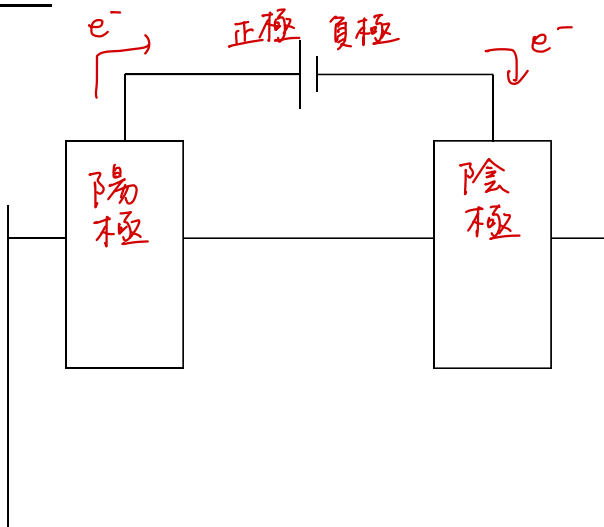


電気分解



酸化反応

(負)極、(陽)極

還元反応

(正)極、(陰)極

電池（電源）の正極とつながっている極板を（陽極）という

電池（電源）の負極とつながっている極板を（陰極）という

* 電池と電気分解との違い

電池・・・自発的に酸化還元反応が起こる

電気分解・・・外部から電気を流して強制的に酸化還元反応を起こす

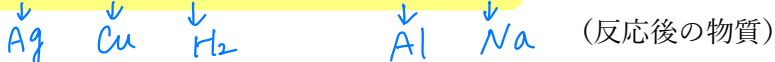
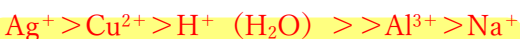
陰極の反応

電子 e^- が入ってくる (⊖が入ってくる)

→ ⊕が受け取りやすい (=受け取って単体になる)

→ イオン化傾向の小さい金属が反応しやすい

反応しやすさ (よく出てくるもの)

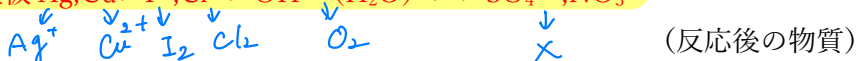
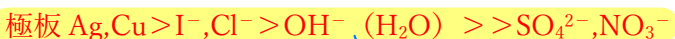


陽極の反応

電子 e^- が出ていく (⊖が余っている)

→ ⊖が反応しやすい

反応しやすさ

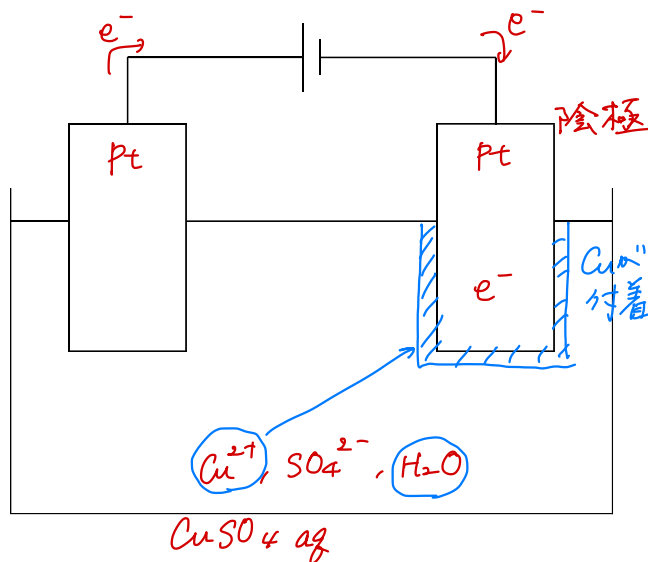
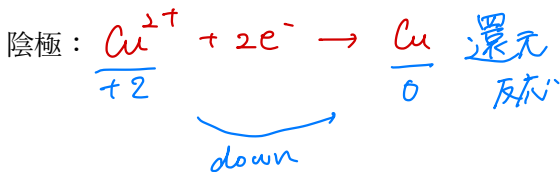


