

昨日のことを少し振り返ると

蒸氣庄

この問題の場合、用いる式は問題文から読み取る!!

蒸気圧

蒸気圧を P とおく

$$P_{\text{溶液}} = P_{\text{溶質}} + P_{\text{溶媒}}$$

$$P_{\text{溶液}} = P_{\text{純溶質}} \times \frac{n_{\text{溶質}}}{n_{\text{溶媒}} + n_{\text{溶質}}} + P_{\text{純溶媒}} \times \frac{n_{\text{溶媒}}}{n_{\text{溶媒}} + n_{\text{溶質}}}$$

溶質が不揮発性であり、 $P_{\text{純溶質}} = 0$ なら、

$$P_{\text{溶液}} = P_{\text{純溶媒}} \times \frac{n_{\text{溶媒}}}{n_{\text{溶媒}} + n_{\text{溶質}}}$$

➡ 本日の題材

濃度が等しくなるまで水の移動が続く!!

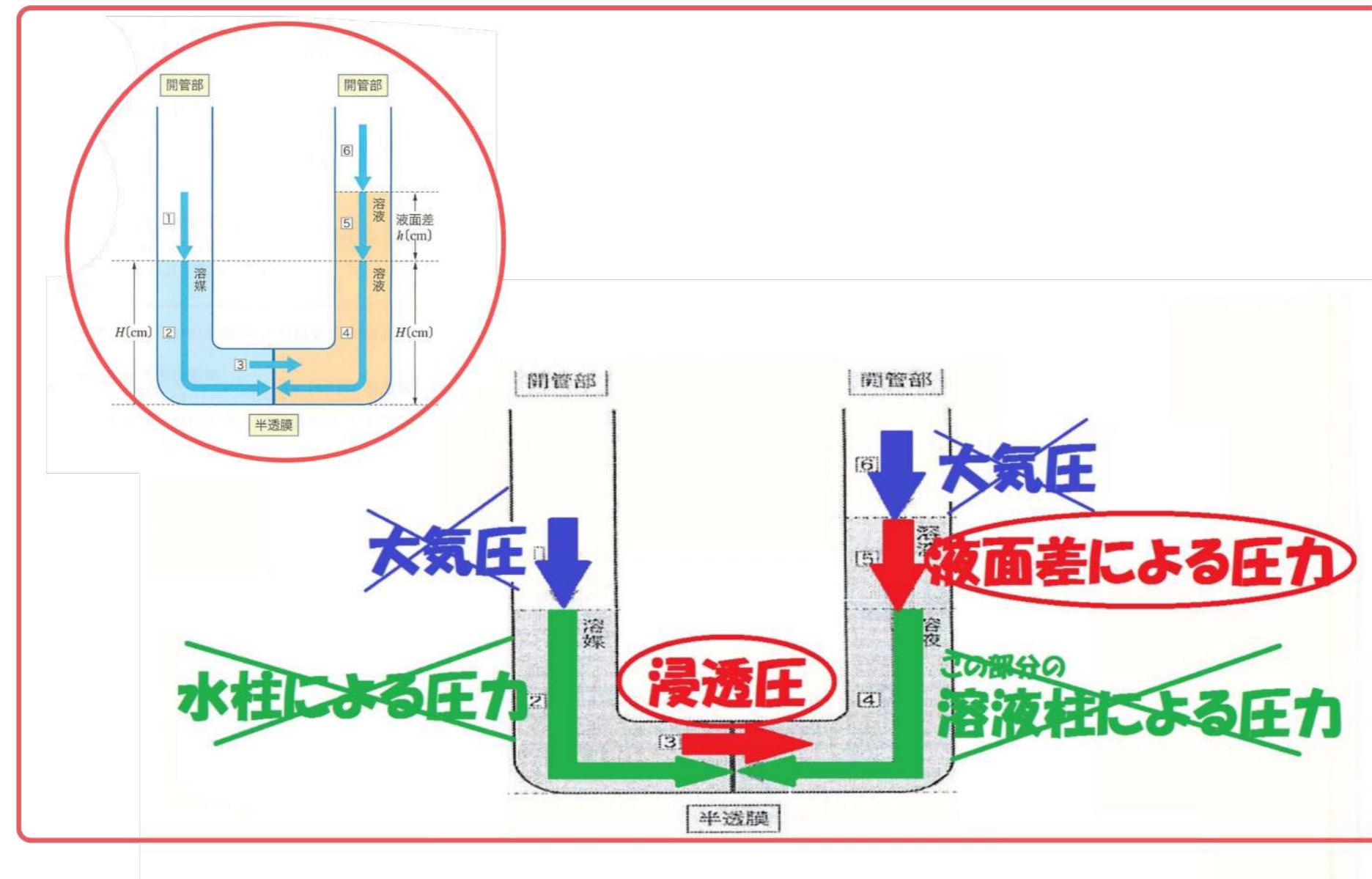
情報の整理③→水の移動量の計算

水の移動量を x [g] とおくと、水の移動後には溶液 a と溶液 b の蒸気圧が等しくなる、すなわち、溶媒分子のモル分率が等しくなるから。

$$\frac{\frac{180-x}{18}}{\frac{180-x}{18} + 0.10} = \frac{\frac{180+x}{18}}{\frac{180+x}{18} + 0.10 \times 2}$$

漫透庄

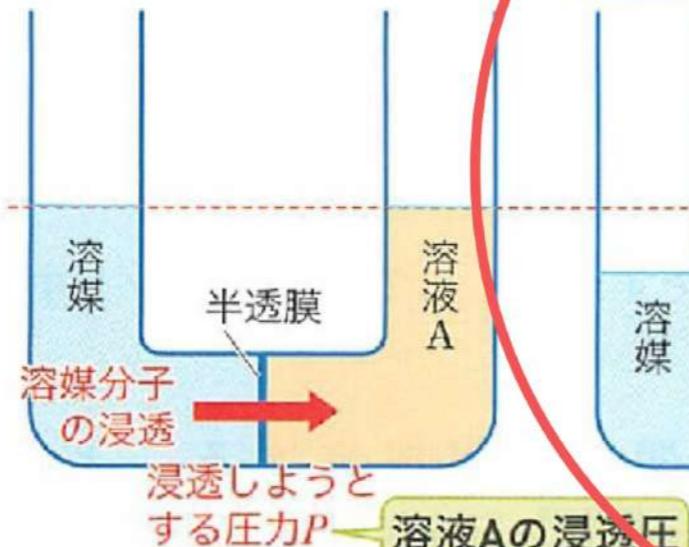
液面差の示す圧力=浸透圧 は両開口端の場合!!



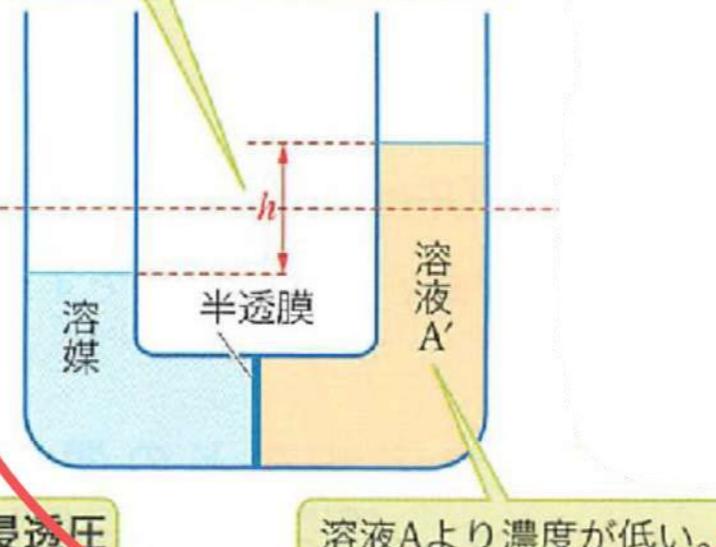
液面差から求めた浸透圧は 薄まつた溶液の浸透圧!!

浸透圧の測定

①長時間放置する。
(徐々に、溶媒が溶液側に移動する。)



②液面の高さに差が生じる。
高さ h の溶液が示す圧力は、
溶液A'の浸透圧に相当する。



電離平衡

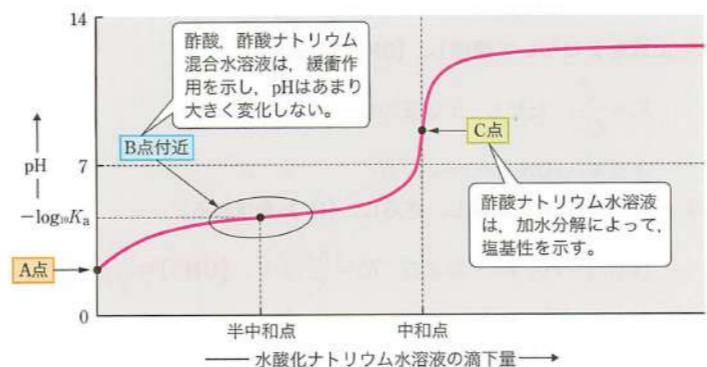
酢酸-NaOH滴定曲線は超頻出

■ CH₃COOH-NaOH 滴定曲線

B点付近：酢酸、酢酸ナトリウム混合水溶液
酢酸の濃度を C_a mol/L とし、酢酸ナトリウムの濃度を C_s mol/L とする
と、この混合水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ および pH は次のように表される。

$$[H^+] = \frac{C_a}{C_s} K_a, \quad pH = -\log_{10} \left(\frac{C_a}{C_s} K_a \right)$$

ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。



A点：酢酸水溶液
濃度を C mol/L とすると、酢酸水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ は次のように表される。

$$[H^+] = \sqrt{CK_a}$$

すなわち pH は、
 $pH = -\log_{10} \sqrt{CK_a}$

によって求められる。
ただし、 K_a は酢酸の電離定数である。ちなみに、酢酸の電離度は、次のように表される。

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C}}$$

C点：酢酸ナトリウム水溶液
濃度を C'_s mol/L とすると、酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度 $[H^+]$ は次のように表される（ただし、水溶液の液性は塩基性）。

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_a K_w}{C'_s}}$$

すなわち pH は、
 $pH = -\log_{10} \sqrt{\frac{K_a K_w}{C'_s}}$

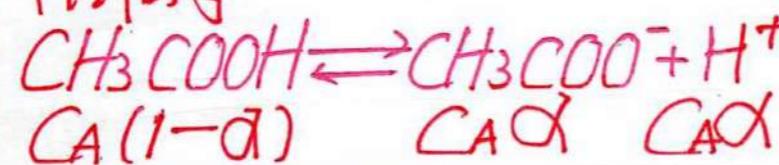
によって求められる。
ただし、 K_a は酢酸の電離定数、 K_w は水のイオン積である。

平衡の問題の基本は

- ① バランスシート
- ② 化学平衡の法則

① まず、バランスシート

平衡時



平衡時



② 次に、化学平衡の法則

$$K_A = \frac{C_A\alpha \times (C_A\alpha + C_F\beta)}{C_A(1-\alpha)}$$

…Ⅰ式

$$K_F = \frac{C_F\beta \times (C_A\alpha + C_F\beta)}{C_F(1-\beta)}$$

…Ⅱ式

炭酸の問題も典型問題である!!

一般的な解法

$$K_1 = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$K_2 = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$



第1電離の考察において
第2電離を無視すると、
 $[H^+] = [HCO_3^-]$

$$K_1 = \frac{[H^+]^2}{[H_2CO_3]}$$

$$\therefore [H^+] = \sqrt{K_1[H_2CO_3]}$$

本題の場合

$$K_1 = \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$K_2 = \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]}$$

物質収支、電荷バランス
水のイオン積など…

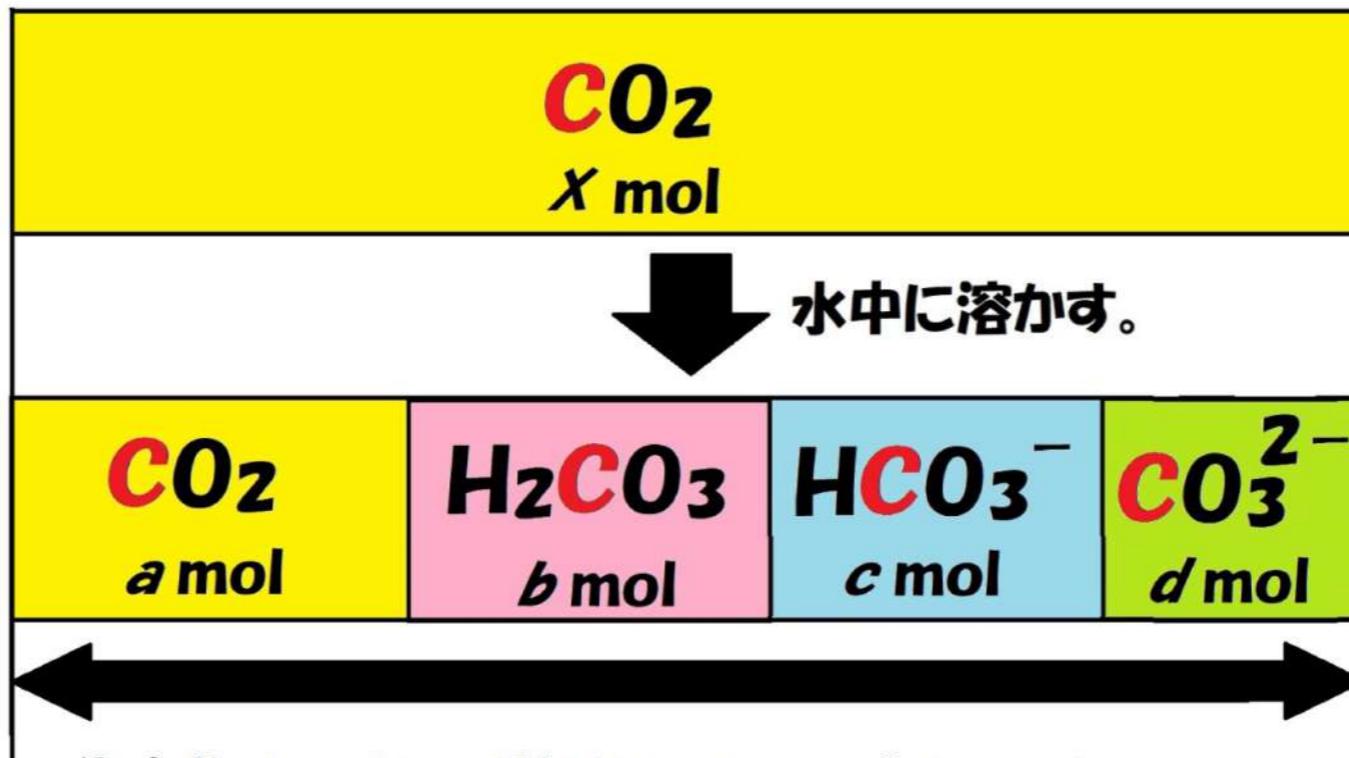


近似

知つておくといいね!!

物質収支

実は当たり前のこと！



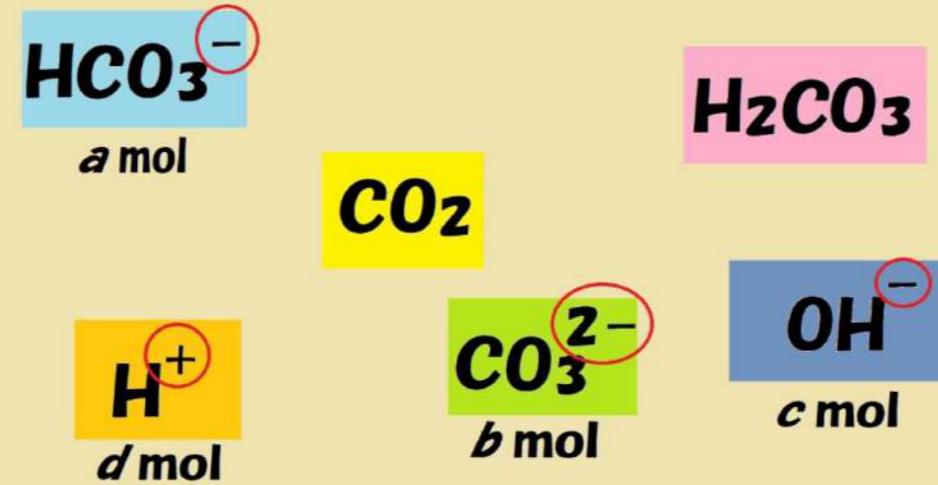
化合物やイオンの形がどのように変わっても
炭素原子Cの数(物質量)に変わりはない！

$$X = a + b + c + d$$

知っておくといいね!!

電荷バランス

実は当たり前のこと！

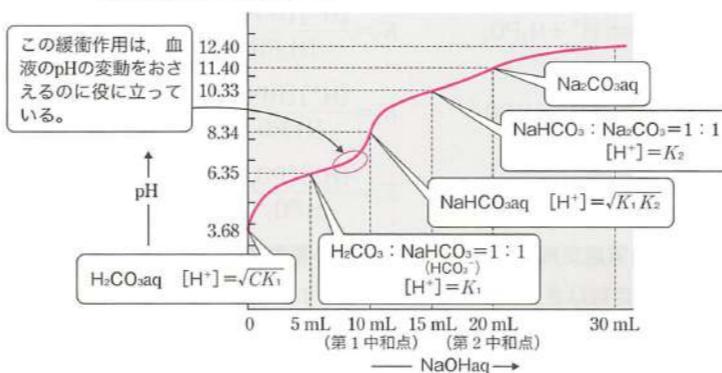


$$a + 2b + c = d$$

負の電荷の合計 正の電荷の合計

ここまで学習したら凄い!!

炭酸水の滴定曲線と緩衝作用 次の図は、 0.1 mol/L の $\text{H}_2\text{CO}_3\text{aq}$ 10 mL に、 0.1 mol/L の NaOHaq を加えていったときの滴定曲線です。赤枠の付近（炭酸一炭酸水素イオン混合水溶液）に注目すると、 $\text{pH}=7.5$ 前後で pH が緩やかに変化している様子（緩衝作用）が確認できますね。この $\text{H}_2\text{CO}_3-\text{HCO}_3^-$ 混合液の緩衝作用は、血液の pH の変動をおさえることに役に立っています。



上図については、次のような計算式を用いて作図しました。

★混合比が $1:1$ である、 H_2CO_3 と $\text{NaHCO}_3(\text{HCO}_3^-)$ の混合水溶液の $[\text{H}^+]$ は、 $[\text{H}_2\text{CO}_3]=[\text{HCO}_3^-]$ とみなすと、①式より、

$$K_1 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} = [\text{H}^+] \quad \therefore [\text{H}^+] = K_1$$

★混合比が $1:1$ である、 $\text{NaHCO}_3(\text{HCO}_3^-)$ と $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{CO}_3^{2-})$ の混合水溶液の $[\text{H}^+]$ は、 $[\text{HCO}_3^-]=[\text{CO}_3^{2-}]$ とみなすと、②式より、

$$K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = [\text{H}^+] \quad \therefore [\text{H}^+] = K_2$$

★ $\text{NaHCO}_3(\text{HCO}_3^-)$ 水溶液の $[\text{H}^+]$ は、 $[\text{H}_2\text{CO}_3]=[\text{CO}_3^{2-}] (\ll [\text{HCO}_3^-])$ とみなすと、①式×②式より、

$$K_1 K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]} \times \frac{[\text{H}^+][\text{CO}_3^{2-}]}{[\text{HCO}_3^-]} = [\text{H}^+]^2$$

