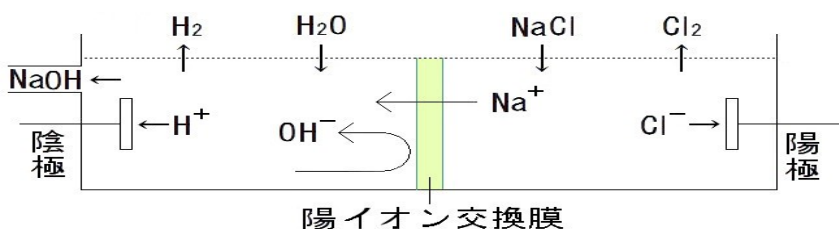
②硝酸の製法 — オストワルト法



③硫酸の製法 — 接触法(この名前は  $\text{SO}_2$  が触媒を詰めた接触塔内を通ることによる。)



④水酸化ナトリウムの製法 — 塩化ナトリウム  $\text{NaCl}$  の電気分解



中央の膜を  $\text{Na}^+$  が通過して陰極の  $\text{OH}^-$  と共に  $\text{NaOH}$  となる。

陽極で発生する  $\text{Cl}_2$  は酸性なので、中和反応によって  $\text{NaOH}$  が消える。

そこで、隔膜(石綿など)を用いて両極を隔て、 $\text{Cl}_2$  と  $\text{NaOH}$  が混ざらないようにする。

隔膜は電気回路の形成に必要なイオンは通す。これを隔膜法という。

隔膜法では  $\text{NaOH}$  に  $\text{NaCl}$  が混ざっている。そこで  $\text{NaOH}$  の純度を上げるために…

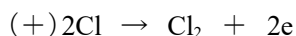
陽極側に  $\text{NaCl}$ 、陰極側に薄い  $\text{NaOH}$ 、両者の間に陽イオン交換膜を入れる。

陽イオン交換膜は  $\text{Na}^+$  は自由に通過させるが、 $\text{OH}^-$  や  $\text{Cl}^-$  は通過させない。

結果として、陰極側に高純度の  $\text{NaOH}$  が得られる。→陽イオン交換膜法。

⑤金属ナトリウムの製法 — 塩化ナトリウムの熔融電解

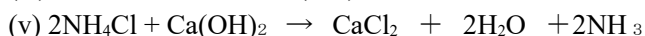
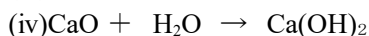
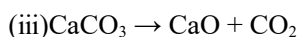
塩化ナトリウムは約 800 度で融解。ここで電気分解をすると、陰極に金属ナトリウムが析出する。



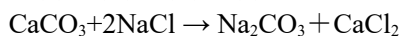
⑥炭酸ナトリウムの製法 — アンモニアソーダ法(またはソルベー法)



上記の反応に必要な  $\text{NH}_3$  と  $\text{CO}_2$  を得るために次の補助的な反応がある。



(i)×2 + (ii) + (iii) + (iv) + (v)を計算すると、



$\text{NH}_3$  と  $\text{CO}_2$  はここに出てこない。これらは反応装置内を循環している。

## ⑦鉄の精錬

原料の鉄鉱石には3種類ある。赤鉄鉱( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、磁鉄鉱( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、黄鉄鉱( $\text{FeS}_2$ )

赤点(赤鉄鉱)の兄さん(2と3)は地味な洋服(磁と3と4)で基礎(黄とS)を2回( $\text{S}_2$ の2)勉強すべし。

溶鉱炉の内部は以下のような構成になっている。

鉄鉱石、石灰石( $\text{CaCO}_3$ )、コークス(純粋な炭素)。ここへ1600度の熱風を送る。

↓↓↓↓溶けた鉄が流れ落ちる↓↓↓↓

銑鉄(せんてつ)ができる。銑鉄の上にスラグという不純物が浮いている

$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$      $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  (石灰石やコークスから $\text{CO}_2$ が生成)

$\text{C} + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{CO}$      $2\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}$  (コークスの不完全燃焼や $\text{CO}_2$ との反応から $\text{CO}$ が生成)

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$  ( $\text{CO}$ が鉄鉱石を還元して鉄が生成する)

ここでできた鉄は炭素を多量に含むので、銑鉄(せんてつ)と呼ばれる。

銑鉄に酸素を吹き込んで炭素を燃焼させて、除去すると鋼鉄が得られる。

銑鉄・・・固く、刃物に使われる。鋼鉄・・・軟らかく、釘に使われる。

※コークス(ドイツ語 Koks、英語 coke)とは、石炭を乾留(蒸し焼き)した燃料のことである。

乾留(1,300度以上)すると石炭から不純物が抜けて純度が高まり、燃焼時の発熱量が高くなる。

合金鉄用燃料、カーバイド工業の炭素材、アルミニウム精錬の電極、研削材原料に使用される。

## ⑧銅の精錬 — (電解精錬)

銅の原料は黄銅鉱( $\text{CuFeS}_2$ )これを転炉と呼ばれる炉で精錬すると粗銅( $\text{Cu}$ )ができる。

粗銅には金、銀、鉛などの不純物が含まれる。

硫酸銅(II)水溶液を電解液とし、陽極に粗銅を接続して、電気分解すると陰極に純銅が析出する。

(1) 陽極で粗銅から $\text{Cu}$ が $\text{Cu}^{2+}$ となり、陰極で $\text{Cu}^{2+}$ は $\text{e}^-$ を受け取って単体の銅になる。

(2) イオン化傾向が $\text{Cu}$ よりも小さい金属( $\text{Ag}$ ,  $\text{Au}$ )

イオンにならずに陽極付近に沈殿する。これを陽極泥(ようきよくでい)という。

(3) イオン化傾向が $\text{Cu}$ よりも大きい金属( $\text{Ni}$ ,  $\text{Fe}$ など)

陽イオンになって溶けて、そのまま電解液中に残る。

(4) 鉛は $\text{Cu}$ よりもイオン化傾向が大きいので、 $\text{Pb}^{2+}$ になって溶けるが、

電解液中の $\text{SO}_4^{2-}$ と結合して、 $\text{PbSO}_4$ となり、陽極泥として沈殿する。

## ⑨アルミニウムの精錬

アルミニウムの原料ボーキサイト( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )に濃 $\text{NaOH}$ を加える。

$\text{Al}$ は溶け、不純物は溶けないので、ろ過により不純物を除去。

$\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  (テトラヒドロキソアルミン酸ナトリウム)

ろ液に水を加えて、加水分解すると $\text{Al}(\text{OH})_3$ が沈殿する。水を加えるということは、

$\text{NaOH}$ の濃度が減少することだから $\text{NaOH}$ を加える前の状態の $\text{Al}(\text{OH})_3$ に戻る。

$\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{NaOH}$

さらに、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ を強熱すると、純粋な $\text{Al}_2\text{O}_3$ (アルミナ)が得られる。

$2\text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

ここで熔融電解をするが、アルミナの融点は約2000度で容器が先に溶けてしまう。

そこで、多量の氷晶石( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ )を混合して、融点を下げる。(1000度以下)。

熔融電解の結果、陰極に $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$

→ $\text{Al}$ の反応によって、単体のアルミニウムを得る。

この時、陽極の炭素は $\text{CO}$ や $\text{CO}_2$ に変わってしまう。(通常では炭素電極は安定)。

アルミニウムの電解精錬では大量の電力を消費するので、リサイクルによって、経費を抑える。