* 陽極の場合、極板にイオン化傾向が Ag 以上の金属を用いると溶けだして電子 e^- を出す

陰極の反応

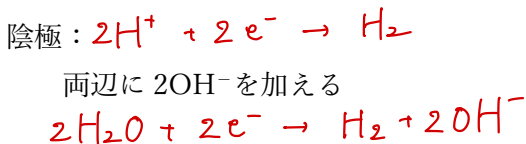
(1) H よりイオン化傾向が小さい
金属イオンが含まれる水溶液

(例) CuSO_4 水溶液 (極板に Pt)



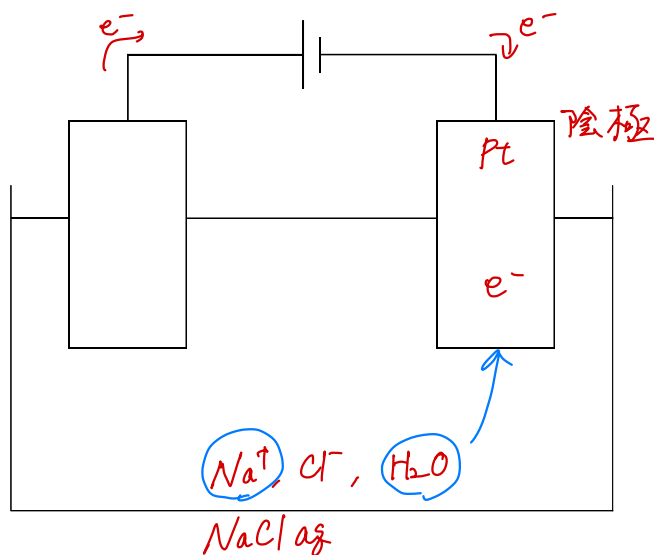
(2) H よりイオン化傾向が大きい
金属イオンが含まれる水溶液

(例) NaCl 水溶液 (極板に Pt)



(酸性水溶液) $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$

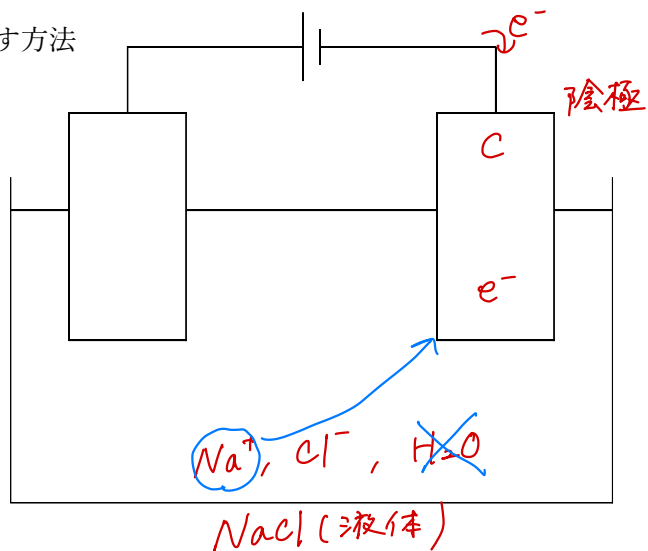
(中・塩基性水溶液) $2\text{H}_2\text{O} + 2e^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$



(3) 熔融塩電解 (別名: 融解塩電解)