$$\text{よって } [\text{H}^+] = \sqrt{K_1 K_2}$$

となります。なお、上記のようにみなした（近似した）根拠は、p415のリン酸水溶液の滴定曲線についての解説で述べる根拠と、基本的に同一です。

では、今日の学習に進みましょう。

代表的な『酸化還元滴定』にはどのようなものがあるか、把握できてる？

酸化還元滴定

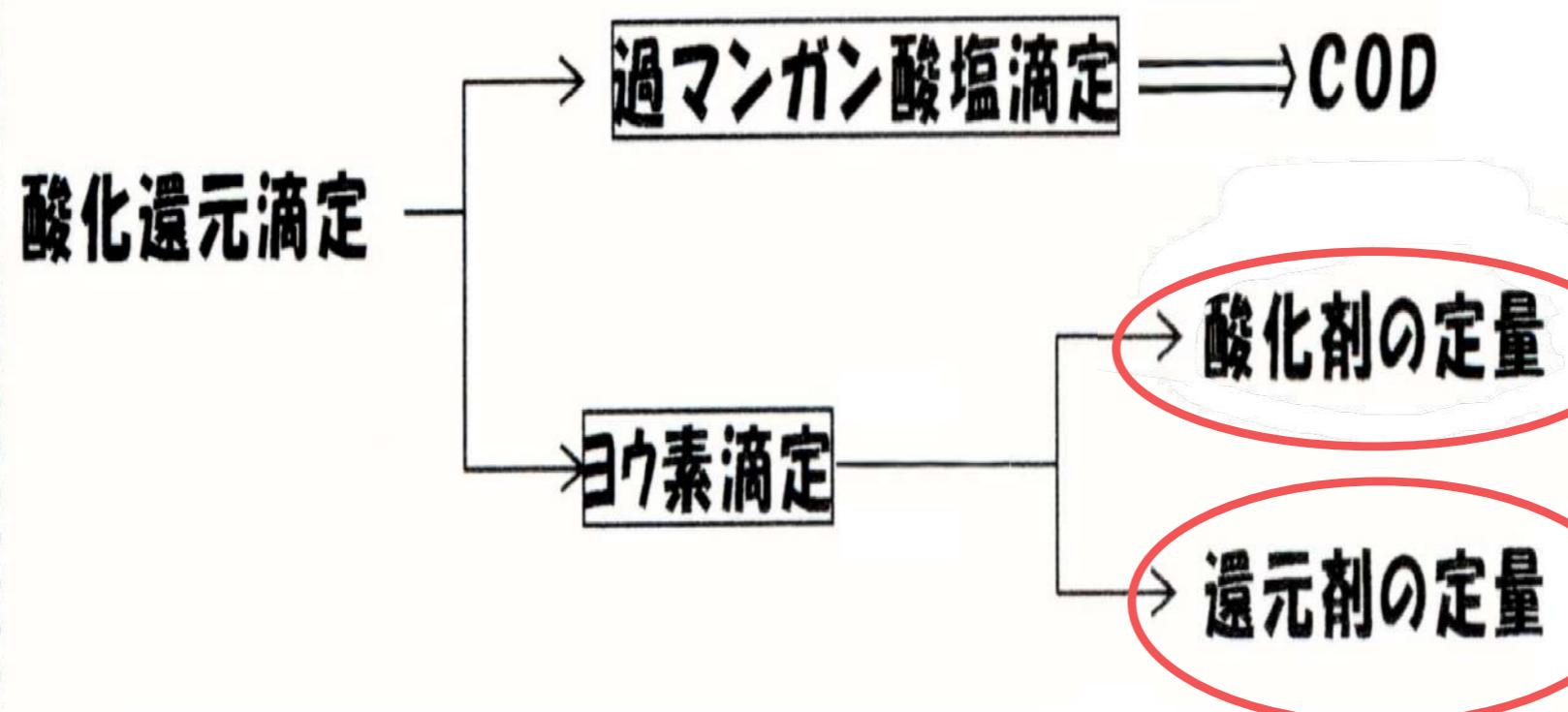
代表的な『酸化還元滴定』にはどのようなものがあるか、把握できる？

酸化還元滴定

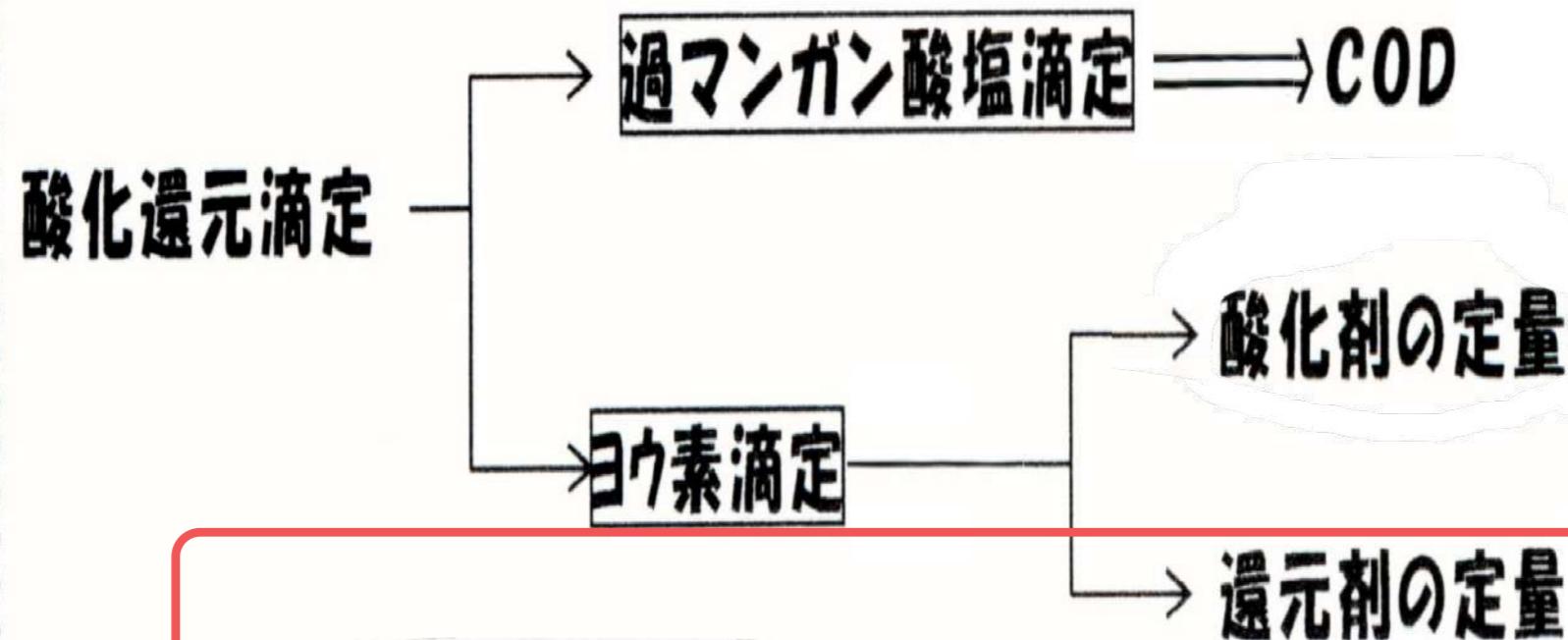
→ 過マンガン酸塩滴定

ヨウ素滴定

代表的な『酸化還元滴定』にはどのようなものがあるか、把握できてる？

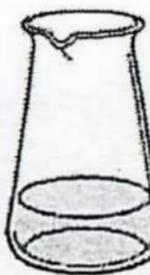


代表的な『酸化還元滴定』にはどのようなものがあるか、把握できてる？

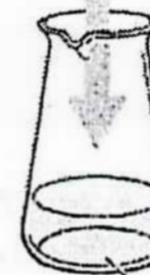


還元剤の定量

①濃度が既知のI₂溶液を一定体積だけ量り取り、一定量のI₂を準備する。



②定量したい還元剤を加え、反応させる。

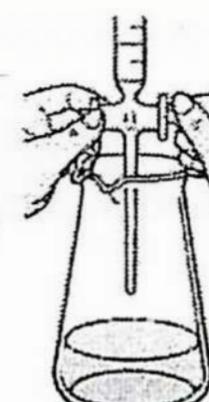


量が未知の
還元剤

③デンプンを指示薬として、残存しているI₂をNa₂S₂O₃標準溶液で滴定する。

すると、I₂の一部が残存する。

カ；デンプン



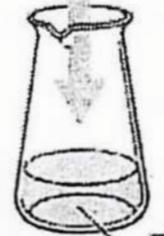
代表

酸化剤の定量

- ①十分量のKIを含む水溶液を準備する。



- ②定量した酸化剤を加え、反応させる。



量が未知の酸化剤

- ③テンブンを指示薬に用い、生成したI₂をNa₂S₂O₃標準溶液で滴定する。

すると、I₂が生成する。



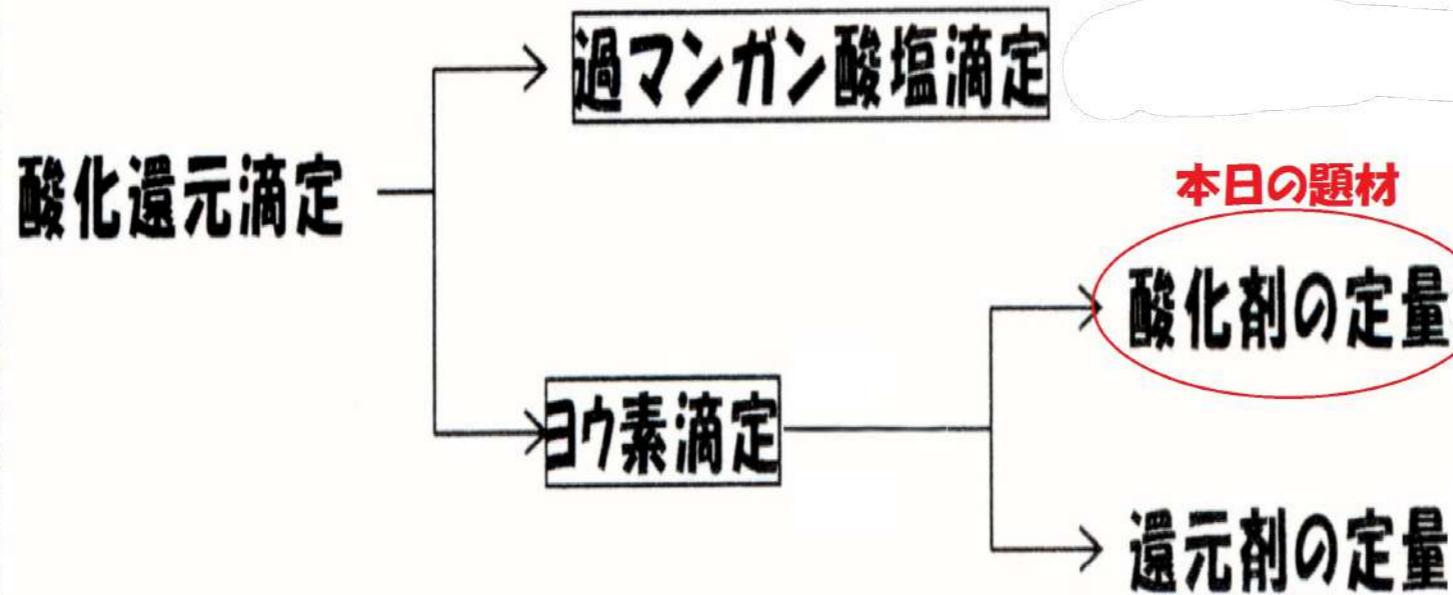
酸化還元滴定

ヨウ素滴定

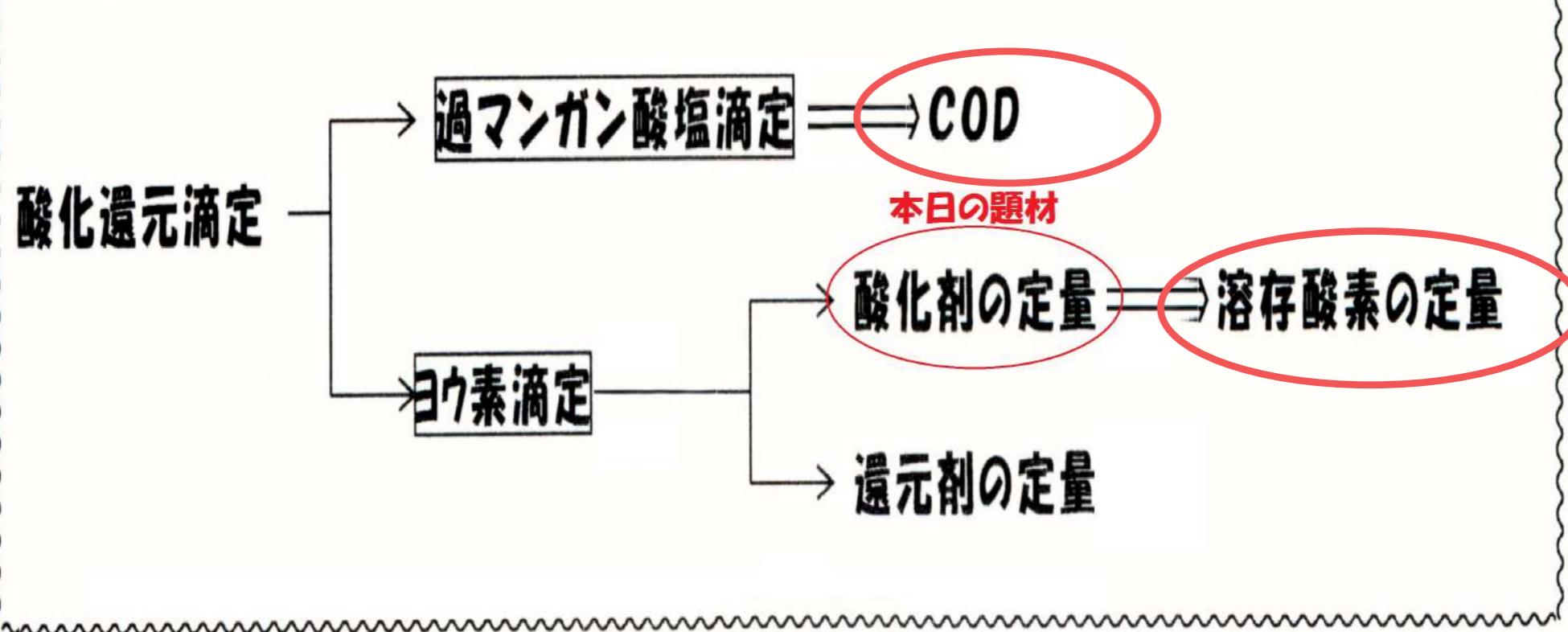
→ 酸化剤の定量

→ 還元剤の定量

代表的な『酸化還元滴定』にはどのようなものがあるか、把握できてる？



代表的な『酸化還元滴定』にはどのようなものがあるか、把握できてる？



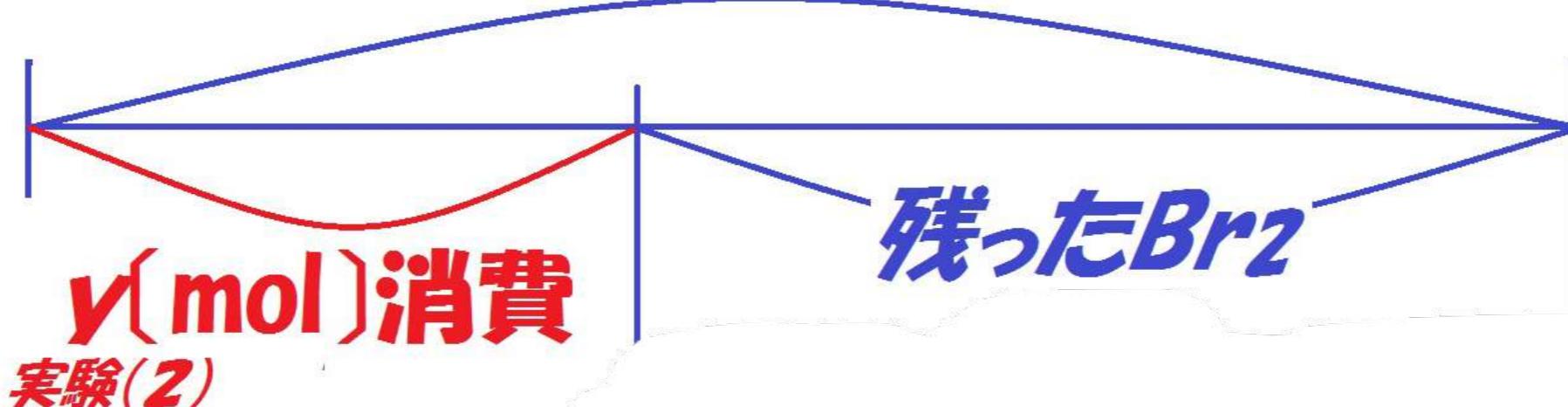
実験(1)：一定量のBr₂を準備する。

実験(1) 一定量(量既知)のBr₂

実験(1):一定量のBr₂を準備する。

実験(2): y (mol)だけ消費する。

実験(1) 一定量(量既知)のBr₂



実験(1)：一定量のBr₂を準備する。

実験(2)：y(mol)だけ消費する。

実験(3)：残ったBr₂をI₂に変える。

実験(1) 一定量(量既知)のBr₂

y(mol)消費
実験(2)