H よりイオン化傾向が大きい金属を取り出す方法

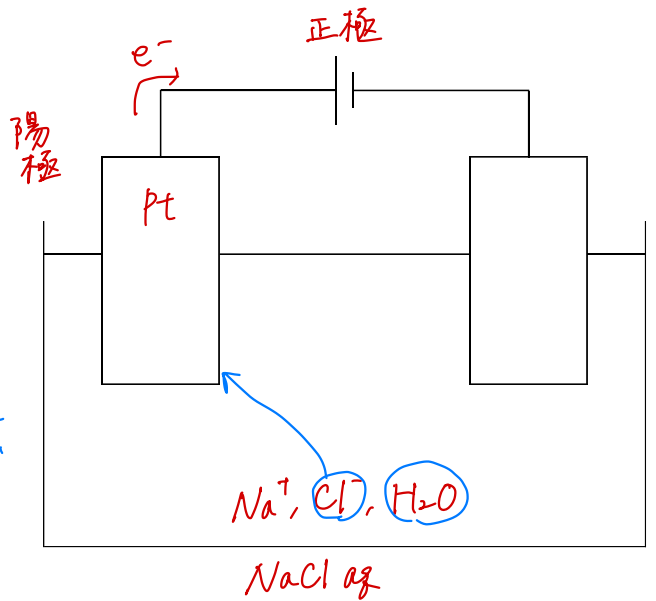
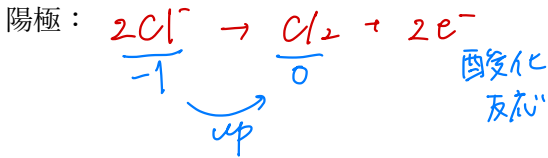
(例) NaCl (液体) (極板に C)



陽極の反応

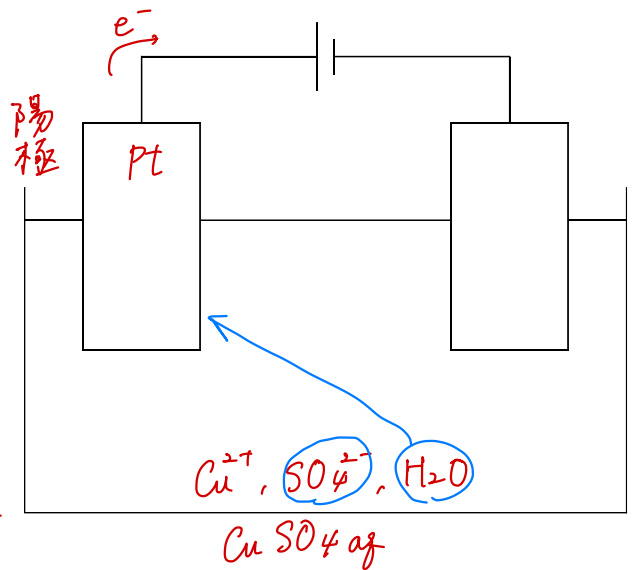
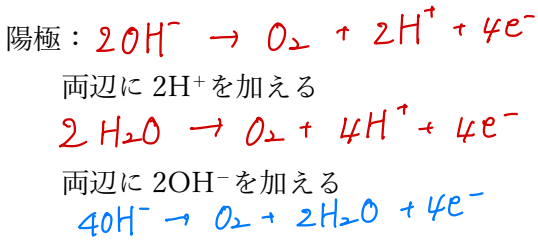
(1) ハロゲンのイオンが含まれる水溶液

(例) NaCl 水溶液 (極板に Pt)



(2) ハロゲンのイオンが含まれず
OH⁻ (H₂O) や SO₄²⁻、NO₃⁻ が
含まれる水溶液

(例) CuSO₄ 水溶液 (極板に Pt)

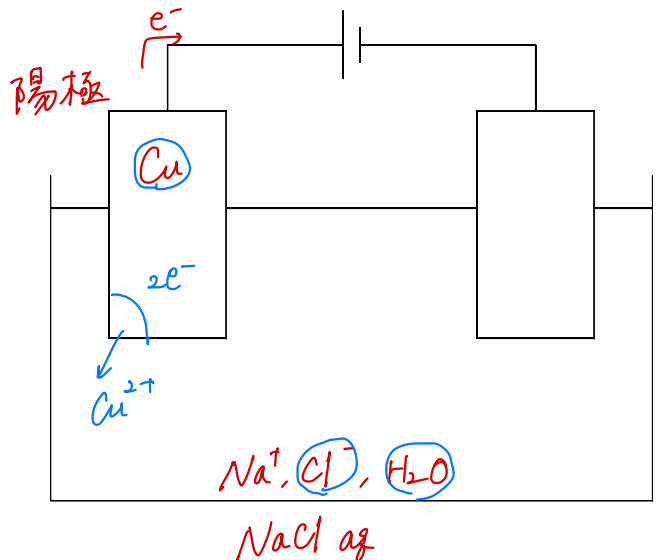
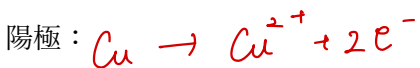


(酸、中性水溶液) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

(塩基性水溶液) $4\text{OH}^- \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$

(3) 極板に Pt や C 以外のとき

(例) NaCl 水溶液 (極板に Cu)



銅の電解精錬

* 製錬とは

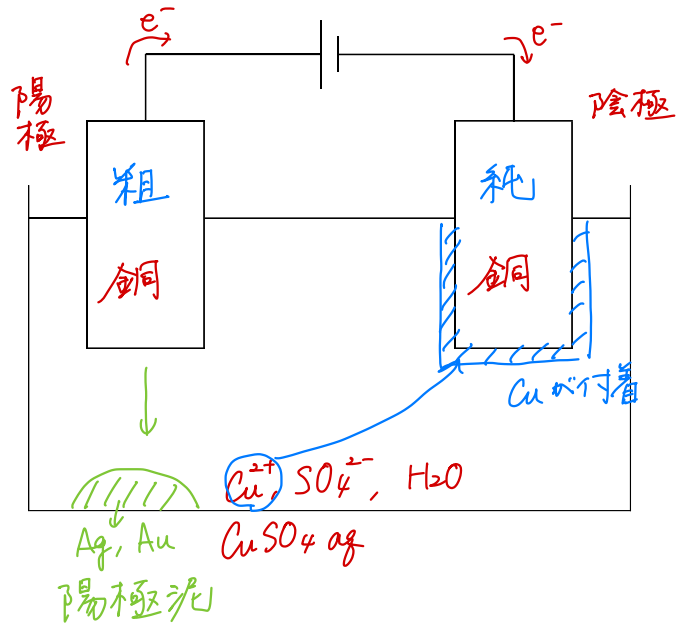
鉱石から金属を取り出す工程

* 精錬とは

不純物の多い金属から純度の高い

金属を取り出す工程

→ 製錬によって取り出した金属は純度が低いことが多いので、純度を高めるために精錬を行う



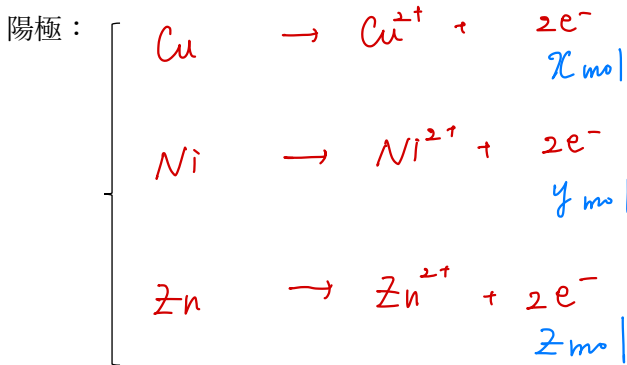
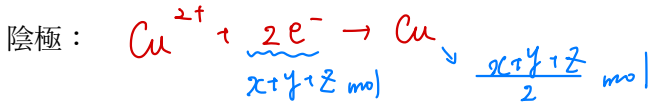
方法