残ったBr₂
実験(3)
Br₂と同molのI₂

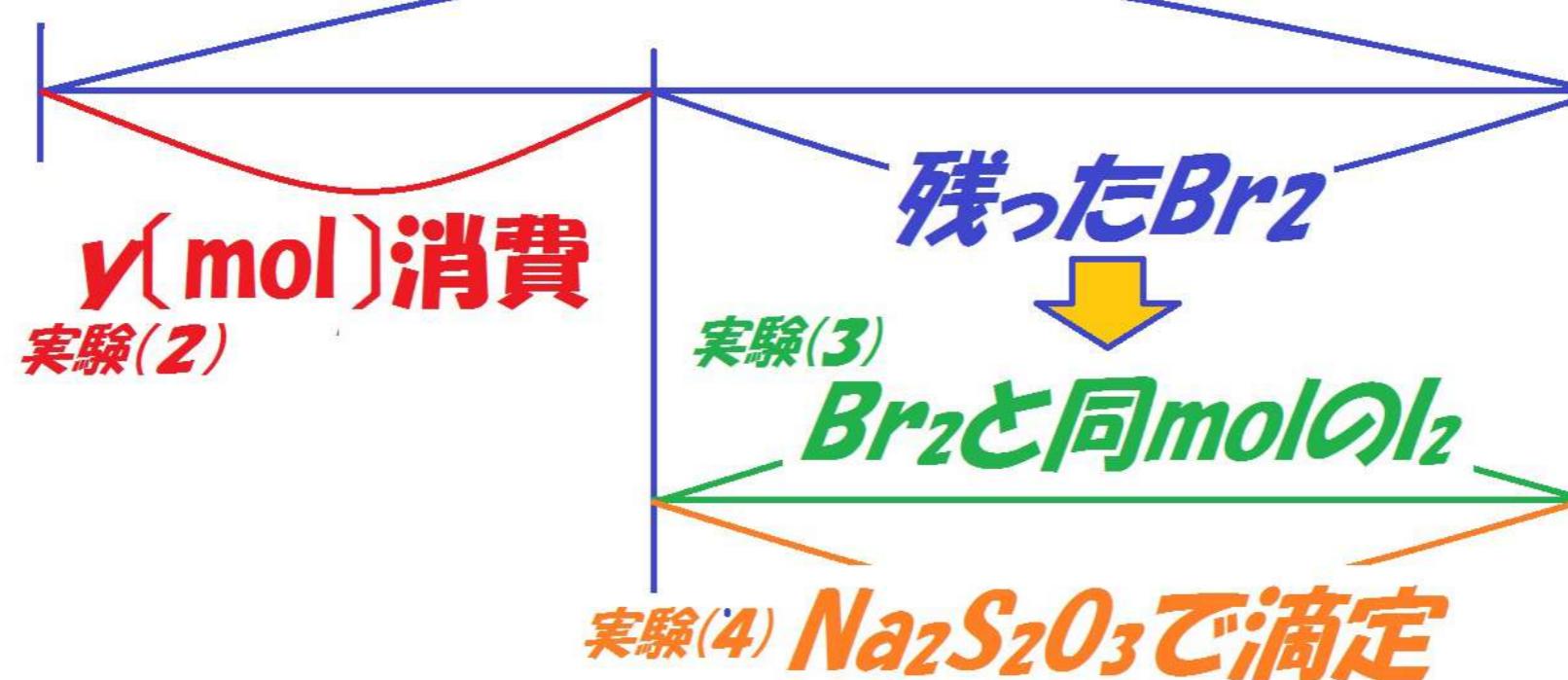
実験(1)：一定量のBr₂を準備する。

実験(2)：y(mol)だけ消費する。

実験(3)：残ったBr₂をI₂に変える。

実験(4)：I₂をNa₂S₂O₃で滴定する。

実験(1) 一定量(量既知)のBr₂



実験(1)：一定量のBr₂を準備する。

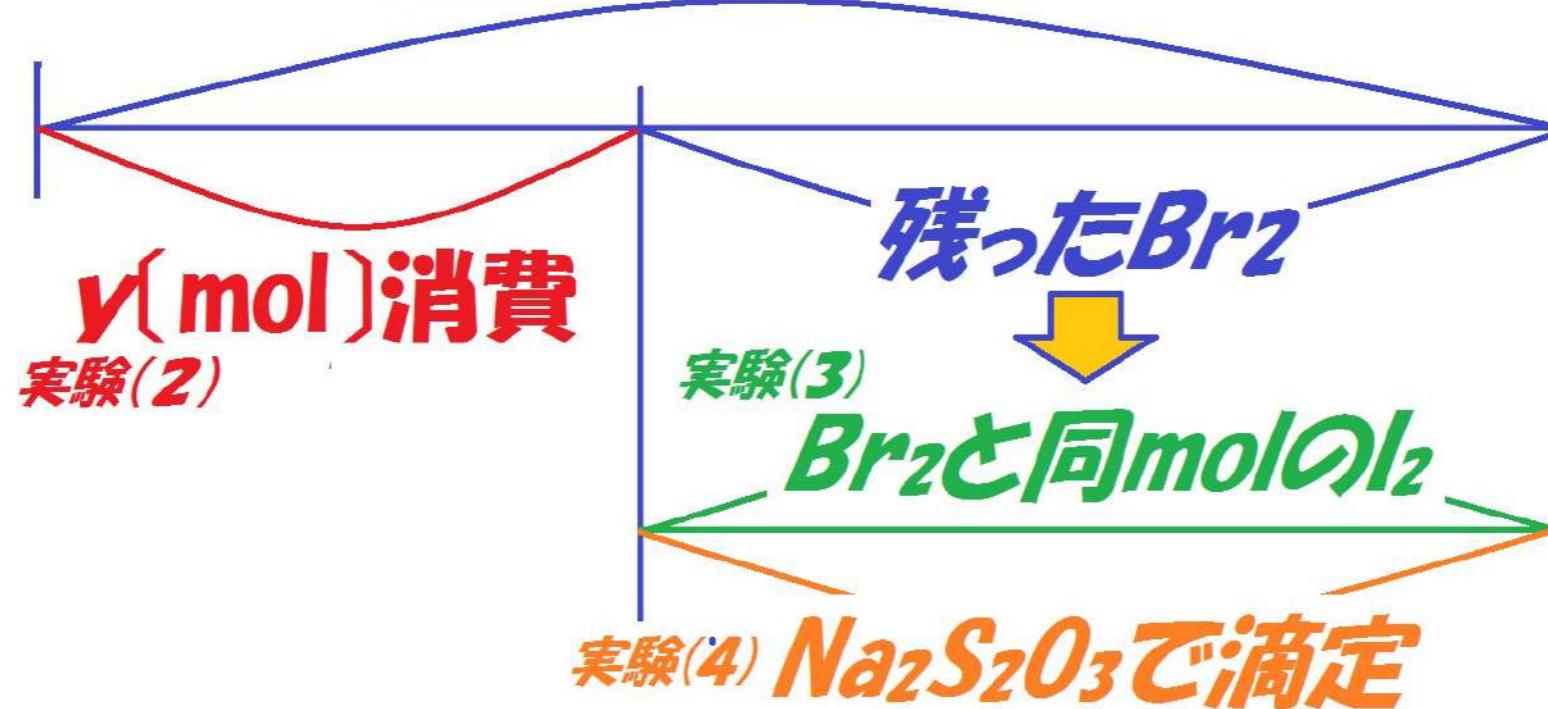
実験(2)：y(mol)だけ消費する。

実験(3)：残ったBr₂をI₂に変える。

実験(4)：I₂をNa₂S₂O₃で滴定する。

すると、y(mol)が求められる！

実験(1) 一定量(量既知)のBr₂



実験(1)：一定量のBr₂を準備する。

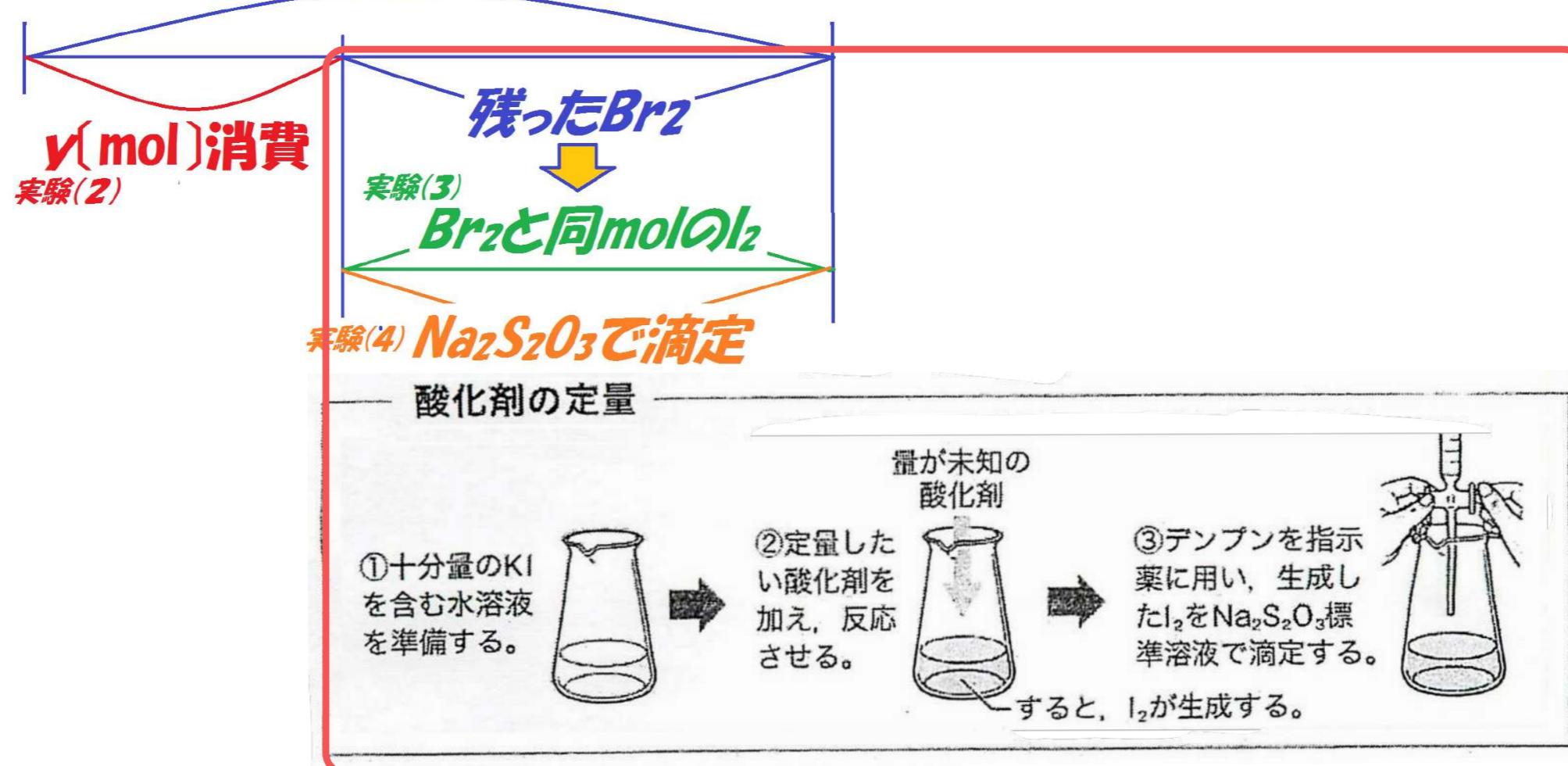
実験(2)：ν(mol)だけ消費する。

実験(3)：残ったBr₂をI₂に変える。

実験(4)：I₂をNa₂S₂O₃で滴定する。

すると、ν(mol)が求められる！

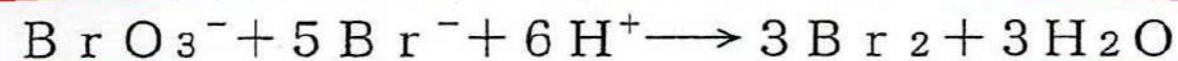
実験(1) 一定量(量既知)のBr₂



【実験（1）】

ここは、ウォーミングアップ。

一定量の臭素酸カリウムからの、一定量の臭素Br₂を含む臭素溶液の調製



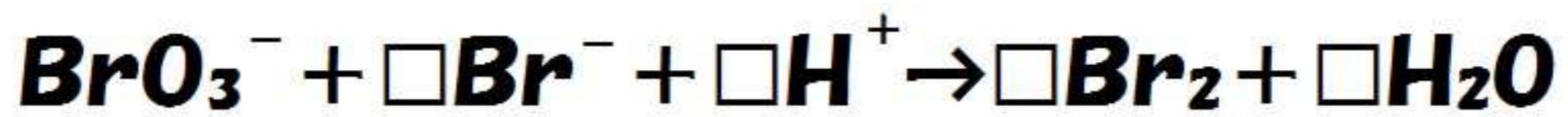
ここで、臭化カリウムは十分量加えられている。生成した臭素Br₂は？

□；5. 0 1 × 1 0⁻⁴

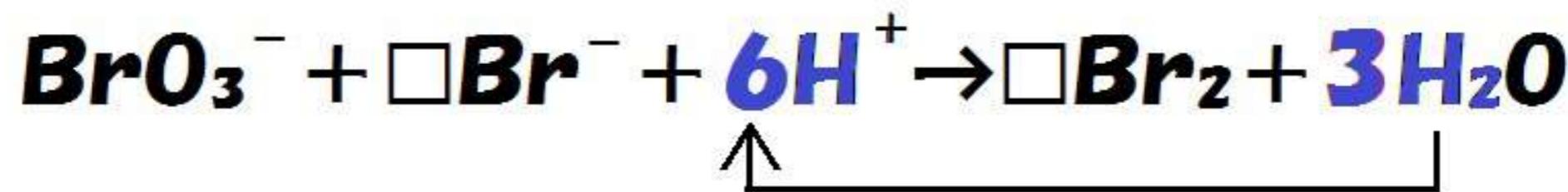
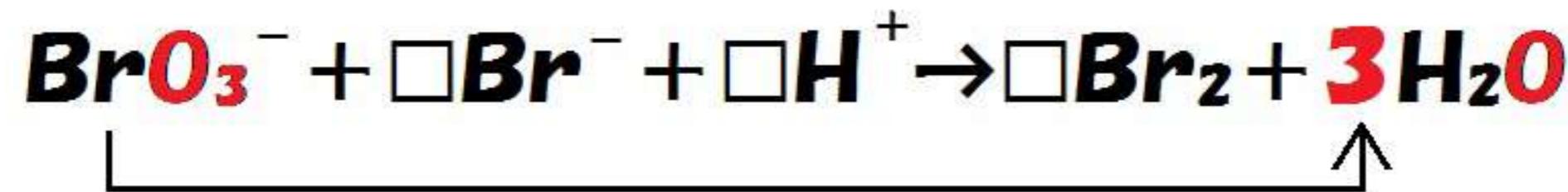
ア；5、イ；6、ウ；3、エ；3

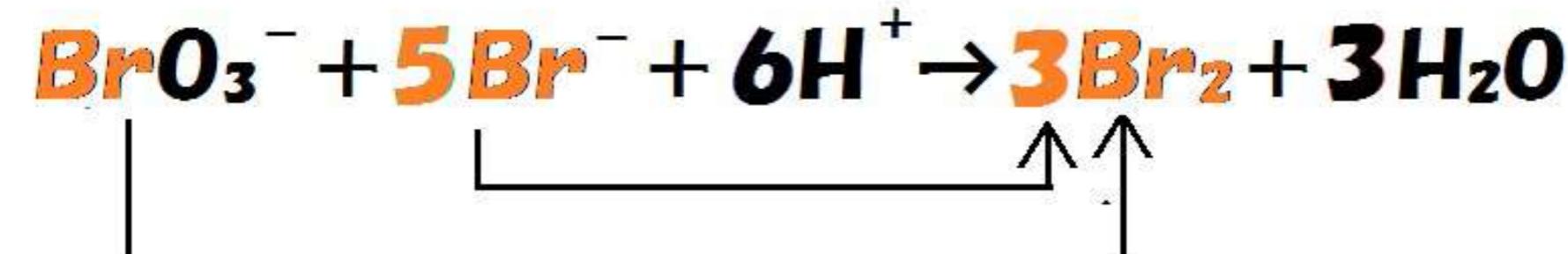
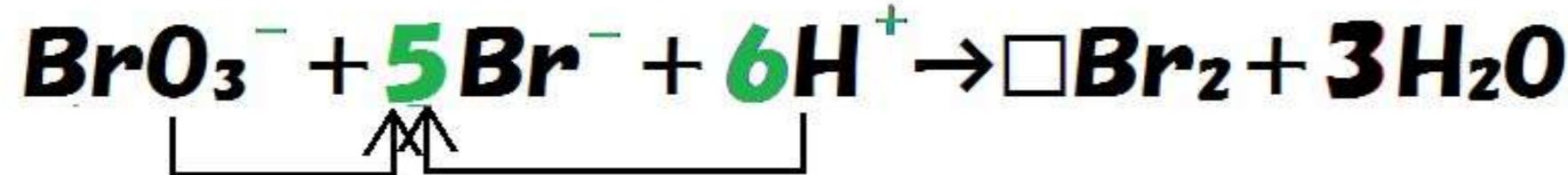
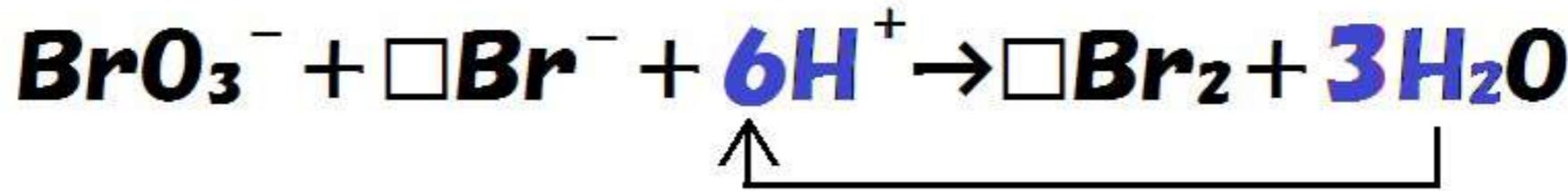
①











ここからスタート

実験(1)：一定量のBr₂を準備する。 ←

実験(2)：y(mol)だけ消費する。

実験(3)：残ったBr₂をI₂に変える。

実験(4)：I₂をNa₂S₂O₃で滴定する。

【実験(1)】

一定量の臭素酸カリウムからの、一定量の臭素Br₂を含む臭素溶液の調製



ここで、臭化カリウムは十分量加えられている。生成した臭素Br₂は？

$$0.0167 \times \frac{10.00}{1000} \times 3 = 5.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

□；5. 0 1 × 1 0⁻⁴

ア；5、イ；6、ウ；3、田；3

①

5.01×10⁻⁴ molのBr₂を準備

実験(1)：一定量のBr₂を準備する。

実験(2)：y(mol)だけ消費する。 ←

実験(3)：残ったBr₂をI₂に変える。

実験(4)：I₂をNa₂S₂O₃で滴定する。

① ↓
5.01×10⁻⁴ molのBr₂を準備

【実験(2)】

5.50mgの化合物Xが ↓ ymolのBr₂を付加する

y mol のBr₂が反応・消費される

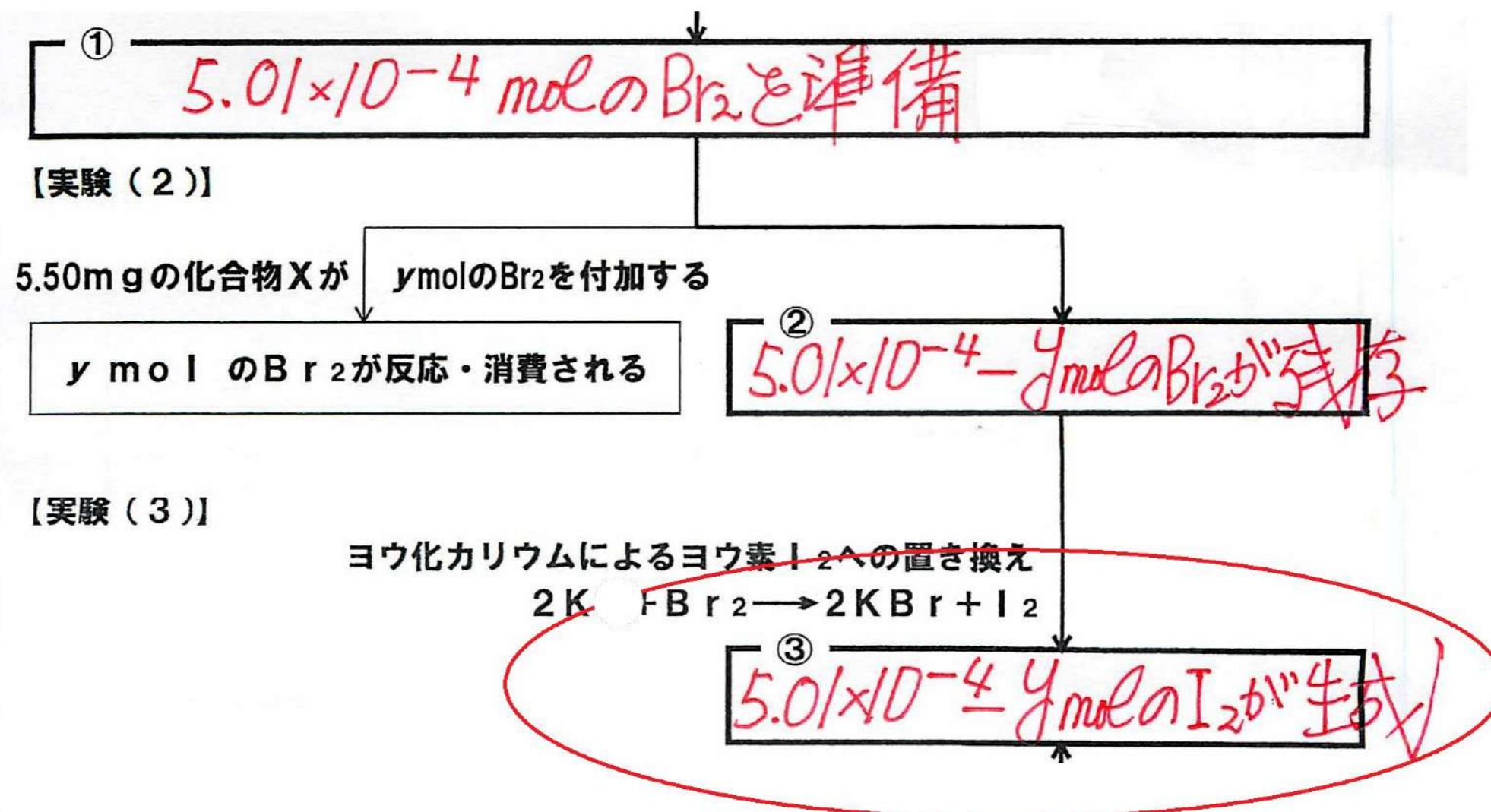
② ↓
5.01×10⁻⁴ - y molのBr₂が残る

実験(1):一定量のBr₂を準備する。

実験(2):y(mol)だけ消費する。

実験(3):残ったBr₂をI₂に変える。 ←

実験(4):I₂をNa₂S₂O₃で滴定する。



実験(1)：一定量のBr₂を準備する。

実験(2)：y(mol)だけ消費する。

実験(3)：残ったBr₂をI₂に変える。

実験(4)：I₂をNa₂S₂O₃で滴定する。 ←

すると、y(mol)が求められる！

【実験(3)】

ヨウ化カリウムによるヨウ素I₂への置き換え



③ $5.0 \times 10^{-4} \text{ mol}$ の I₂ が生成

【実験(4)】

チオ硫酸ナトリウムによるヨウ素I₂の定量



④ $2 \times (5.0 \times 10^{-4} - y)$ mol の S₂O₃²⁻ (Na₂S₂O₃) を消費
⑤ では、計算してみよう。

$$2 \times (5.0 \times 10^{-4} - y) = 0.100 \times \frac{8.02}{1000} \\ \therefore y = 1.00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

ちなみに、キの解答は、

ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムは 1 : 2 で反応するので、

$$0.100 \text{ mol/L} \times \frac{8.02}{1000} \text{ L} \times \frac{1}{2} = 4.01 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

キ；4. 01 × 10⁻⁴、ク；1. 00 × 10⁻⁴

ここからは、「分子量・分子式の決定」に関する内容

【ケの検討】

Xと反応した臭素Br₂の物質量（y mol）は、Xの物質量のn倍なので、

$$1.00 \times 10^{-4}$$

①

ケ； 55

ここからは、「分子量・分子式の決定」に関する内容

↓ 【ケの検討】

Xと反応した臭素Br₂の物質量(y mol)は、Xの物質量のn倍なので、

$$1.00 \times 10^{-4} = \frac{5.50 \times 10^{-3}}{M}$$

ケ；55

ここからは、「分子量・分子式の決定」に関する内容

↓ 【ケの検討】

Xと反応した臭素B r_2 の物質量（y mol）は、Xの物質量の~~n~~倍なので、

$$1.00 \times 10^{-4} = \frac{5.50 \times 10^{-3}}{M} \times n$$

□; 55 —

ここからは、「分子量・分子式の決定」に関する内容

↓ 【ケの検討】

Xと反応した臭素B Br_2 の物質量 ($y \text{ mol}$) は、Xの物質量の $\frac{1}{2}$ 倍なので、

$$1.00 \times 10^{-4} = \frac{5.50 \times 10^{-3}}{M} \times \frac{1}{2} \quad \therefore M = 55\text{g/mol}$$

ケ；55

$M=55n$

【 \square の検討】

題意より、分子量が最も小さいものについて検討するのみ！

\square ; C₈H₁₄

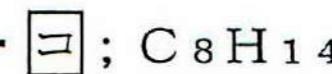
$$M=55n$$

【 \square の検討】

題意より、分子量が最も小さいものについて検討するのみ！

炭化水素に含まれる水素の数は偶数なので、 n は偶数である。

分子量も偶数なので



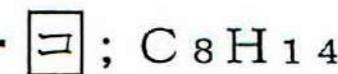
$$M=55n$$

【(コ)の検討】

題意より、分子量が最も小さいものについて検討するのみ！

炭化水素に含まれる水素の数は偶数なので、 n は偶数である。

ここで、 $n = 2$ とすると、 $M = 110$ となり、



$M=55n$

【コの検討】

1分子に対して臭素2分子が反応する。

題意より、分子量が最も小さいものについて検討するのみ！

炭化水素に含まれる水素の数は偶数なので、 n は偶数である。

ここで、 $n = 2$ とすると、 $M = 110$ となり ~~これを満たす炭化水素は、~~
 ~~C_9H_2 … 不飽和数 9 であり、 $n = 2$ を満たす構造が存在しない~~

不飽和度（不飽和数）

分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算し、その値を不飽和度（不飽和数）と定義することにします。この不飽和度 $\left(\text{不飽和度} = \frac{1}{2}(2n+2-m) \right)$ は、次表のように、不飽和の状況 ($C=C$, $C\equiv C$, 環状構造の所有状況) を表しています。

不飽和度=0	単結合のみをもつ。
不飽和度=1	次の①, ②のいずれか。 ① 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) を 1 つもつ。 ② 環状構造を 1 つもつ。
不飽和度=2	次の①～④のいずれか。 ① 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) を 2 つもつ。 ② 環状構造を 2 つもつ。 ③ 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) と 環状構造を 1 つずつもつ。 ④ 三重結合 ($C\equiv C$) を 1 つもつ。

□; C_8H_{14}

$$M=55n$$

1分子に対して臭素2分子が反応する。

【□の検討】

題意より、分子量が最も小さいものについて検討するのみ！

炭化水素に含まれる水素の数は偶数なので、 n は偶数である。

ここで、 $n = 2$ とすると、 $M = 110$ となり、これを満たす炭化水素は、

C_9H_{12} … 不飽和数 9 であり、 $n = 2$ を満たす構造が存在しない

C_8H_{14} … 不飽和数 2 であり、 $C=C \times 2$ または $C \equiv C \times 1$ が $n = 2$ を満たす

不飽和度（不飽和数）

分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算し、その値を不飽和度（不飽和数）と定義することにします。この不飽和度 $\left(\text{不飽和度} = \frac{1}{2}(2n+2-m) \right)$ は、

次表のように、不飽和の状況 ($C=C$, $C \equiv C$, 環状構造の所有状況) を表しています。

不飽和度=0	単結合のみをもつ。
不飽和度=1	次の①, ②のいずれか。 ① 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) を 1 つもつ。 ② 環状構造を 1 つもつ。
不飽和度=2	次の①~④のいずれか。 ① 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) を 2 つもつ。 ② 環状構造を 2 つもつ。 ③ 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) と 環状構造を 1 つずつもつ。 ④ 三重結合 ($C \equiv C$) を 1 つもつ。

□; C_8H_{14}

$$M=55n$$

【コの検討】

題意より、分子量が最も小さいものについて検討するのみ！

炭化水素に含まれる水素の数は偶数なので、 n は偶数である。

ここで、 $n = 2$ とすると、 $M = 110$ となり、これを満たす炭化水素は、

C_9H_2 … 不飽和数 9 であり、 $n = 2$ を満たす構造が存在しない

C_8H_{14} … 不飽和数 2 であり、 $C=C \times 2$ または $C \equiv C \times 1$ が $n = 2$ を満たす

C_7H_{26} … 水素の数オーバー

□; C_8H_{14}

$$M=55n$$

【□の検討】

題意より、分子量が最も小さいものについて検討するのみ！

炭化水素に含まれる水素の数は偶数なので、 n は偶数である。

ここで、 $n = 2$ とすると、 $M = 110$ となり、これを満たす炭化水素は、

C_9H_2 … 不飽和数 9 であり、 $n = 2$ を満たす構造が存在しない

C_8H_{14} … 不飽和数 2 であり、 $C=C \times 2$ または $C \equiv C \times 1$ が $n = 2$ を満たす

C_7H_{26} … 水素の数オーバー

□; C_8H_{14}

3-2 リチウムイオン電池

還元剤

酸化剤

還元剤

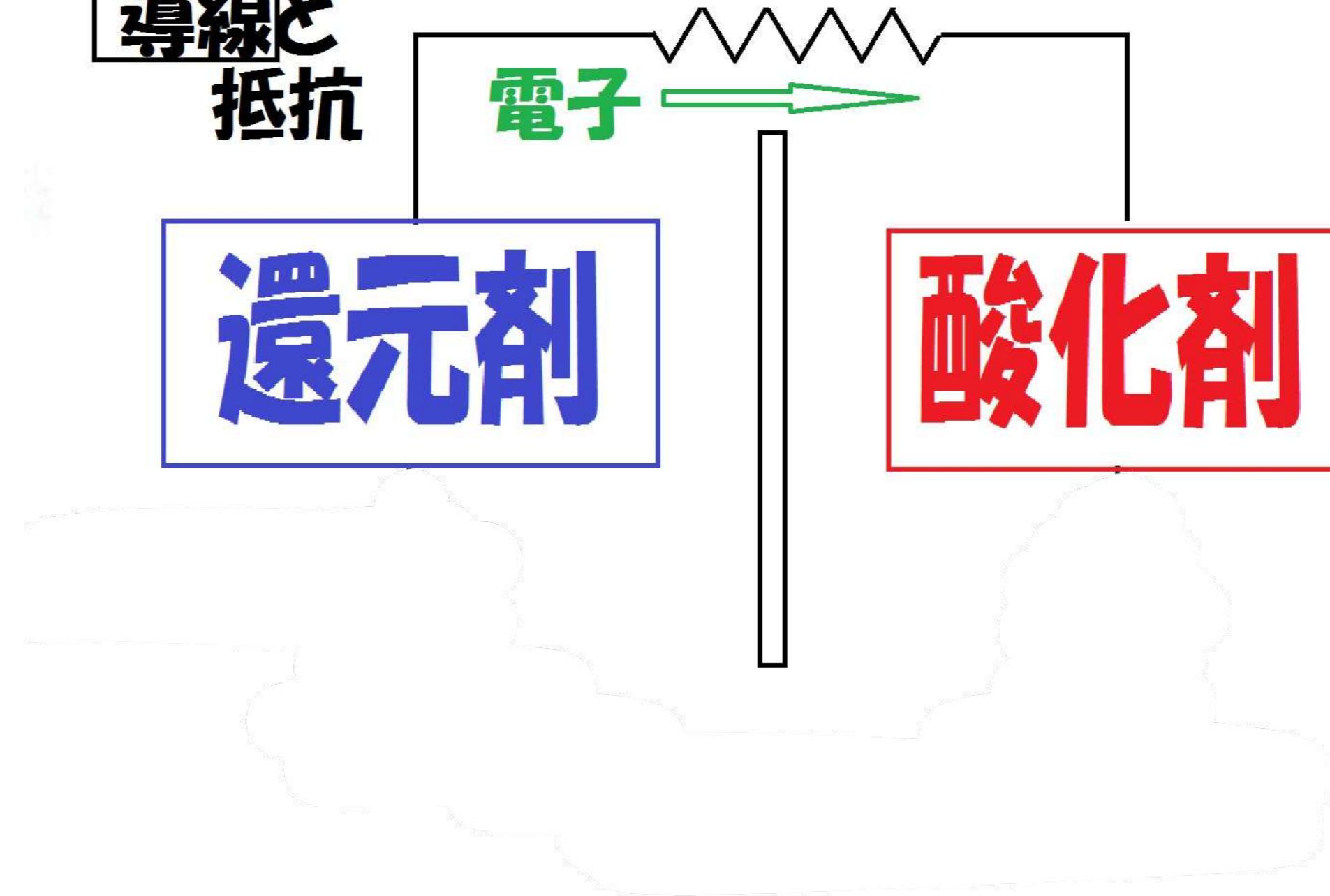
酸化剤

**導線と
抵抗**

還元剤

電子

酸化剤



**導線と
抵抗**

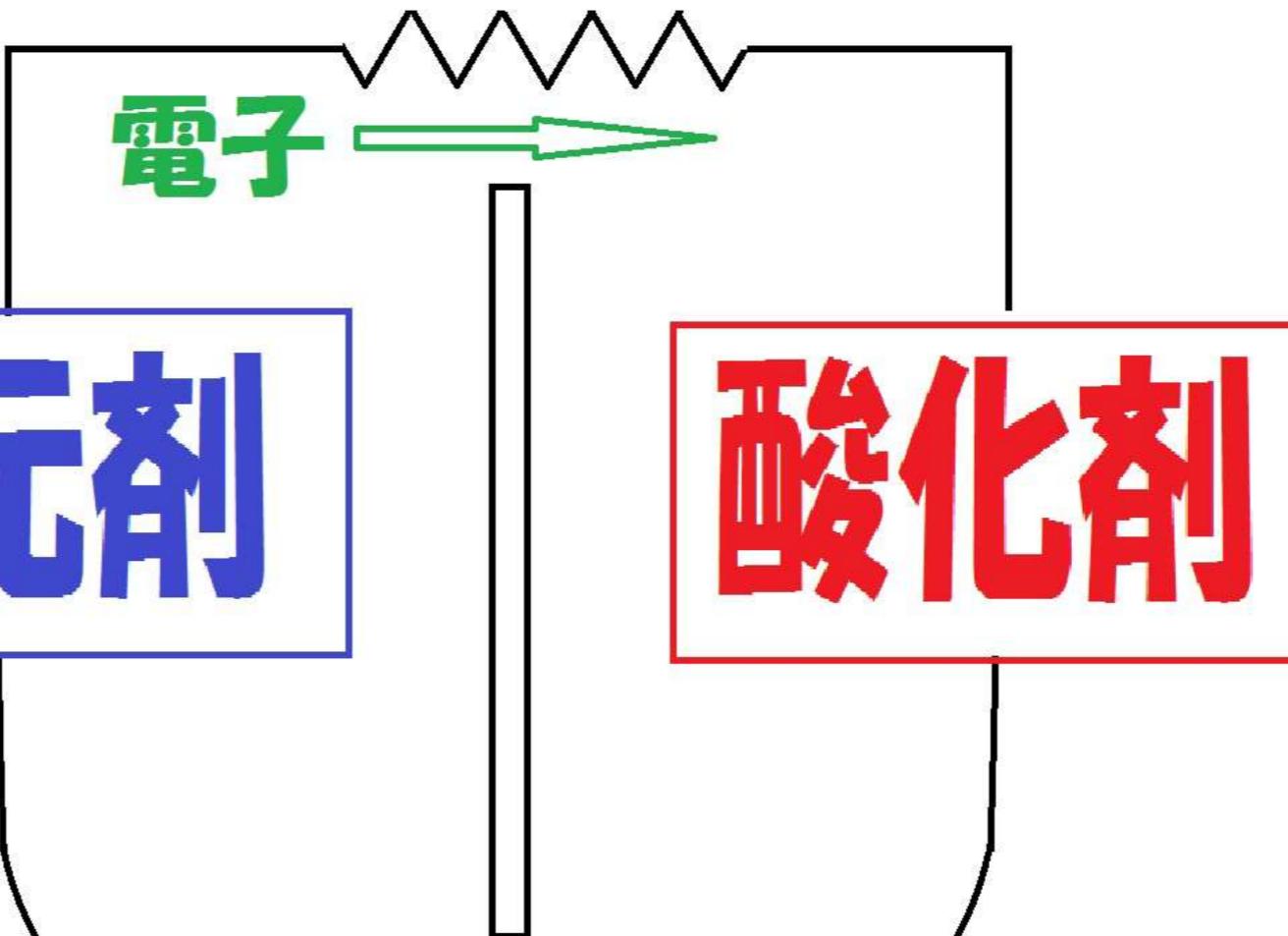
還元剤

電解液

電子

酸化剤

陽イオン ← → **陰イオン**

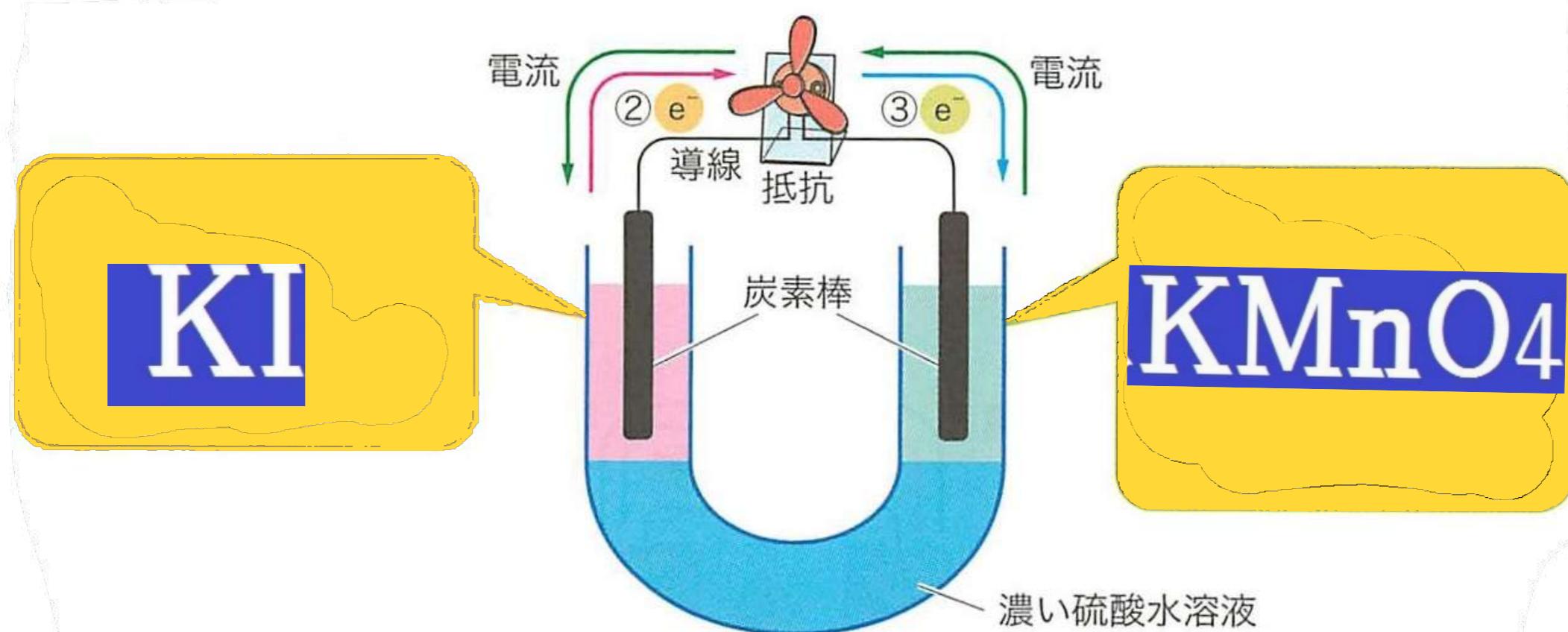


還元剤

酸化剤

KIとKMnO₄で

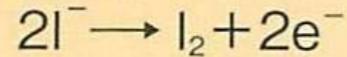
電池を作れる？



KIという
還元剤がある

①
負極活物質
還元剤は KI

電子の放出
次の酸化反応が起こる。



導線(+抵抗)で結ばれ、

KMnO₄という
酸化剤がある

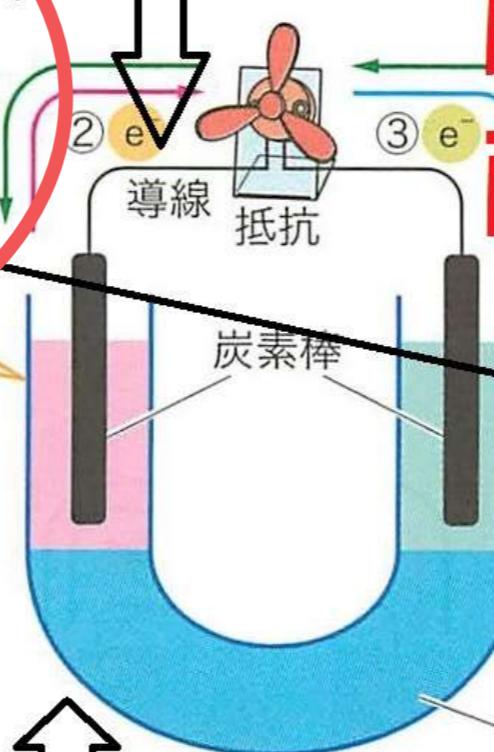
④
正極活物質
酸化剤は KMnO₄

電子の受け取り
次の還元反応が起こる。



電流は流れ
る！！

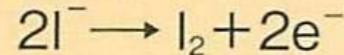
電解液でも結ばれている。



KIという
還元剤がある

①
負極活物質
還元剤は KI

電子の放出
次の酸化反応が起こる。



導線(+抵抗)で結ばれ、

KMnO₄という
酸化剤がある

④
正極活物質
酸化剤は KMnO₄

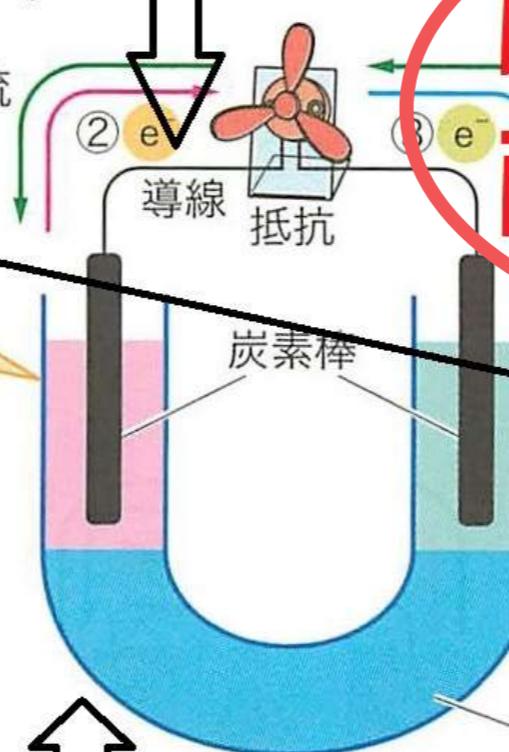
電子の受け取り
次の還元反応が起こる。



両者は引き離
されている。

電流は流れれる！！

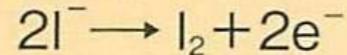
電解液でも結ばれている。



KIという
還元剤がある

①
負極活物質
還元剤は KI

電子の放出
次の酸化反応が起こる。



導線(+抵抗)で結ばれ、

KMnO₄という
酸化剤がある

④
正極活物質
酸化剤は KMnO₄

電子の受け取り
次の還元反応が起こる。



両者は引き離
されている。



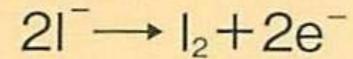
電解液でも結ばれている。

電流は流れ!!

KIという還元剤がある

① 負極活物質
還元剤は KI

電子の放出
次の酸化反応が起こる。



導線(+抵抗)で結ばれ、

KMnO₄といふ
酸化剤がある

正極活物質
酸化剤は KMnO₄

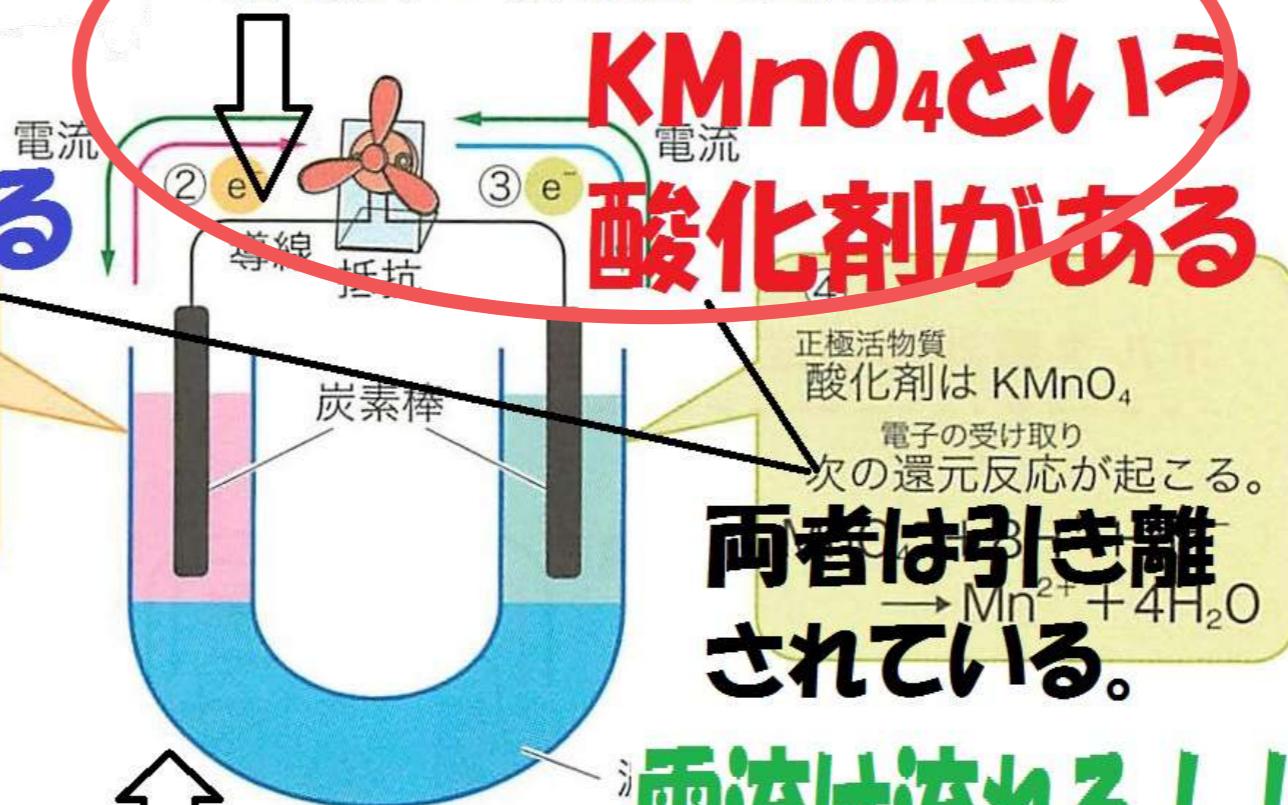
電子の受け取り
次の還元反応が起こる。



両者は引き離
されている。

電流は流れる！！

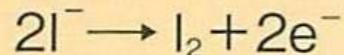
電解液でも結ばれている。



KIという
還元剤がある

①
負極活物質
還元剤は KI

電子の放出
次の酸化反応が起こる。



導線(+抵抗)で結ばれ、

KMnO₄という
酸化剤がある

④
正極活物質
酸化剤は KMnO₄

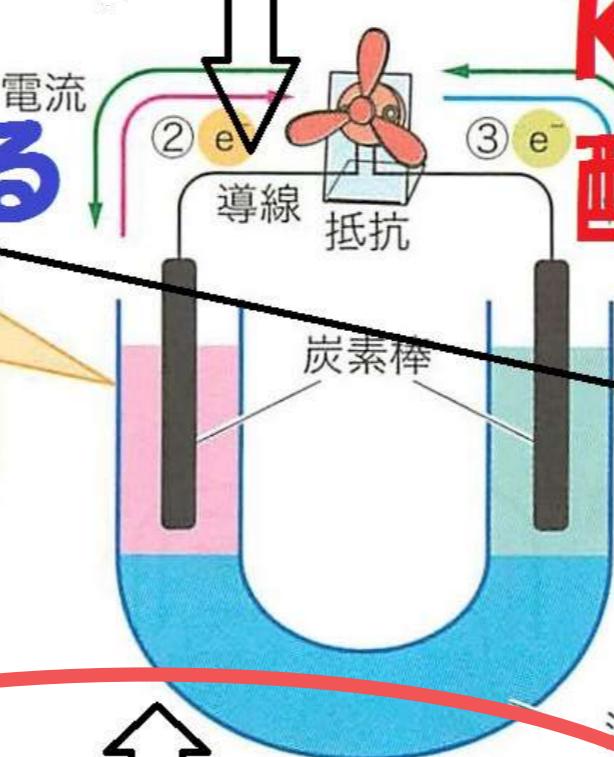
電子の受け取り
次の還元反応が起こる。



両者は引き離
されている。

電解液でも結ばれている。

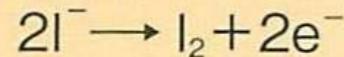
電流は流れれる！！



KIという
還元剤がある

①
負極活物質
還元剤は KI

電子の放出
次の酸化反応が起こる。

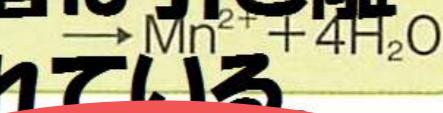


導線(+抵抗)で結ばれ、

KMnO₄という
酸化剤がある

④
正極活物質
酸化剤は KMnO₄

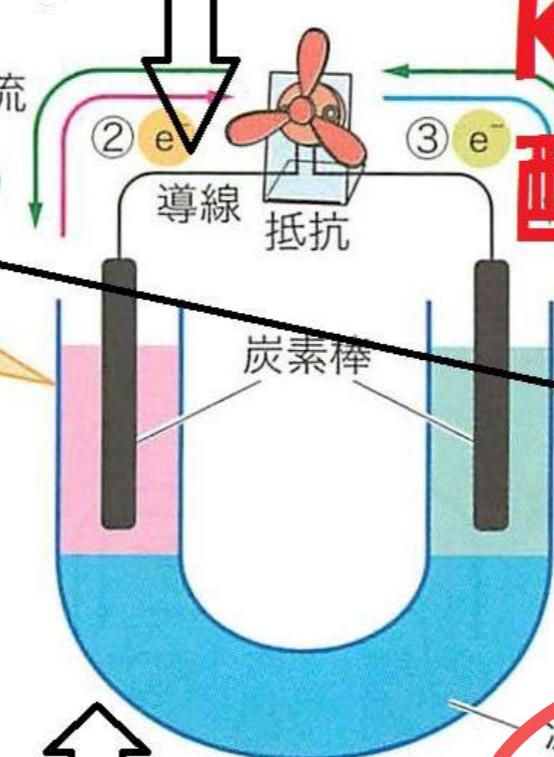
電子の受け取り
次の還元反応が起こる。



両者は引き離
されている。

電解液でも結ばれている。

電流は流れれる！！



ボルタ
ダニエル
鉛蓄電池
燃料電池
リチウムイオン電池 ← 読解と無機

リチウムイオン電池 ← 読解と無機

リチウムイオン電池 ← 読解と無機

軽い
イオン化傾向が大きい
水と反応する

リチウムイオン電池 ← 読解と無機

軽い 軽量なバッテリー
イオン化傾向が大きい
水と反応する

リチウムイオン電池 ← 読解と無機

軽い 軽量なバッテリー
イオン化傾向が大きい 起電力大
水と反応する

リチウムイオン電池 ← 読解と無機

軽い 軽量なバッテリー
イオン化傾向が大きい 起電力大
水と反応する 電解液は有機溶媒

リチウムイオン電池 ← 読解と無機

軽い 軽量なバッテリー
イオン化傾向が大きい 起電力大
水と反応する 電解液は有機溶媒
発火の危険がある。
低温に強い。

3-2 リチウム二次電池 出典;京都大学

(a)

◎1~4行目 + 問1 黒鉛の構造

問1の解答: ア 共有、 イ ファンデルワールス力

読解

考えてみる。いま、炭素 n [mol] に対して、リチウムイオン 1 mol が黒鉛中に取り込まれ、
① $\underline{\text{LiC}_n}$ という化合物ができたとする。この反応式を電子 e^- を含んだ式で表すと、

◎5~10行目+問1, 2. リチウムイオン電池の負極における充電反応

電池 { 放電時；電池の負極 → 酸化反応（電子の放出）、正極 → 還元反応（電子の収受）
充電時；電池の負極 → 還元反応（電子の収受）、正極 → 酸化反応（電子の放出）

題意のリチウムイオン電池の負極における充電反応



問1の解答：ウ 上記の通り。

読解

考えてみる。いま、炭素 n [mol] に対して、リチウムイオン 1 mol が黒鉛中に取り込まれ、

① LiC_n という化合物ができたとする。この反応式を電子 e^- を含んだ式で表すと、

◎5~10行目 + 問1, 2 リチウムイオン電池の負極における充電反応

電池 { 放電時；電池の負極 → 酸化反応（電子の放出）、正極 → 還元反応（電子の収受）
充電時；電池の負極 → 還元反応（電子の収受）、正極 → 酸化反応（電子の放出）