水溶液：CuSO₄水溶液

陰極：純銅

陽極：粗銅

* 今回の粗銅はCuにAu、Ag、Ni、Znが含まれている場合を考える



イオン化傾向の小さな金属Ag、Auはイオンでなく単体として、沈殿する

→ 陽極泥という

アルミニウムの電解精錬

ホール・エルー法

極板に炭素棒、溶液は氷晶石の液体に
アルミナを溶かしたもの

アルミニウムの原料

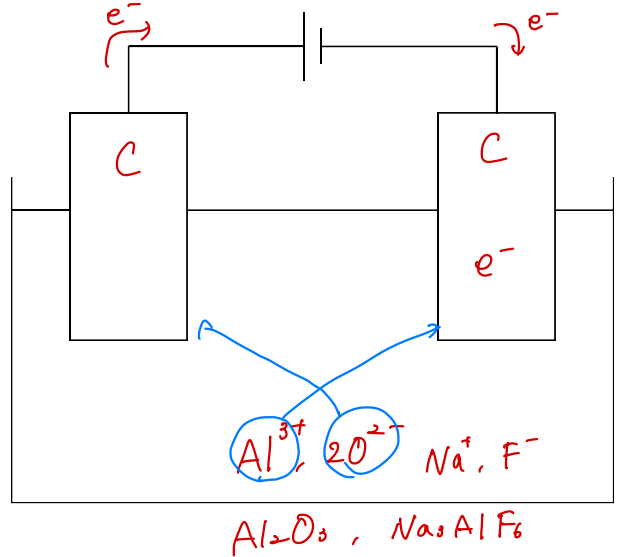
ボーキサイト ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)

↓ 不純物を取り除く

アルミナ (酸化アルミニウム Al_2O_3)