題意のリチウムイオン電池の負極における充電反応



問1の解答：ウ 上記の通り。

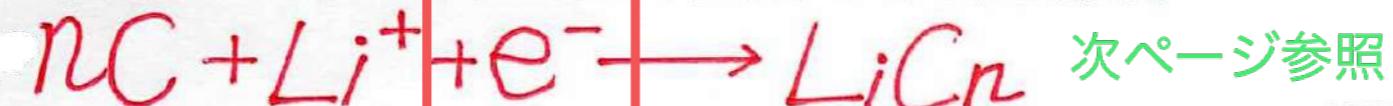
読解

考えてみる。いま、炭素 n [mol] に対して、リチウムイオン 1 mol が黒鉛中に取り込まれ、
① $\underline{\text{LiC}_n}$ という化合物ができたとする。この反応式を電子 e^- を含んだ式で表すと、

◎5~10行目+問1, 2 リチウムイオン電池の負極における充電反応

電池 { 放電時；電池の負極 → 酸化反応（電子の放出）、正極 → 還元反応（電子の収受）。
充電時；電池の負極 → 還元反応（電子の収受）、正極 → 酸化反応（電子の放出）

題意のリチウムイオン電池の負極における充電反応



次ページ参照

問1の解答：ウ 上記の通り。

読解

考えてみる。いま、炭素 n [mol] に対して、リチウムイオン 1 mol が黒鉛中に取り込まれ、
① $\underline{\text{LiC}_n}$ という化合物ができたとする。この反応式を電子 e^- を含んだ式で表すと、

◎5~10行目+問1, 2 リチウムイオン電池の負極における充電反応

電池 { 放電時；電池の負極 → 酸化反応（電子の放出）、正極 → 還元反応（電子の収受）
充電時；電池の負極 → 還元反応（電子の収受）、正極 → 酸化反応（電子の放出）

題意のリチウムイオン電池の負極における充電反応



次ページ参照

問1の解答：ウ 上記の通り。

では、この反応を考察してみよう！

Liはイオン化傾向の大きい金属。
これを負極活性物質（還元剤）として用いれば、
起電力の大きな電池が出来る。

Liはイオン化傾向の大きい金属。
これを負極活性物質（還元剤）として用いれば、
起電力の大きな電池が出来る。

基本的な放電反応は； $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + e^-$

Liはイオン化傾向の大きい金属。

これを負極活性物質（還元剤）として用いれば、起電力の大きな電池が出来る。

基本的な放電反応は； $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + e^-$

すなわち、基本的な充電反応は



Liはイオン化傾向の大きい金属。

これを負極活性物質（還元剤）として用いれば、起電力の大きな電池が出来る。

基本的な放電反応は； $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + e^-$

すなわち、基本的な充電反応は



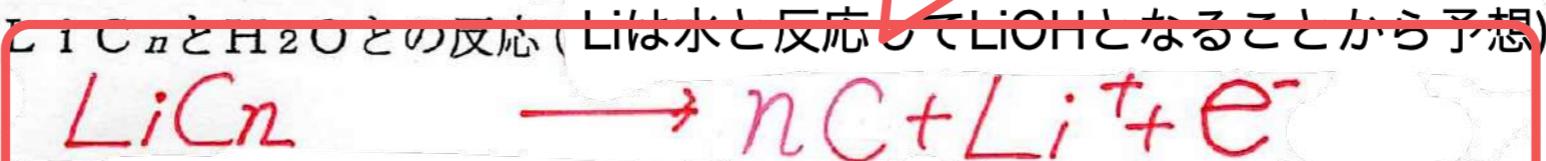
ここで、生成したLiが黒鉛 C_n に取り込まれたと考えれば、



実用のための工夫

読解

問2 下線部①の LiC_n を大気中に出すと、大気中の水分と反応して分解し、黒鉛層内からリチウムイオンを放出する。このときの反応式を記せ。ただし、 LiC_n は金属リチウムと似た性質を示すことが知られている。



問2の解答: 上記の通り。

読解

金属リチウムは強い還元剤で水を還元する。すなわち、金属リチウムに対しては水は酸化剤として働く。

問2 下線部①の LiC_n を大気中に出すと、大気中の水分と反応して分解し、黒鉛層内からリチウムイオンを放出する。このときの反応式を記せ。ただし、 LiC_n は金属リチウムと似た性質を示すことが知られている。

LiC_n と H_2O との反応 (Liは水と反応して LiOH となることから予想)

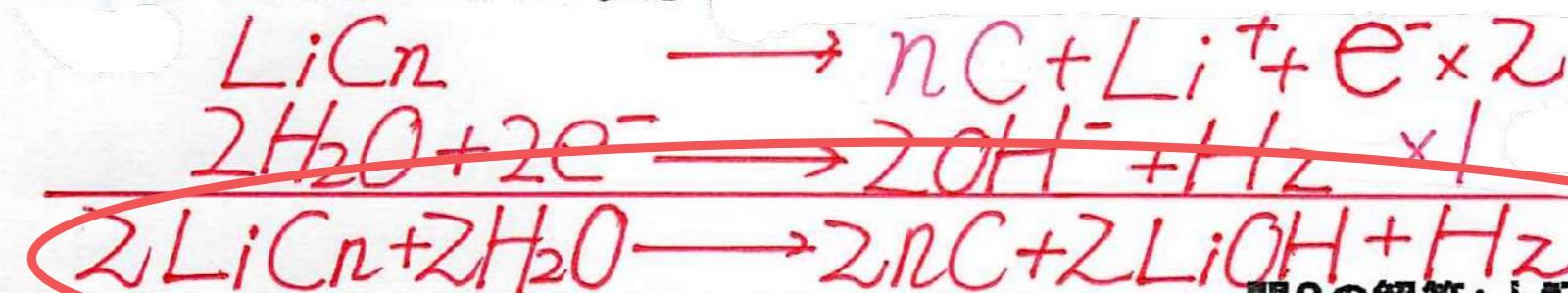


問2の解答: 上記の通り。

読解

問2 下線部①の LiC_n を大気中に出すと、大気中の水分と反応して分解し、黒鉛層内からリチウムイオンを放出する。このときの反応式を記せ。ただし、 LiC_n は金属リチウムと似た性質を示すことが知られている。

LiC_nとH₂Oとの反応 (Liは水と反応してLiOHとなることから予想)

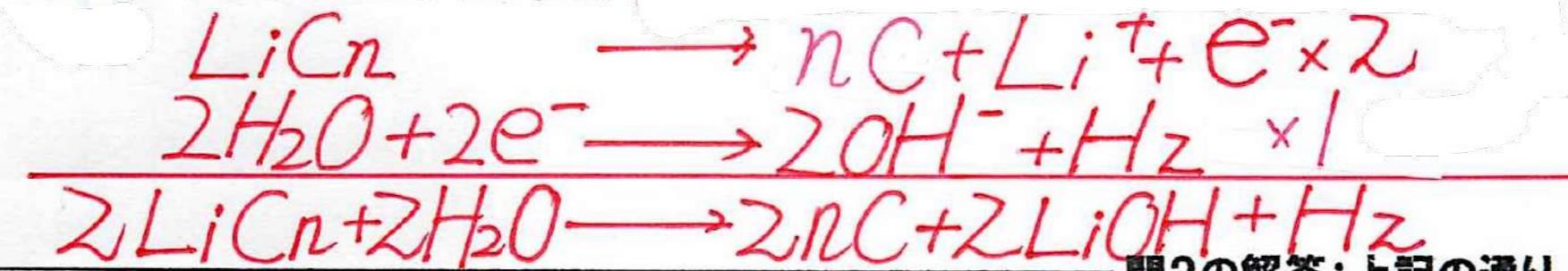


問2の解答: 上記の通り。

読解

問2 下線部①の LiC_n を大気中に出すと、大気中の水分と反応して分解し、黒鉛層内からリチウムイオンを放出する。このときの反応式を記せ。ただし、 LiC_n は金属リチウムと似た性質を示すことが知られている。

LiC_nとH₂Oとの反応(Liは水と反応してLiOHとなることから予想)



問2の解答:上記の通り。

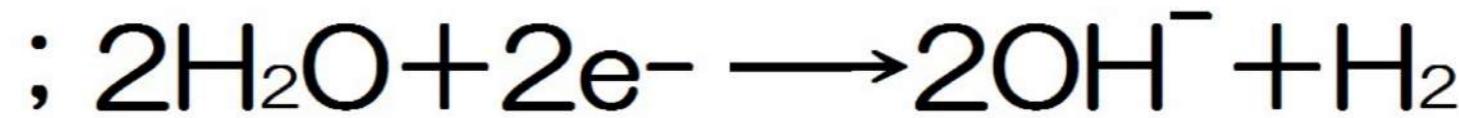
では、この反応を考察してみよう！

Liはイオン化傾向の大きい金属。
強い還元力をもつ； $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$

Liはイオン化傾向の大きい金属。

強い還元力をもつ； $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$

その還元力で、水は還元されてしまう。



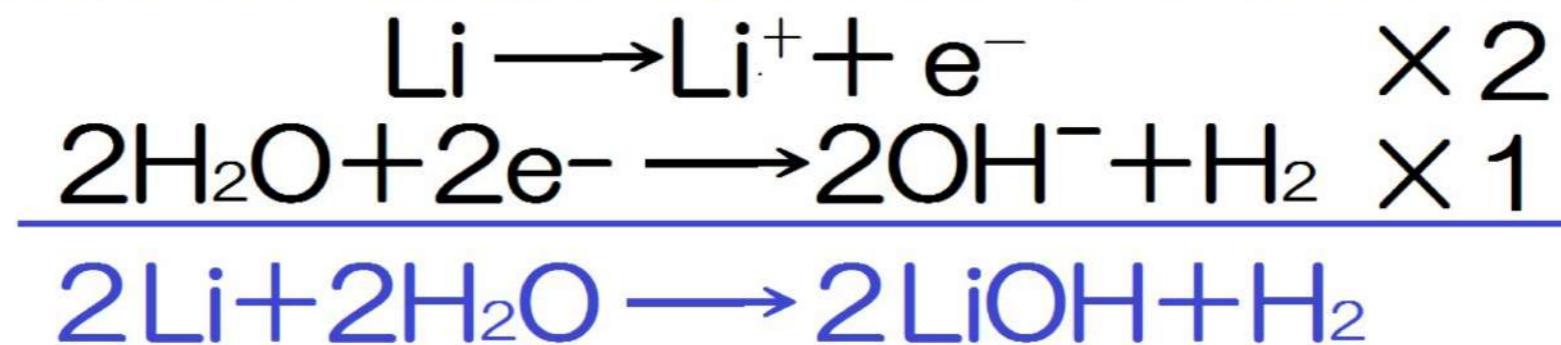
Liはイオン化傾向の大きい金属。

強い還元力をもつ； $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$

その還元力で、水は還元されてしまう。



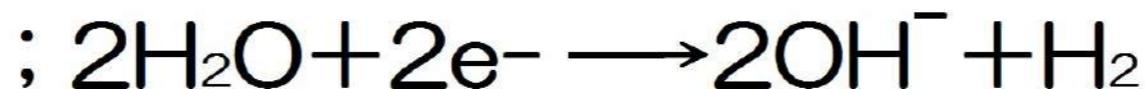
すなわち、Liと水は次のように反応する。



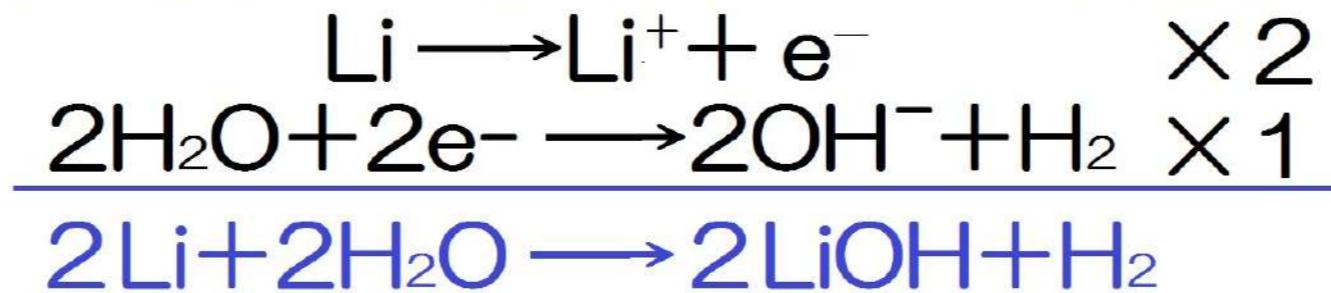
Liはイオン化傾向の大きい金属。

強い還元力をもつ； $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+ + \text{e}^-$

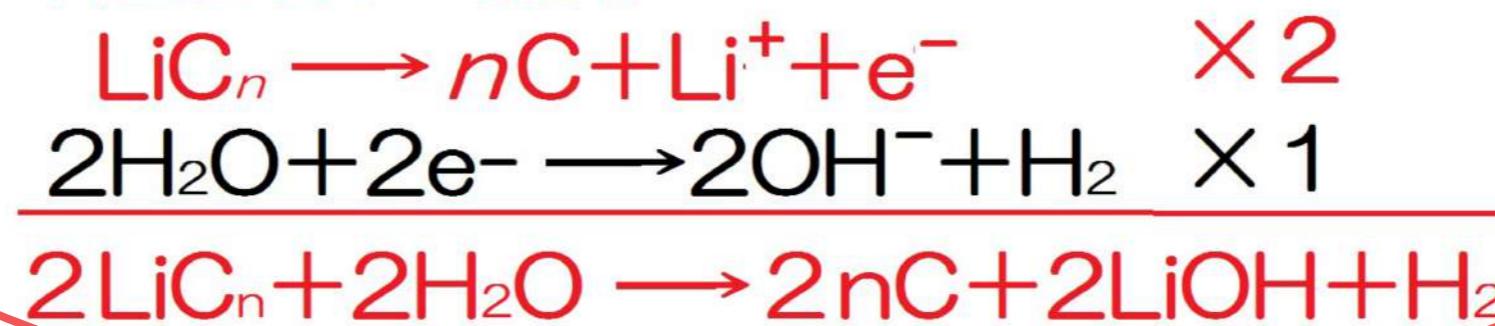
その還元力で、水は還元されてしまう。



すなわち、Liと水は次のように反応する。



本題においては、



読解(図の読み取り)

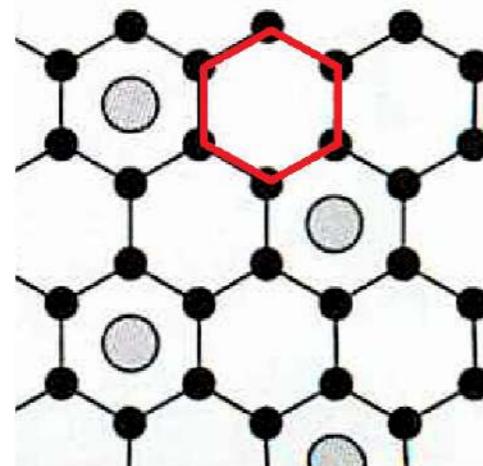
◎10~12行目+問1 塩素と層間物質(Li)との物質量比

□ 図2において、六角形1個あたりのCの数は？ □ 図2において、六角形1個あたりのLiの数は？

$$\cancel{3} \times 6$$

問1の解答: エ 6

$$L i : C =$$



1個の六角形上には6個の
炭素原子があるが、各炭素
原子は3個の六角形に属し
ており、1個の六角形には

$$\frac{1}{3} \times 6 = 2$$

個分しか含まれない。

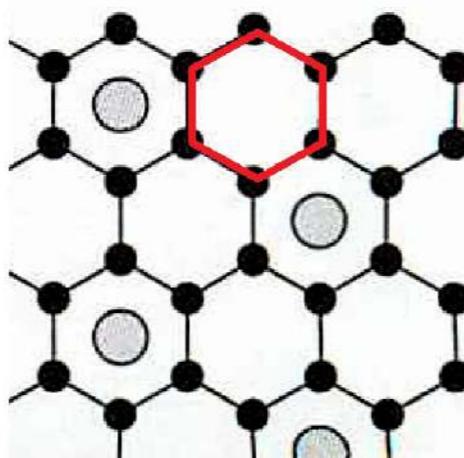
読解(図の読み取り)

◎10~12行目+問1 炭素と層間物質(Li)との物質量比

図2において、六角形1個あたりのCの数は？

~~3×6~~

問1の解答: エ 6



1個の六角形上には6個の炭素原子があるが、各炭素原子は3個の六角形に属しており、1個の六角形には

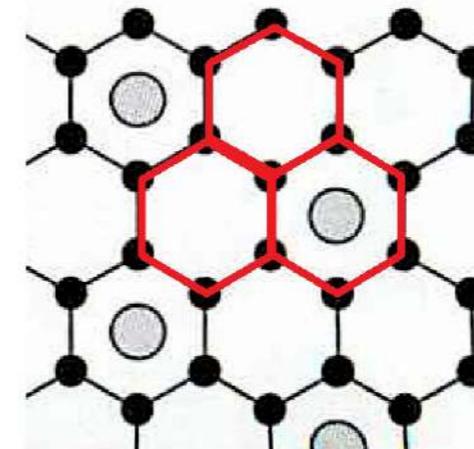
$$\frac{1}{3} \times 6 = 2$$

個分しか含まれない。

図2において、六角形1個あたりのLiの数は？

~~3~~

Li : C =



上記の部分が最小の繰り返し単位であり、3個の六角形毎に1個のリチウムがある。よって1個の六角形には1/3個分しか含まれない。

読解(図の読み取り)

◎10~12行目+問1 炭素と層間物質(Li)との物質量比

図2において、六角形1個あたりのCの数は？

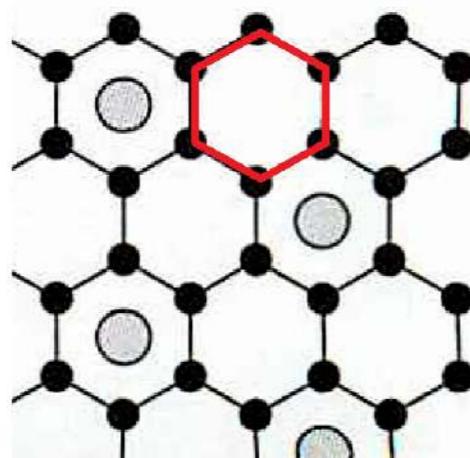
$$\cancel{3} \times 6$$

問1の解答: エ 6

図2において、六角形1個あたりのLiの数は？

$$\cancel{3}$$

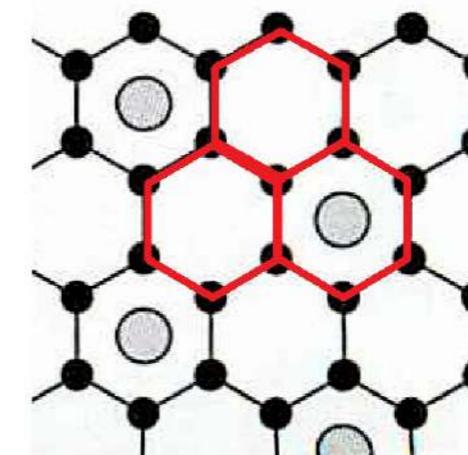
$$Li : C = 1 : 6$$



1個の六角形上には6個の炭素原子があるが、各炭素原子は3個の六角形に属しており、1個の六角形には

$$\frac{1}{3} \times 6 = 2$$

個分しか含まれない。



上記の部分が最小の繰り返し単位であり、3個の六角形毎に1個のリチウムがある。よって1個の六角形には1/3個分しか含まれない。

単なる、化学反応式を用いた量的関係の計算に過ぎない。
強いて言えば、鉛蓄電池に関する知識が必要。

⑥各電極反応の確認

Li 付電池の負極反応（充電反応）

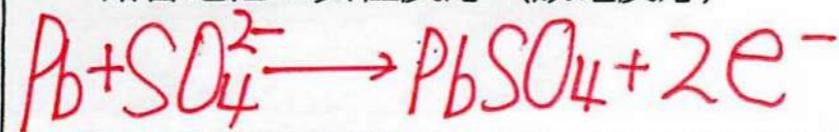


Li 付電池の負極反応（放電反応）

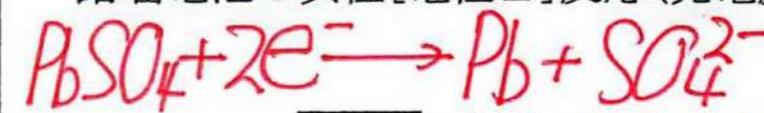


[知識] 充電時、電源の正極は電池の正極に、電源の負極は電池の負極に接続される。

鉛蓄電池の負極反応（放電反応）

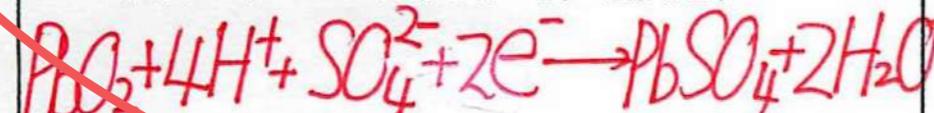


鉛蓄電池の負極[電極 II]反応（充電反応）



力 の解答：上記の通り。

鉛蓄電池の正極反応（放電反応）



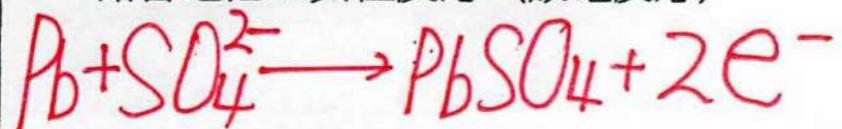
鉛蓄電池の正極[電極 I]反応（充電反応）



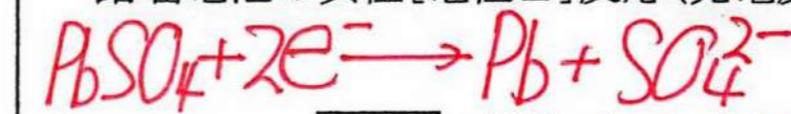
オ の解答：上記の通り。

[知識] 充電時、電源の正極は電池の正極に、電源の負極は電池の負極に接続される。

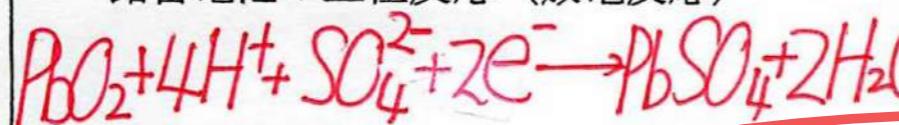
鉛蓄電池の負極反応（放電反応）



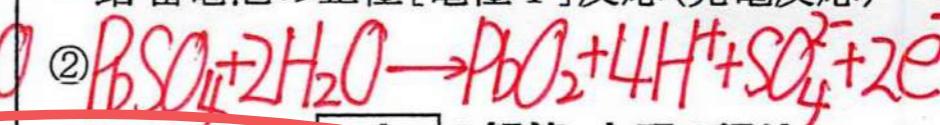
鉛蓄電池の負極[電極Ⅱ]反応（充電反応）



鉛蓄電池の正極反応（放電反応）



鉛蓄電池の正極[電極Ⅰ]反応（充電反応）



力の解答：上記の通り。

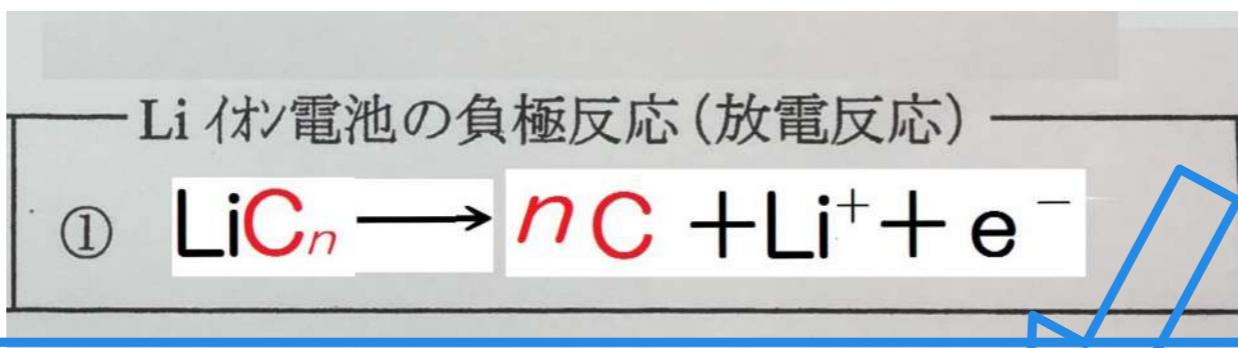
才の解答：上記の通り。

→ 放電
← 充電

鉛蓄電池に関して、その電極反応について整理しておこう。

負極の反応 (還元剤の反応)	$Pb + SO_4^{2-} \rightleftharpoons PbSO_4 + 2e^-$
正極の反応 (酸化剤の反応)	$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4 + 2H_2O$
全体の反応 (酸化還元反応)	$Pb + PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$

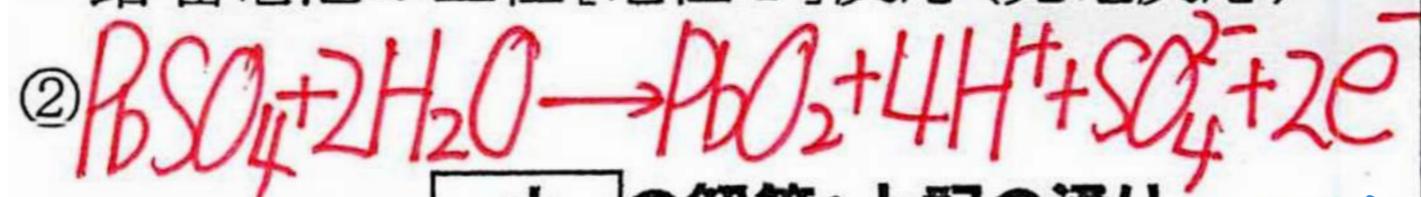
リチウムが1モル減少すると電子が1モル流れる。



- ①より、流れた電子の物質量は?
- $\frac{2.3}{6.9} = \frac{1}{3} = 0.333 \text{ (mol)}$
- キ の解答: 0.33
- ②より、電極 I の理論的な質量減少の値は?
- $\frac{64}{2} \times \frac{1}{3} = 10.6 \text{ (g)}$
- ク の解答: 11
- ③より、この充電における充電効率は?
- $\frac{9.8}{10.6} \times 100 = 92.4 \text{ (\%)}$
- 問5の解答: 92 %

電子が1モル流れると質量が62/2g減少する。

一鉛蓄電池の正極[電極 I]反応(充電反応)



オ の解答:上記の通り。

①より、流れた電子の物質量は?

$$\frac{2.3}{6.9} = \frac{1}{3} = 0.333 \text{ (mol)}$$

ア の解答: 0.33

②より、電極 I の理論的な質量減少の値は?

$$\frac{64}{2} \times \frac{1}{3} = 10.6 \text{ (g)}$$

ク の解答: 11

③より、この充電における充電効率は?

$$\frac{9.8}{10.6} \times 100 = 92.4 \text{ (%)}$$

問5の解答: 92 %

①より、流れた電子の物質量は？

$$\frac{2.3}{6.9} = \frac{1}{3} = 0.333 \text{ (mol)}$$

キ の解答: 0.33

②より、電極 I の理論的な質量減少の値は？

$$\frac{64}{2} \times \frac{1}{3} = 10.6 \text{ (g)}$$

ク の解答: 11

③より、この充電における充電効率は？

$$\frac{9.8}{10.6} \times 100 = 92.4 \text{ (%)}$$

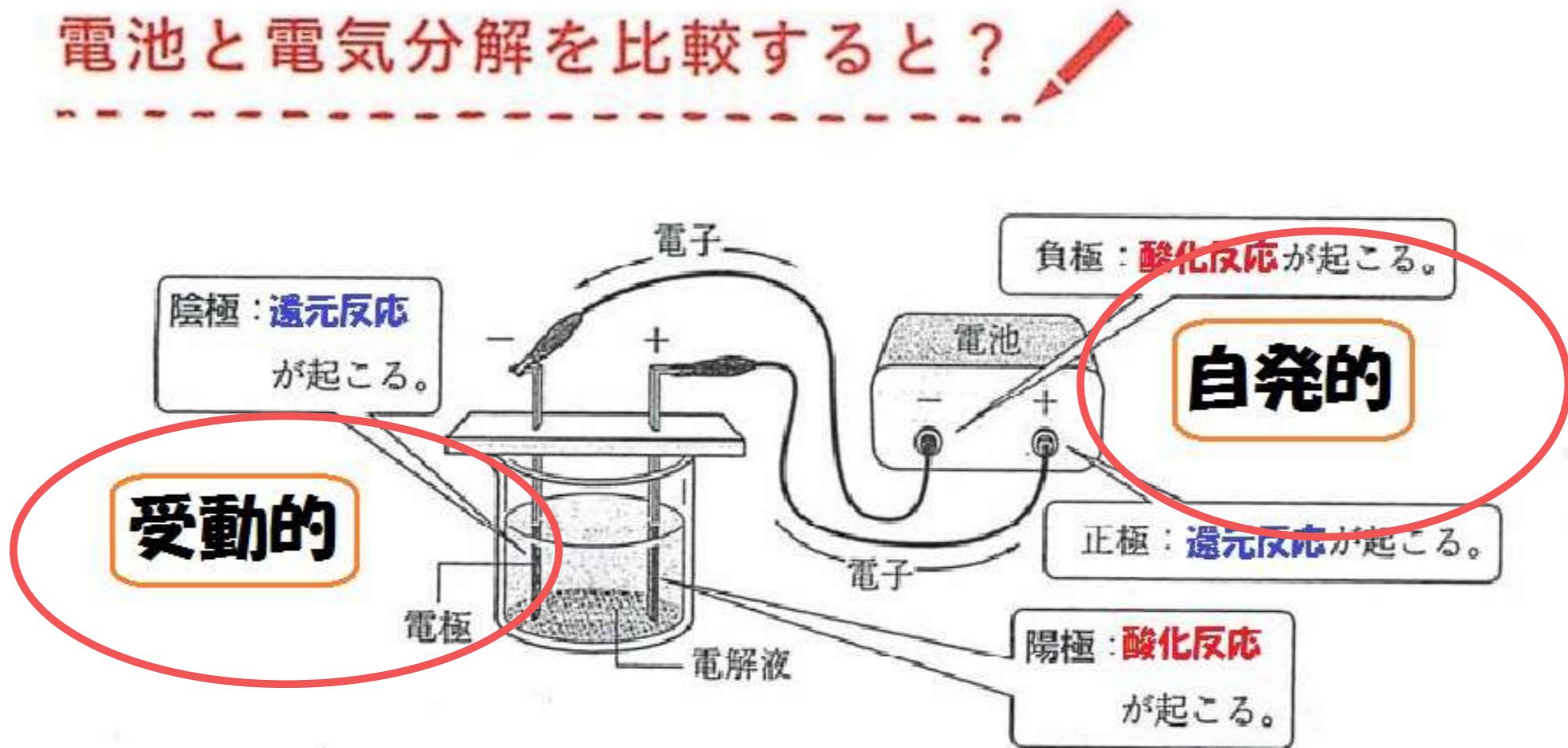
問5の解答: 92.4 %

実際の減少量

理論的な減少量

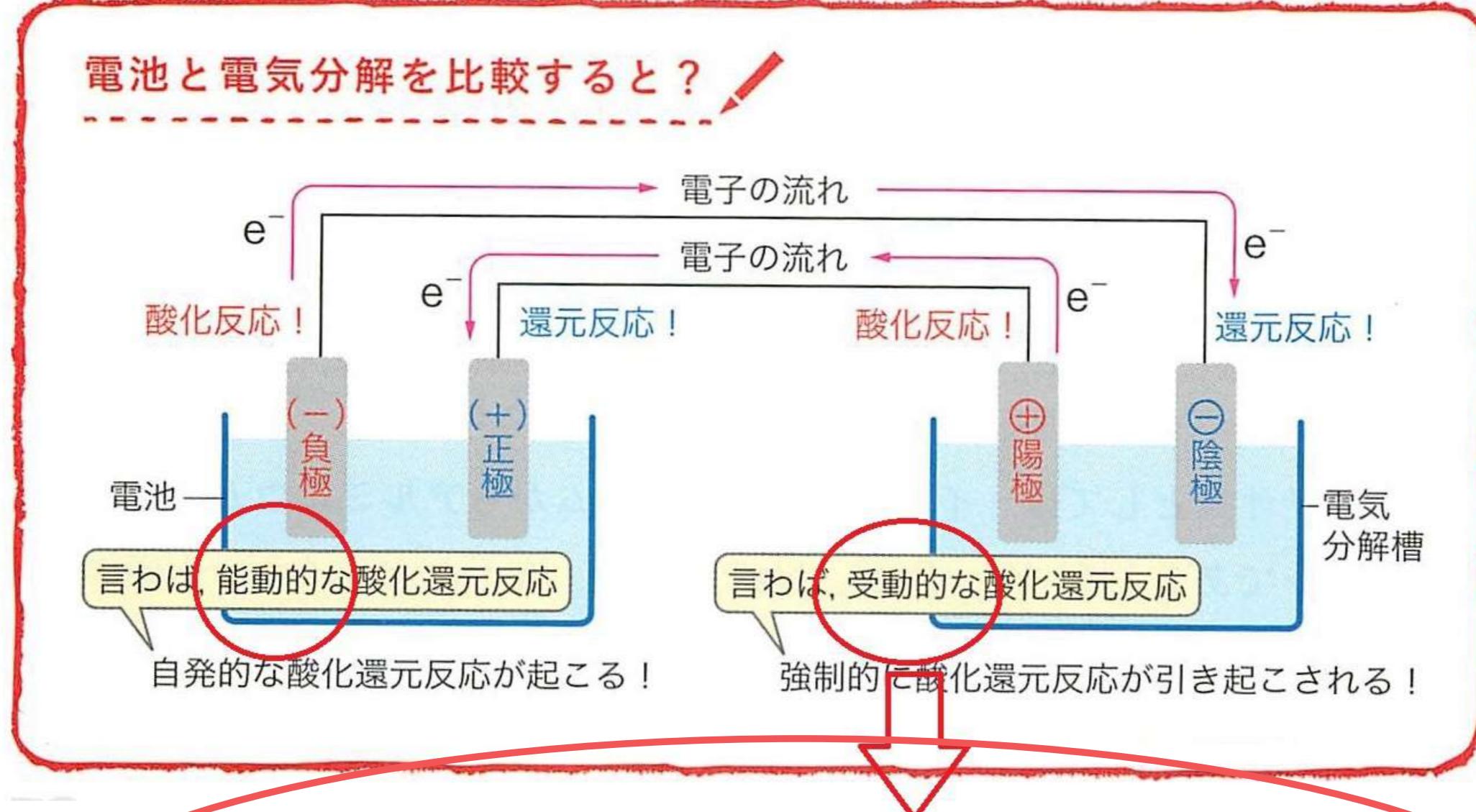
3 -3 電氣分解

電池と電気分解を比較すると？



	(-)	(+)
電池	[負極] 酸化反応	[正極] 還元反応
電気分解	[陰極] 還元反応	[陽極] 酸化反応

電池と電気分解を比較すると？



自然界では起こりえない酸化還元反応でも起こせる！

魔法！！！

**重要な化学工業の仕組みを理解できる程度
に、電気分解に触れるのだと。**

私の個人的見解です。—

- ① イオン交換膜法
- ② 銅の電解精錬
- ③ アルミニウムの溶融塩電解
(融解塩)

陽極で起こる変化は？
酸化が引き起こされる！
重要な化学工業の仕組みを理解できる程度
に、電気分解に触れるのだ
を前提に整理しましょう。

水溶液の電気分解において、次の酸化反応が

陽極で起こる反応は？（流れ図版）

起きやすい！！

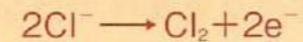
電極は、白金、または、炭素ですか？

はい

水溶液中に、ハロゲン化物イオンはありますか？

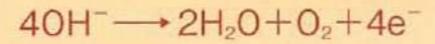
ある

ハロゲンの単体が生成する。
例：水溶液中に塩化物イオンがあれば、塩素が発生する。



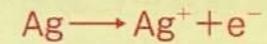
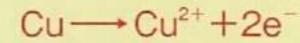
はい

次の反応式に従って、酸素が発生する。



いいえ

電極が溶解する。
例：銅や銀電極は溶解する。

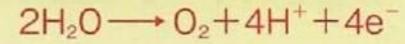


ない

水溶液は塩基性ですか？

いいえ

次の反応式に従って、酸素が発生する。



Fe²⁺があるとき、Fe²⁺ → Fe³⁺ + e⁻が起こる！

電極が溶解するか、
ハロゲンの単体が生成するか、
酸素が発生するか、



しっかりと
おさえて
おこう。

陰極で起こる変化は？
還元が引き起こされる！
重要な化学工業の仕組みを理解できる程度
に、電気分解に触れるのだ
を前提に整理しましょう。

水溶液の電気分解において、次の還元反応が

起こりやすい！！

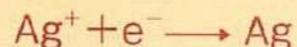
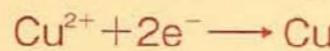
陰極で起こる反応は？（流れ図版）

水溶液中に、 Ag^+ 、 Cu^{2+} など、イオン化傾向が小さい
金属のイオンはありますか？

ある

ない

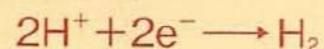
イオン化傾向が小さい金属の単体が析出する！
例：水溶液中に銅(II)イオンや銀イオンがあれば、銅や銀が析出する。



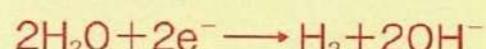
はい

いいえ

次の反応式に従って、水素
が発生する。



次の反応式に従って、水素
が発生する。



Zn^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Ni^{2+} があるとき、各単体の析出と同時に H_2 が発生！

**重金属単体が析出するか、
水素が発生するか、**



**しっかり
おさえて
おこう。**

電気分解後の
NaClの物質量は？

⑥

問1の解答: $5.3 \times 10^{-1} \text{ mol}$

電源

隔膜

電極

陰極室

NaCl aq

電極

陽極室

NaCl aq

NaClの物質量は？

⑩

問3の解答: $9.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

回路を流れた電子の物質量は？

①

$$e^- (\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12 (\text{mol})$$

陰側から陽側へのCl⁻の移動量は？

②

陽側から陰側へのNa⁺の移動量は？

③

電気分解後の

NaClの物質量は？

⑥

問1の解答: $5.3 \times 10^{-1} \text{ mol}$

電源

隔膜

電極

陰極室

NaCl aq

電極

陽極室

NaCl aq

NaClの物質量は？

⑩

問3の解答: $9.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

回路を流れた電子の物質量は？

①

$$e^- (\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12 (\text{mol})$$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？

②

$$0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072 (\text{mol})$$

陽側から陰側への Na^+ の移動量は？

③

電気分解後の

NaClの物質量は？

⑥

問1の解答: $5.3 \times 10^{-1} \text{ mol}$

電源

隔膜

電極

陰極室

NaCl aq

電極

陽極室

NaCl aq

NaClの物質量は？

⑩

問3の解答: $9.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

回路を流れた電子の物質量は？

①

$$e^- (\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12 (\text{mol})$$

陰側から陽側へのCl⁻の移動量は？

②

$$60\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072 (\text{mol})$$

陽側から陰側へのNa⁺の移動量は？

③

$$40\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048 (\text{mol})$$

【陰極室について】

最初のNaClの物質量は？

④ $1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60(\text{mol})$

陰極で起こる反応は？

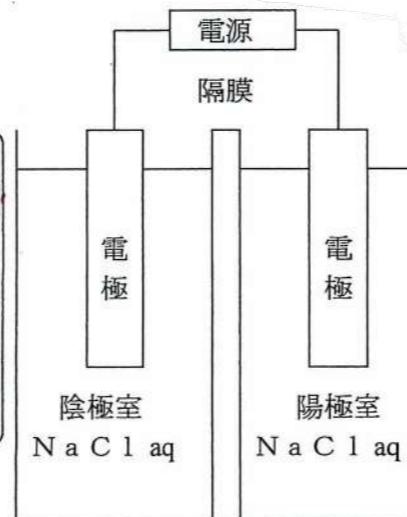
⑤

電気分解後の

NaClの物質量は？

⑥

問1の解答: $5.3 \times 10^{-1} \text{ mol}$



回路を流れた電子の物質量は？

① $e^-(\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12(\text{mol})$

陰側から陽側へのCl⁻の移動量は？

② $60\% \rightarrow$

$$0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072(\text{mol})$$

陽側から陰側へのNa⁺の移動量は？

③ $40\% \rightarrow$

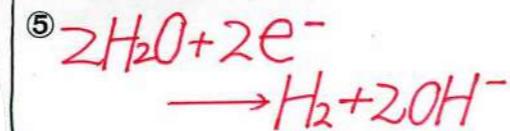
$$0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048(\text{mol})$$

【陰極室について】

最初のNaClの物質量は？

$$④ 1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60 \text{ (mol)}$$

陰極で起こる反応は？



電気分解後の
NaClの物質量は？

⑥

問1の解答: $5.3 \times 10^{-1} \text{ mol}$

回路を流れた電子の物質量は？

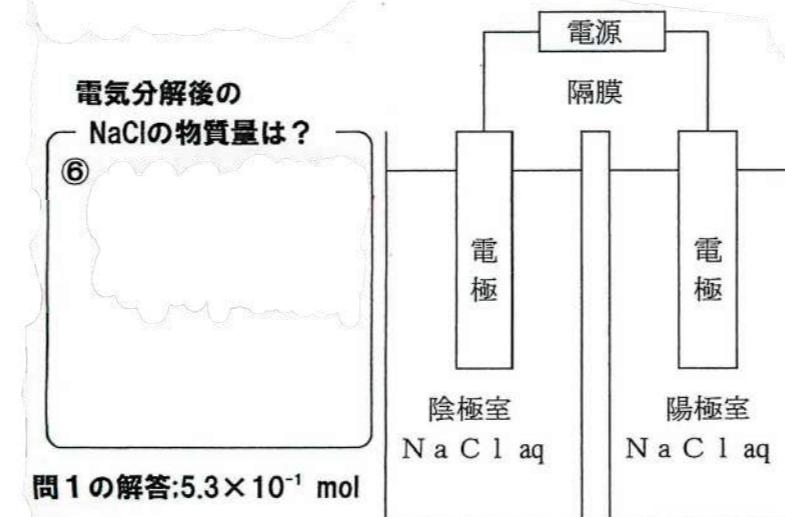
$$① e^-(\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12 \text{ (mol)}$$

陰側から陽側へのCl⁻の移動量は？

$$② 60\% \xrightarrow{60} 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072 \text{ (mol)}$$

陽側から陰側へのNa⁺の移動量は？

$$③ 40\% \xrightarrow{40} 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048 \text{ (mol)}$$

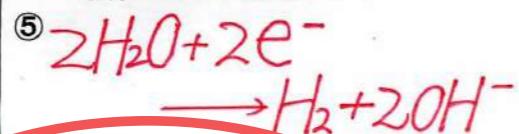


【陰極室について】

最初のNaClの物質量は？

$$④ 1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60 \text{ (mol)}$$

陰極で起こる反応は？



隔膜間の移動で
Na⁺は増えるが
Cl⁻が減るので
NaClも減る。

電気分解後の

NaClの物質量は？

⑥

問1の解答: $5.3 \times 10^{-1} \text{ mol}$

回路を流れた電子の物質量は？

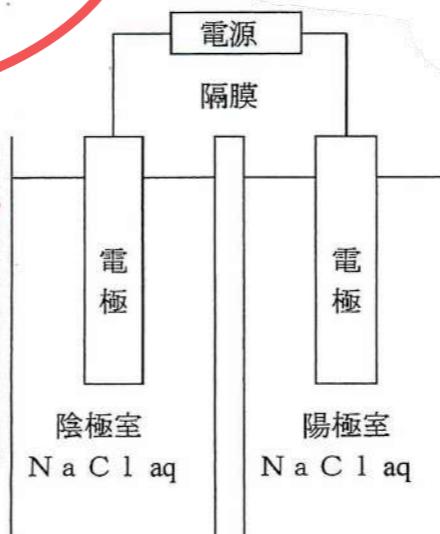
$$① e^- (\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12 \text{ (mol)}$$

陰側から陽側へのCl⁻の移動量は？

$$② 60\% \rightarrow 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072 \text{ (mol)}$$

陽側から陰側へのNa⁺の移動量は？

$$③ 40\% \rightarrow 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048 \text{ (mol)}$$