↓ 電解精錬

アルミニウム Al を取り出す



水溶液中では H^+ よりイオン化傾向が
大きい Al を取り出すことができない

↓

アルミナ Al_2O_3 を液体状態にして電気分解をする

【工夫した】

アルミナの融点 m.p. が約 2000°C → 液体状態にするのが困難

→ 氷晶石 Na_3AlF_6 (m.p. 約 1000°C) をどろどろに溶かす

→ この氷晶石(液体)にアルミナを溶かす

→ アルミナ Al_2O_3 のみが電気分解される

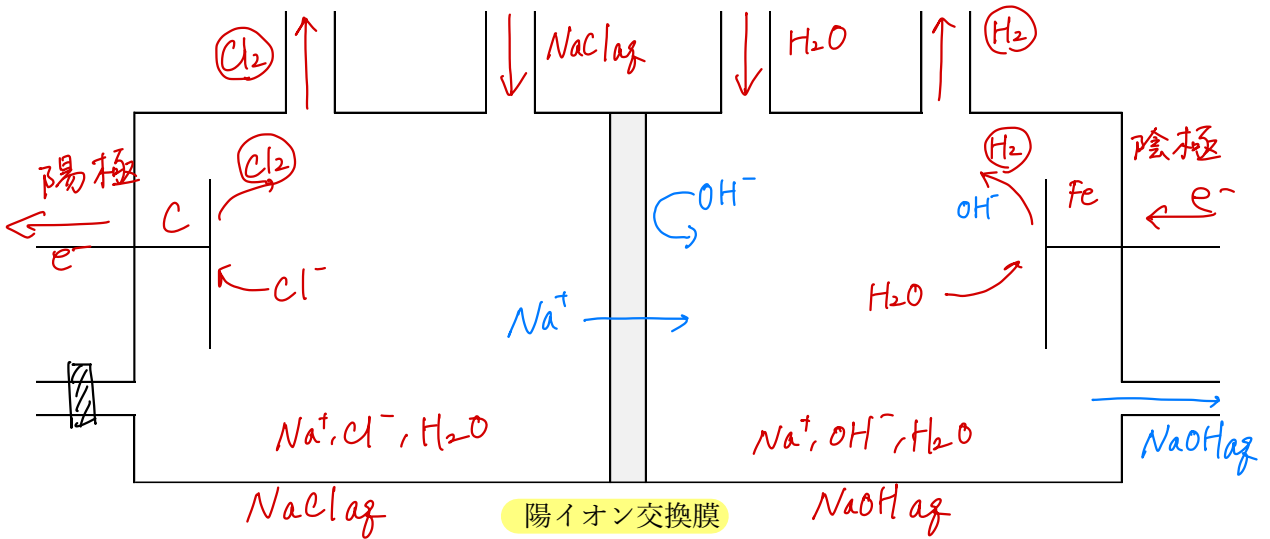


高温状態で炭素と酸素がある

→ 一酸化炭素と二酸化炭素が生成する

水酸化ナトリウムの工業的製法 1

陽イオン交換膜法



陽極室（極板：C）に NaCl 水溶液、陰極室（極板：Fe）に NaOH 水溶液を用いる

陽極室と陰極室は陽イオン交換膜で仕切る

→陽イオンのみ通すことができる



陽極で Cl^- が消費されることにより、陽極室は \oplus が多くなる

→ Na^+ が陽イオン交換膜を通過して、陰極室へ

陰極で OH^- が生成することにより、陰極室は \ominus が多くなる

→ OH^- は陽イオン交換膜を通ることができない

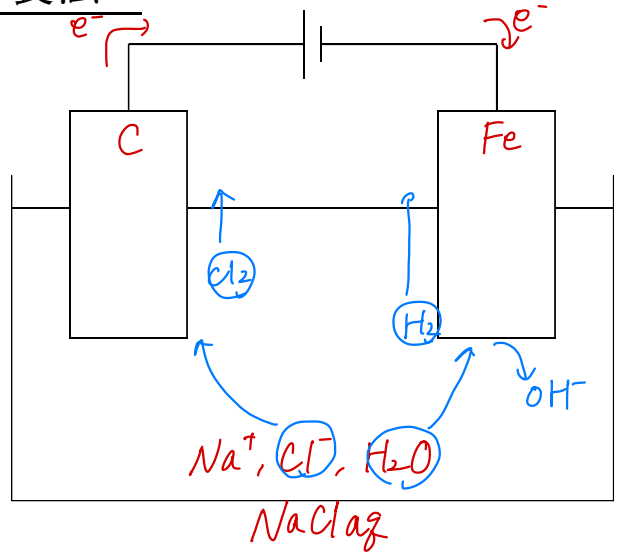
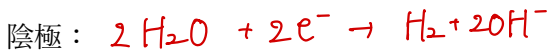
→ 陽極室から入ってくる Na^+ により、電氣的に中性になる

陽極では Cl^- が消費され、 Na^+ が陰極室へ移動するので、(NaCl) を供給するとよい
陰極では H_2O が消費されるので、(H_2O) を供給し、反応後に増えた (NaOH) を排出する。

最終的にこの電気分解では、(Cl_2)、(H_2)、(NaOH) が得られる

水酸化ナトリウムの工業的製法 2

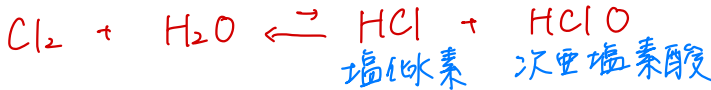
単純な NaCl 水溶液を電気分解した場合
 極板は先ほどと同じく、陽極板には炭素 C、
 陰極板には鉄 Fe を用いる



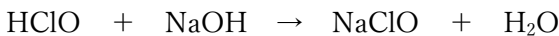
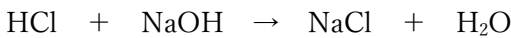
工業的製法と同じく
 塩素 Cl_2 、水素 H_2 、水酸化ナトリウム $NaOH$
 が生成する