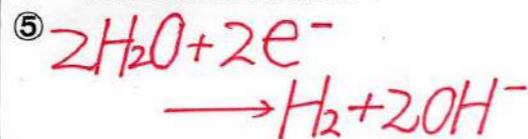


【陰極室について】

最初のNaClの物質量は？

$$④ 1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60 \text{ (mol)}$$

陰極で起こる反応は？



隔膜間の移動で
Na⁺は増えるが
Cl⁻が減るが
NaClも減る。

電気分解後の

NaClの物質量は？

$$⑥ 0.60 - 0.072 = 0.528 \text{ (mol)}$$

問1の解答: $5.3 \times 10^{-1} \text{ mol}$

回路を流れた電子の物質量は？

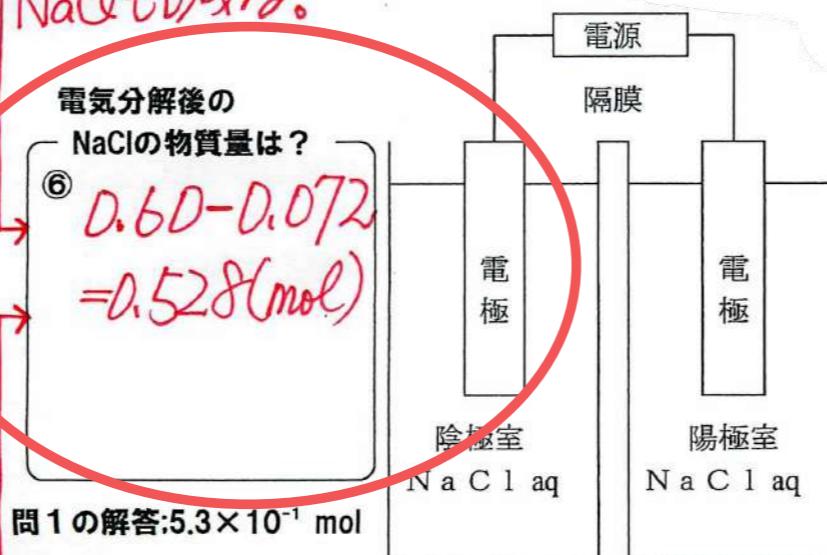
$$① e^- (\text{mol}) = \frac{A \times \text{未} \rightarrow}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12 \text{ (mol)}$$

陰側から陽側へのCl⁻の移動量は？

$$② 60\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072 \text{ (mol)}$$

陽側から陰側へのNa⁺の移動量は？

$$③ 40\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048 \text{ (mol)}$$



【陽極室について】

最初のNaClの物質量は？

⑦ $1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60(\text{mol})$

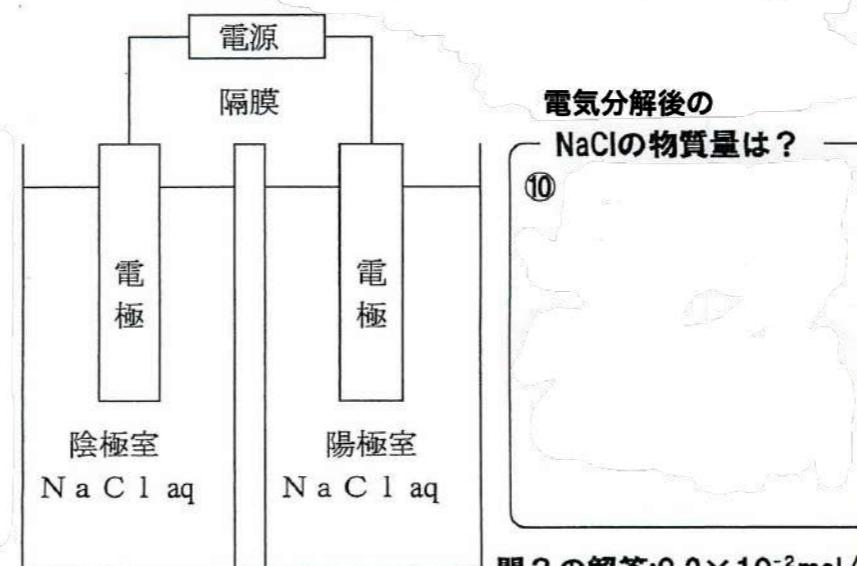
陽極で起こる反応は？

⑧

電気分解で発生したCl₂の物質量は？

⑨

問2の解答 (i) Cl₂ (ii) $6.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$



電気分解後の

NaClの物質量は？

⑩

問3の解答: $9.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

回路を流れた電子の物質量は？

① $e^-(\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12(\text{mol})$

陰側から陽側へのCl⁻の移動量は？

② $60\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072(\text{mol})$

陽側から陰側へのNa⁺の移動量は？

③ $40\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048(\text{mol})$

【陽極室について】

最初のNaClの物質量は？

⑦ $1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60(\text{mol})$

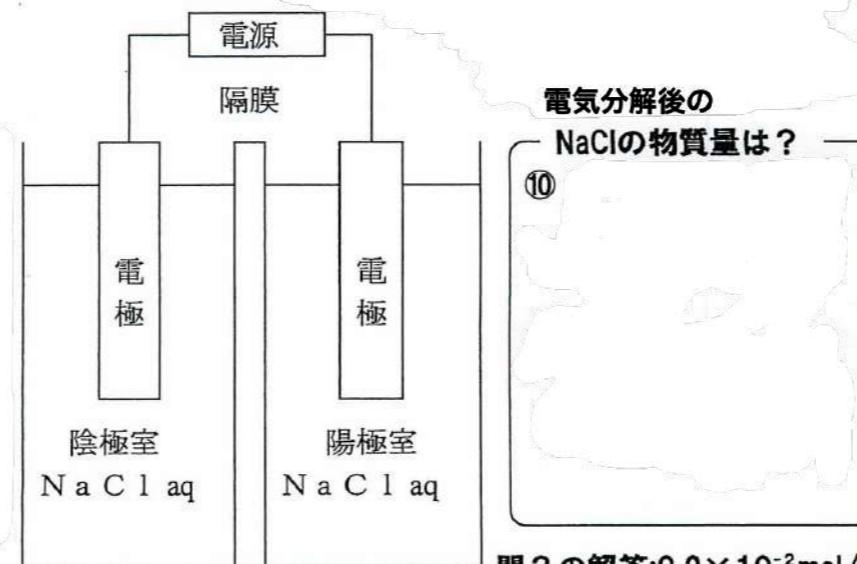
陽極で起こる反応は？



電気分解で発生したCl₂の物質量は？

⑨

問2の解答 (i) Cl₂ (ii) $6.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$



問3の解答: $9.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

回路を流れた電子の物質量は？

① $e^-(\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12(\text{mol})$

陰側から陽側へのCl⁻の移動量は？

② $60\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072(\text{mol})$

陽側から陰側へのNa⁺の移動量は？

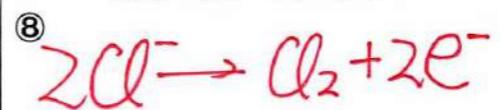
③ $40\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048(\text{mol})$

【陽極室について】

最初のNaClの物質量は？

⑦ $1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60(\text{mol})$

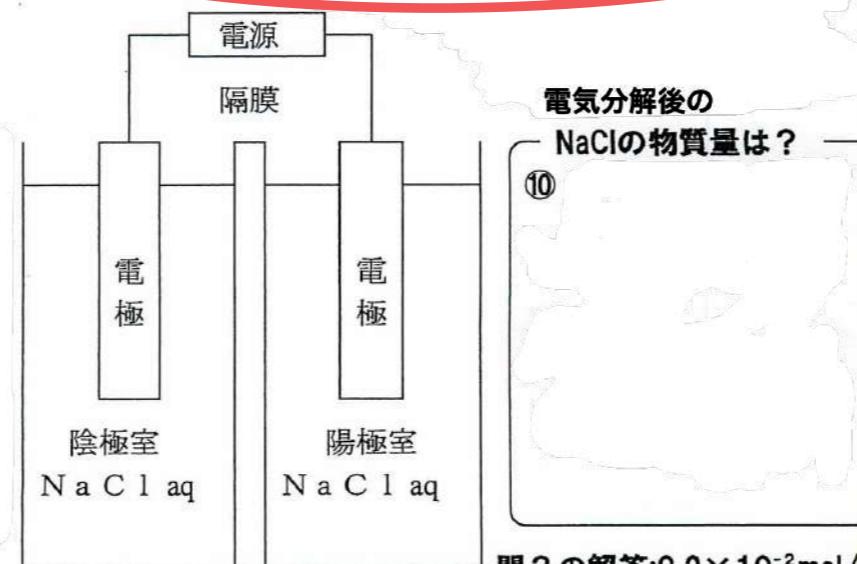
陽極で起こる反応は？



電気分解で発生した Cl_2 の物質量は？

⑨ $0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060(\text{mol})$

問2の解答 (i) Cl_2 (ii) $6.0 \times 10^{-3} \text{ mol}$



回路を流れた電子の物質量は？

① $e^-(\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12(\text{mol})$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？

② $60\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072(\text{mol})$

陽側から陰側への Na^+ の移動量は？

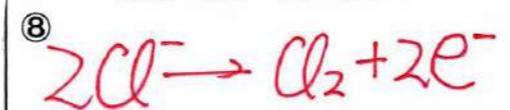
③ $40\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048(\text{mol})$

【陽極室について】

最初のNaClの物質量は？

⑦ $1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60(\text{mol})$

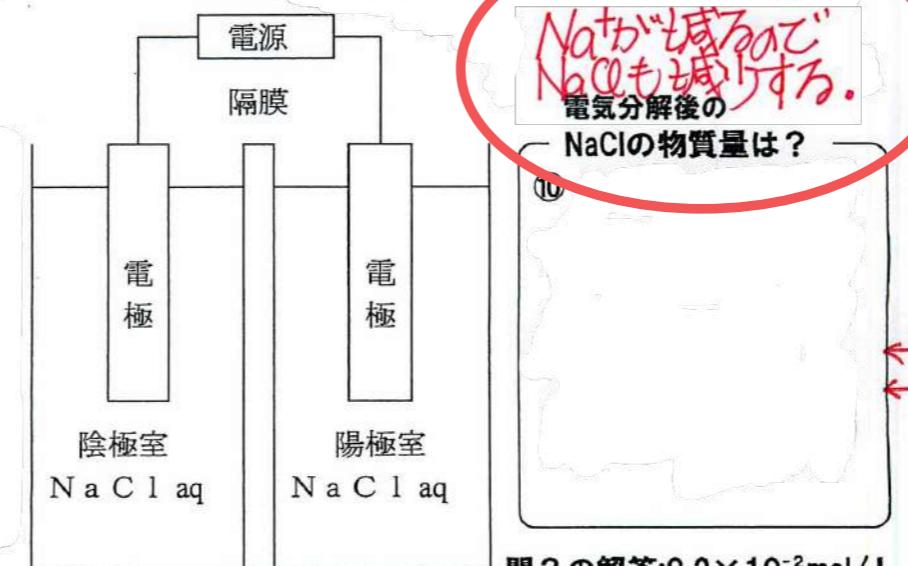
陽極で起こる反応は？



電気分解で発生した Cl_2 の物質量は？

⑨ $0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060(\text{mol})$

問2の解答 (i) Cl_2 (ii) $6.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$



Na^+ が増加する
 NaCl も減りする。

電気分解後の
NaClの物質量は？

⑩

問3の解答: $9.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

回路を流れた電子の物質量は？

① $e^- (\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12(\text{mol})$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？

② $60\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072(\text{mol})$

陽側から陰側への Na^+ の移動量は？

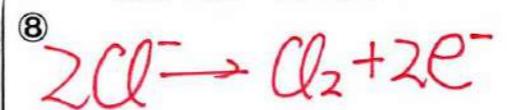
③ $40\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048(\text{mol})$

【陽極室について】

最初のNaClの物質量は？

⑦ $1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60(\text{mol})$

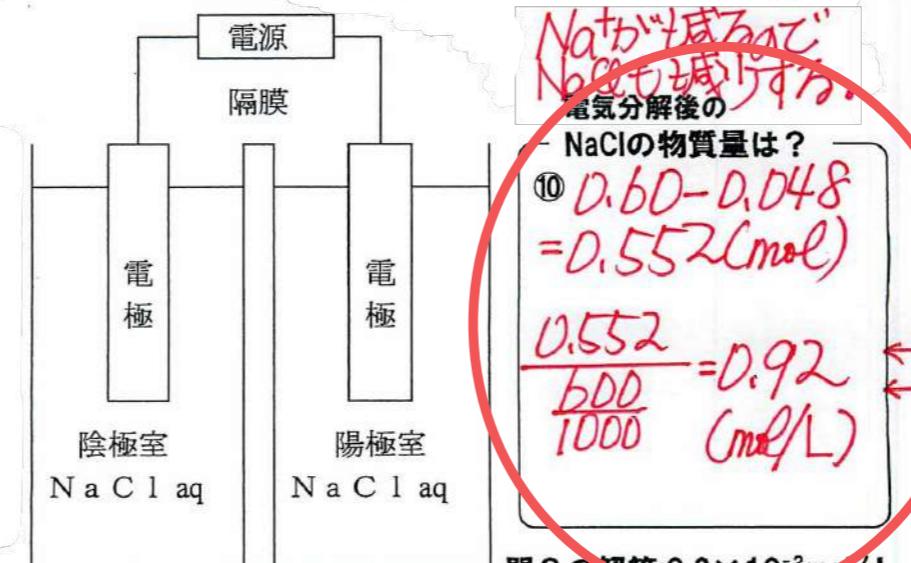
陽極で起こる反応は？



電気分解で発生した Cl_2 の物質量は？

⑨ $0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060(\text{mol})$

問2の解答 (i) Cl_2 (ii) $6.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$



問3の解答: $9.2 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

回路を流れた電子の物質量は？

① $e^-(\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12(\text{mol})$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？

② $60\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072(\text{mol})$

陽側から陰側への Na^+ の移動量は？

③ $40\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048(\text{mol})$

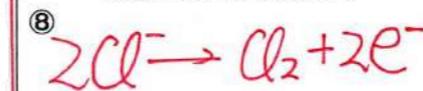
Cl^- (0.072 mol)が 0.060×2 mol 増加する。
結果 $0.072 + 0.060 \times 2 - 0.072 = 0.048$ (mol)となる。

出典：東京慈恵会医科大学
電荷にかかるNa⁺とCl⁻の比
【陽極室について】

最初のNaClの物質量は？

$$⑦ 1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60 \text{ (mol)}$$

陽極で起こる反応は？



電気分解で発生したCl₂の物質量は？

$$⑨ 0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060 \text{ (mol)}$$

問2の解答 (i) Cl₂ (ii) 6.0×10^{-2} mol

Na⁺が増える。
NaClも増えす。

電気分解後の

NaClの物質量は？

$$⑩ 0.60 - 0.048 = 0.552 \text{ (mol)}$$

$$\frac{0.552}{600} \times 1000 = 0.92 \text{ (mol/L)}$$

問3の解答: 9.2×10^{-2} mol/L

回路を流れた電子の物質量は？

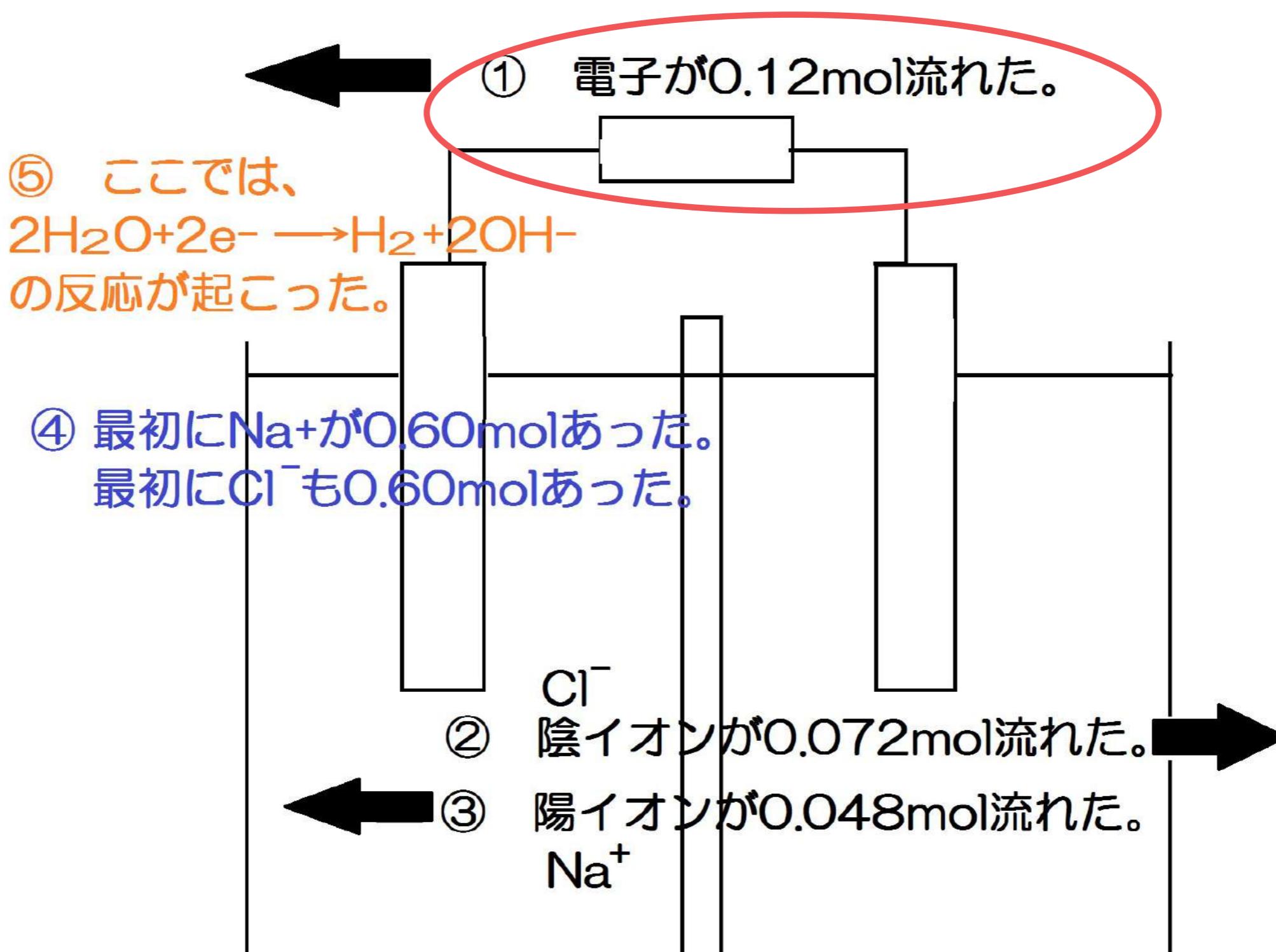
$$⑪ e^- (\text{mol}) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12 \text{ (mol)}$$

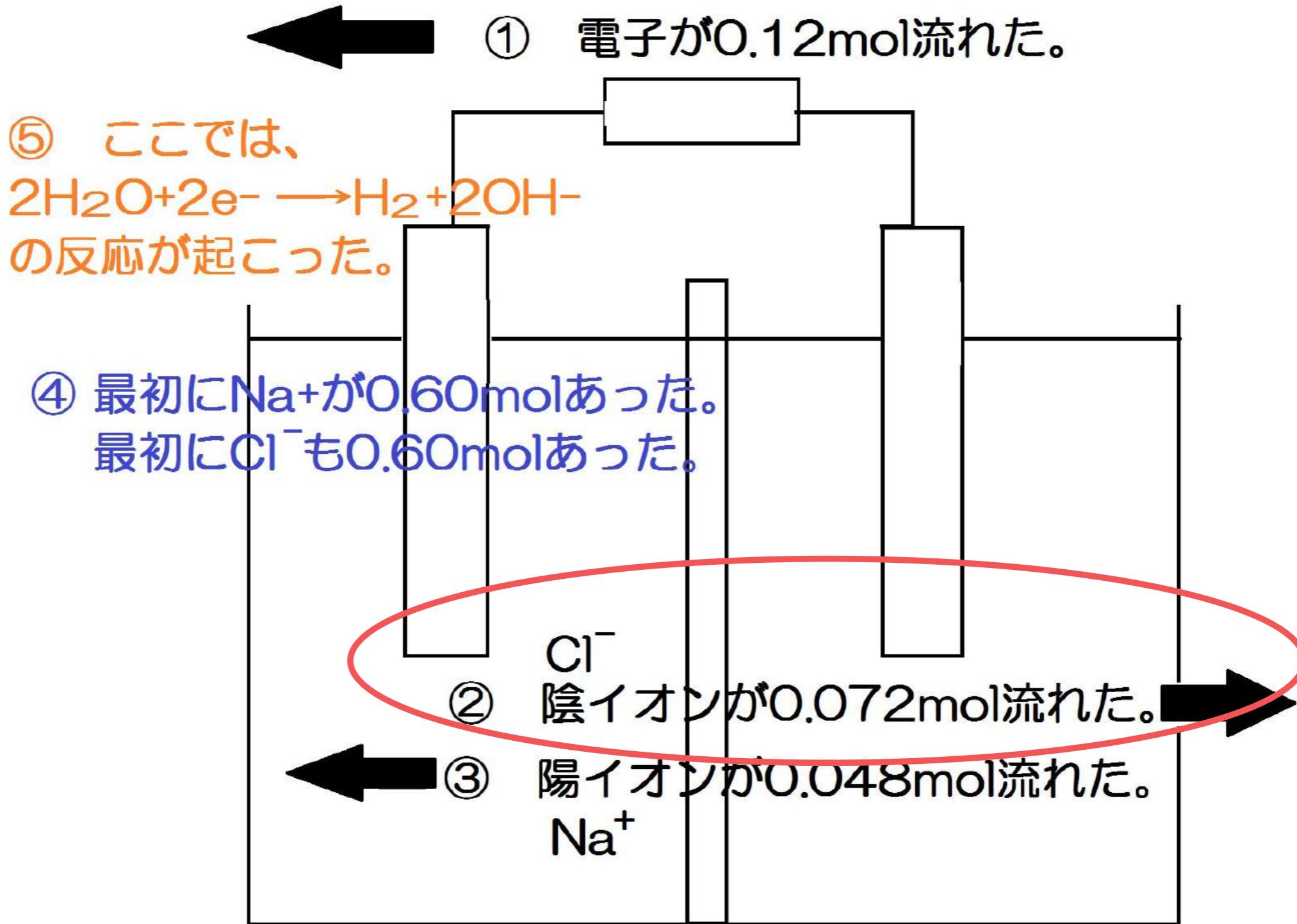
陰側から陽側へのCl⁻の移動量は？

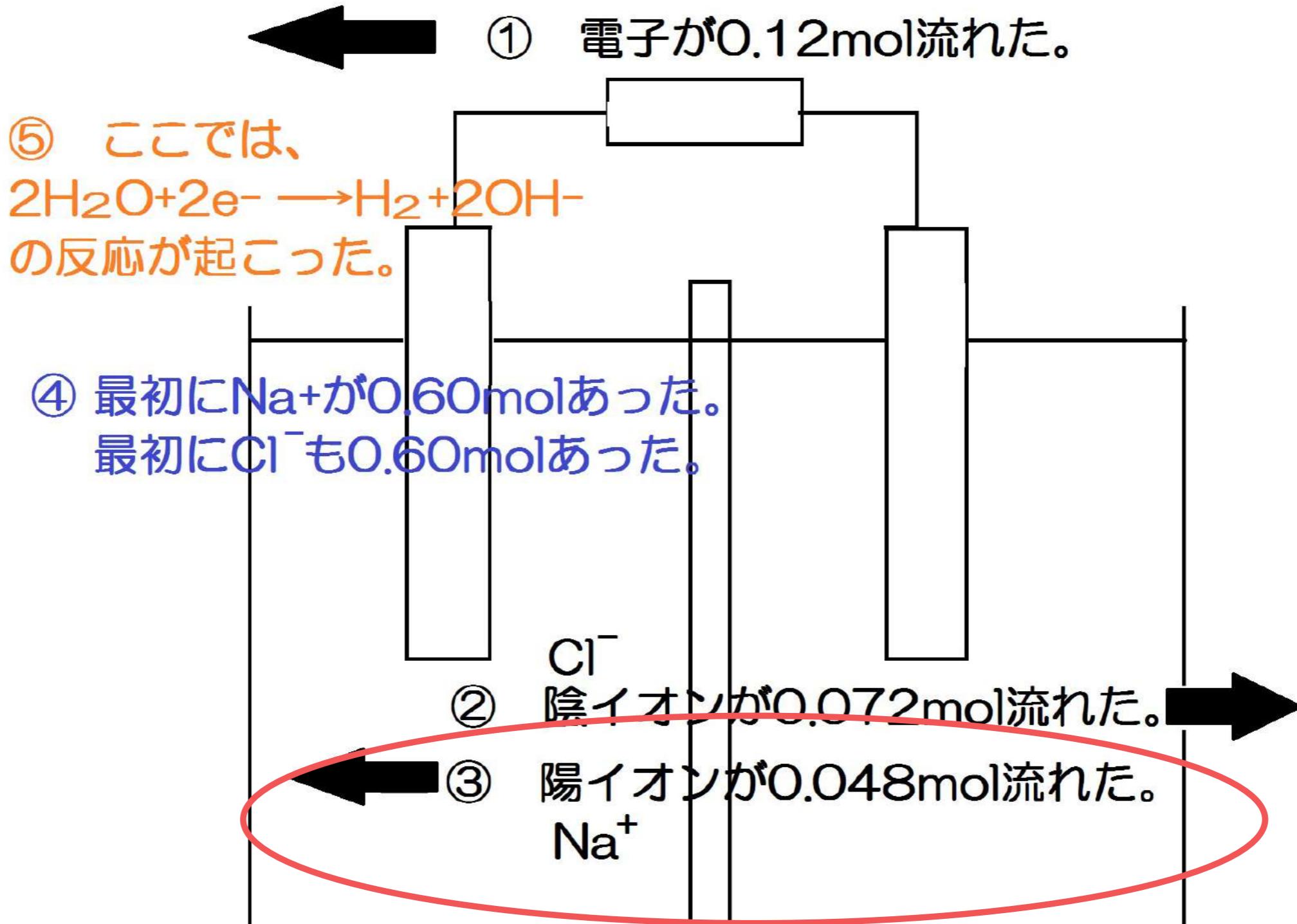
$$⑫ 60\% \xrightarrow{60} 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072 \text{ (mol)}$$