【問題点】

発生した塩素 Cl_2 が水 H_2O にわずかに溶ける



生成した塩化水素 HCl 、次亜塩素酸 $HClO$ ともに酸性
 →生成した $NaOH$ と中和



これらの反応を合わせると



- ・生成した $NaOH$ が中和反応に使われてしまって取り出せない
- ・ $NaCl$ の電気分解をしたのに、最終的に $NaCl$ ができてしまう

* 次亜塩素酸 $HClO$ / 次亜塩素酸ナトリウム $NaClO$

殺菌・漂白作用が強い

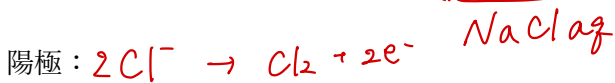
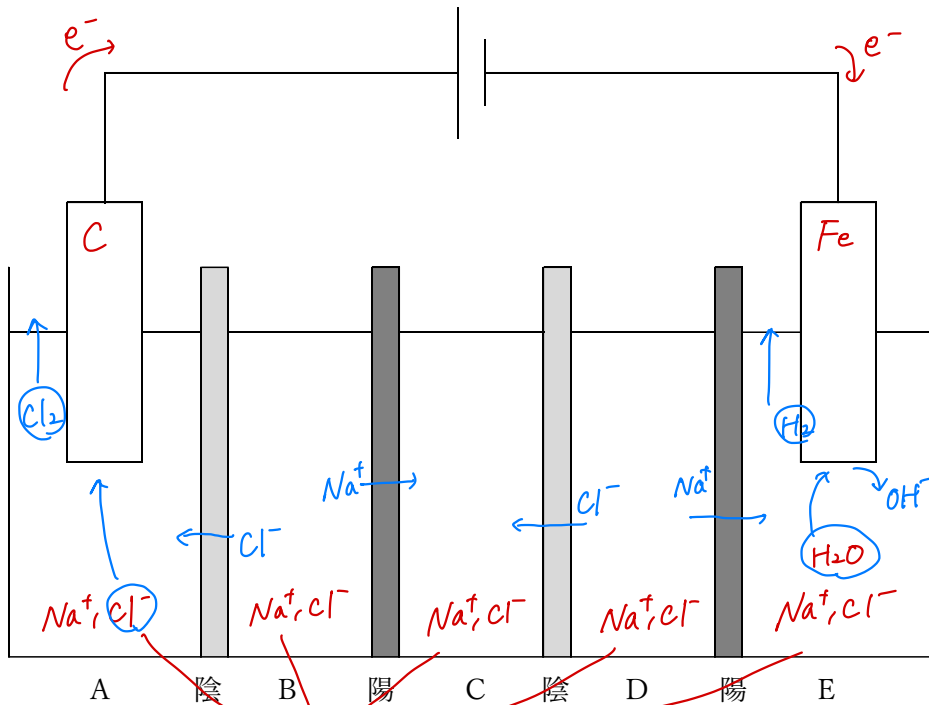
→消毒液に使われる

Cl : 電気陰性度が大きい = 電子を引き付ける強さが強い
 酸化数: +1 = 電子が不足
 → 電子を奪いやすい

食塩の工業的製法

イオン交換膜法

陽極板には炭素 C、陰極板には鉄 Fe を用いて、陽極室から順に陰イオン交換膜、陽イオン交換膜を交互に仕切り、A~E 室には NaCl 水溶液を入れておく



- A 室では Cl^- が消費される \rightarrow \ominus が減る \rightarrow B 室から Cl^- が供給される
- \rightarrow B 室から C 室へ Na^+ が移動する \rightarrow D 室から C 室へ Cl^- が移動する
- \rightarrow D 室から E 室へ Na^+ が移動する

この電気分解のメリット

A 室 : Cl_2 生成

B、D 室: 淡水化

C 室 : NaClaq の濃縮化

E 室 : H_2 生成 (E 室を NaOH 水溶液にしておくと、NaOH 水溶液も生成する)