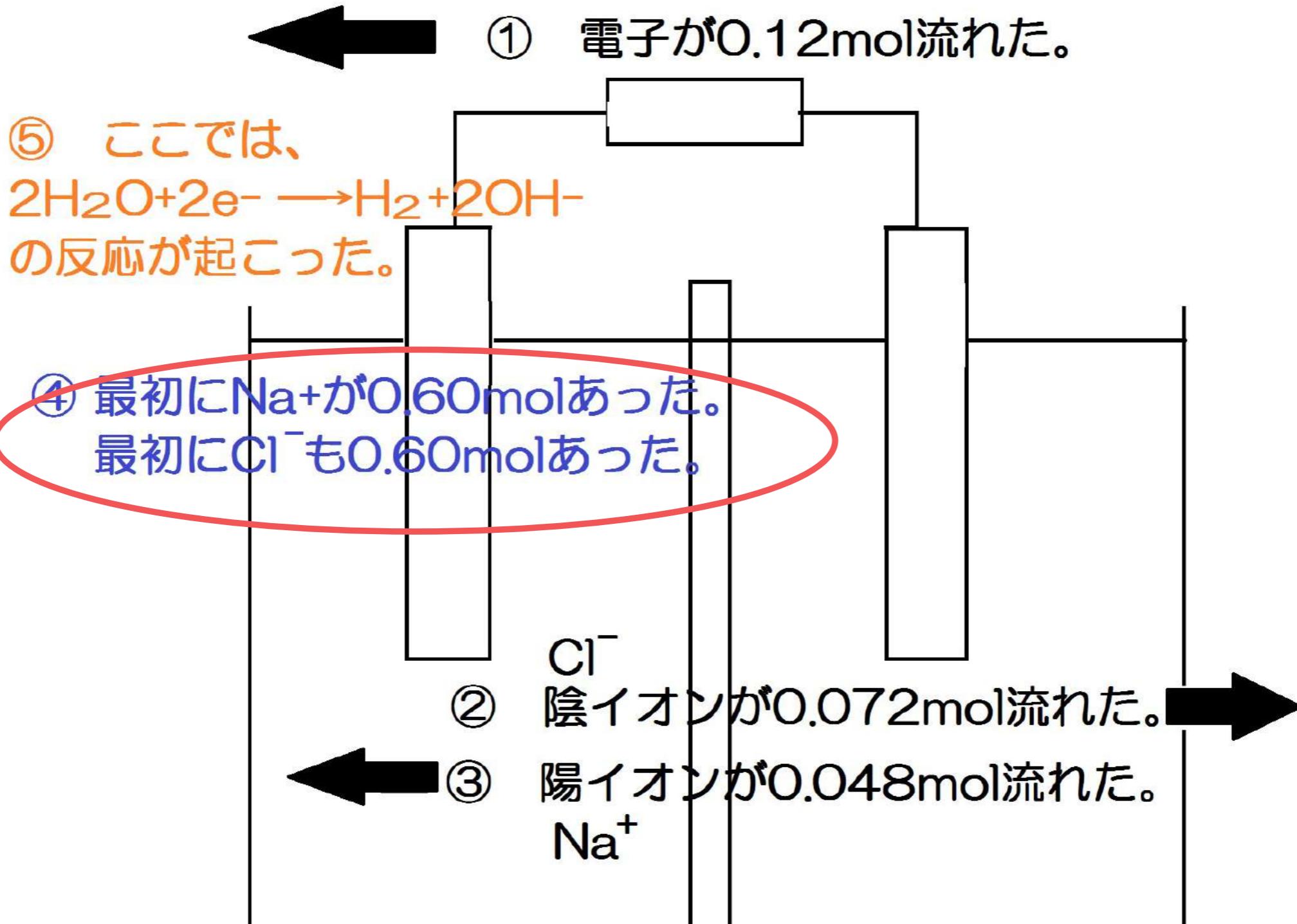
陽側から陰側へのNa⁺の移動量は？

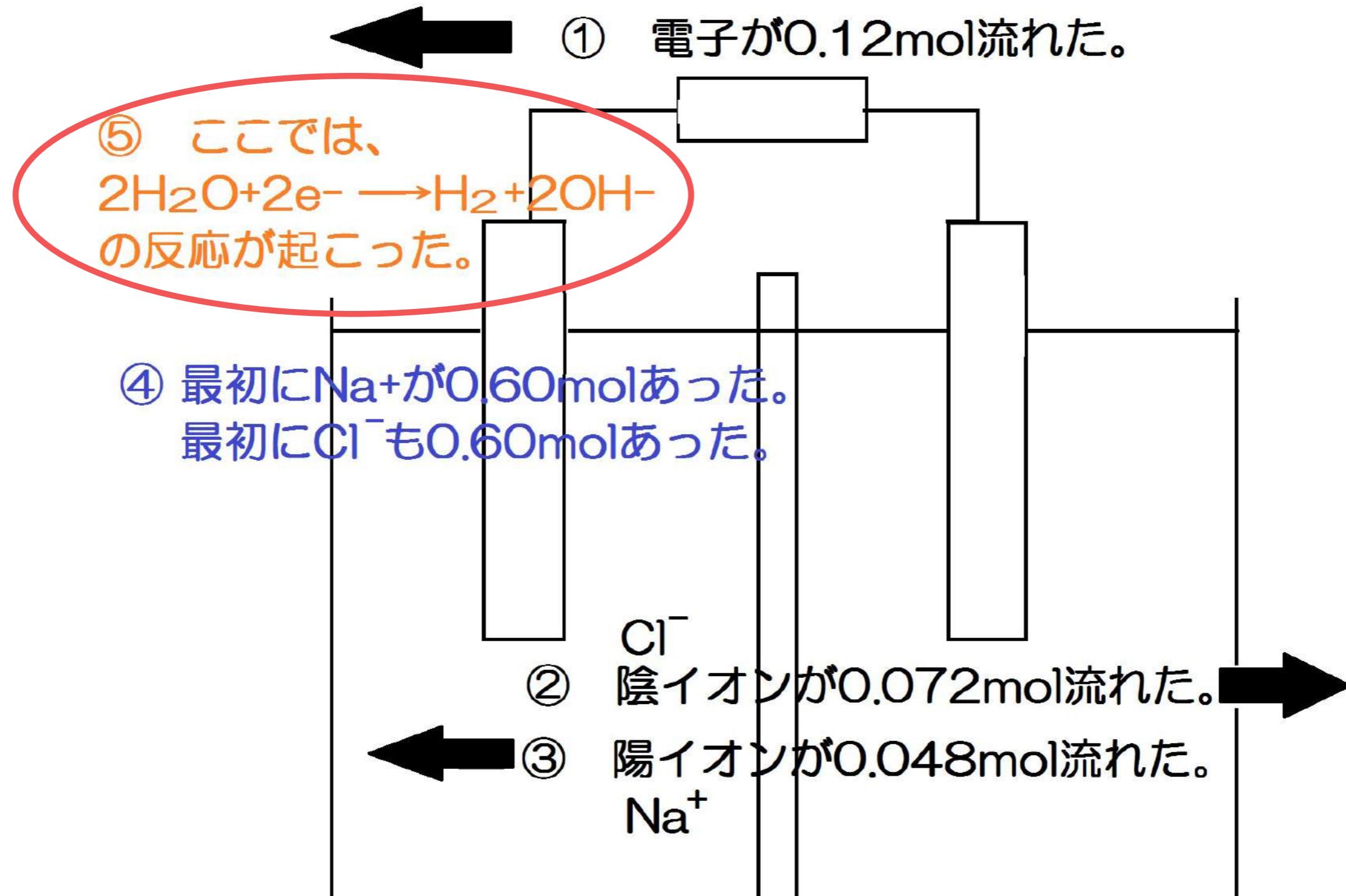
$$⑬ 40\% \xrightarrow{40} 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048 \text{ (mol)}$$

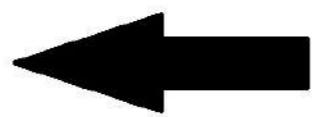












① 電子が0.12mol流れた。

⑤ ここでは、



の反応が起こった。

④ 最初に Na^+ が 0.60 mol あった。

最初に Cl^- も 0.60 mol あった。

⑥ Na^+ は $0.60 + 0.048\text{mol}$ あるが、
 Cl^- が $0.60 - 0.072\text{mol}$ しかない。
よって、 NaCl は
 0.528mol !

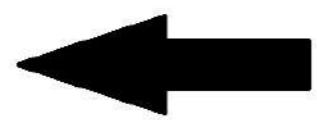


② 陰イオンが 0.072 mol 流れた。



③ 陽イオンが 0.048 mol 流れた。





① 電子が0.12mol流れた。

⑤ ここでは、

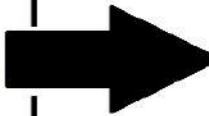
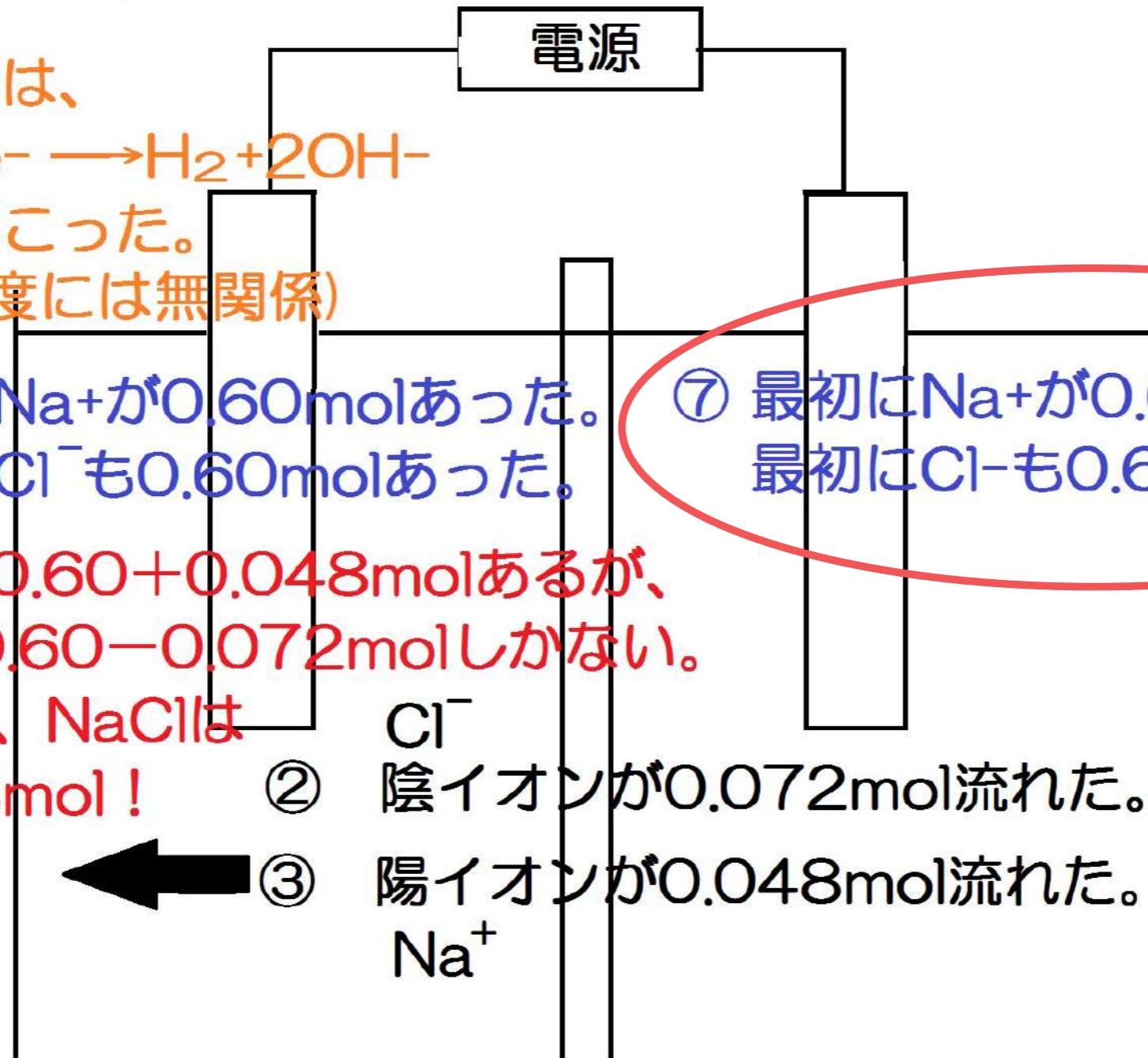


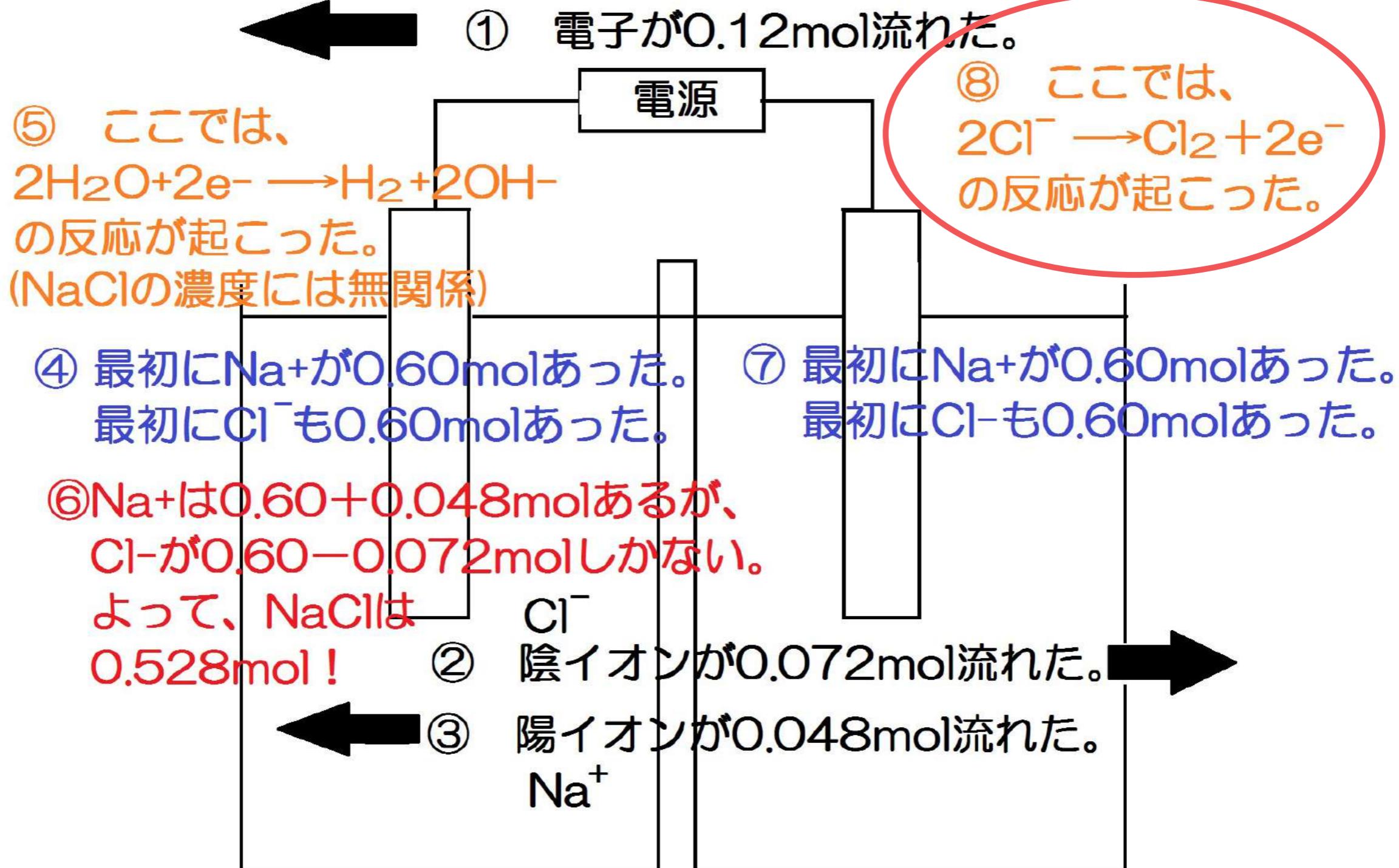
の反応が起こった。

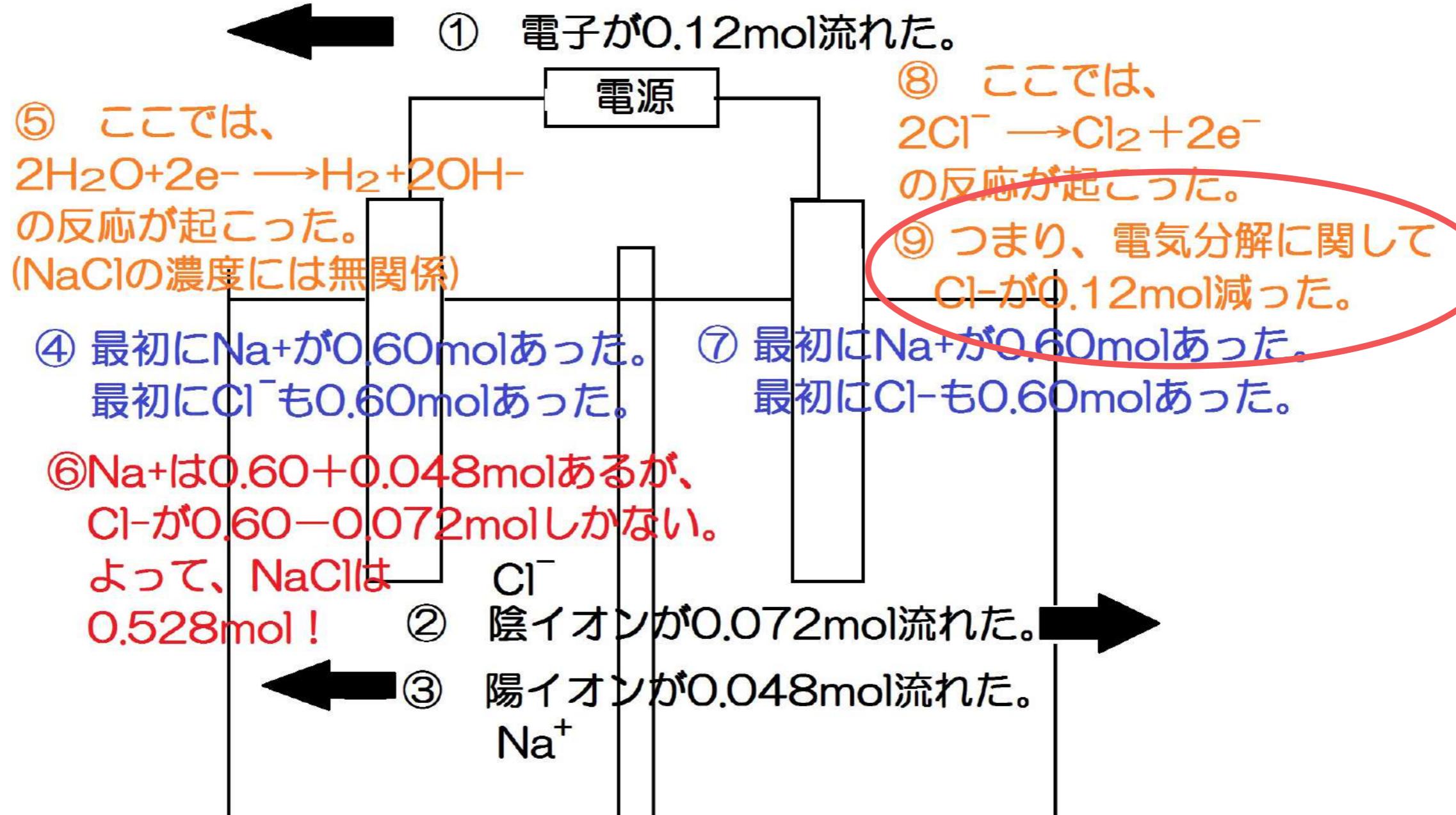
(NaClの濃度には無関係)

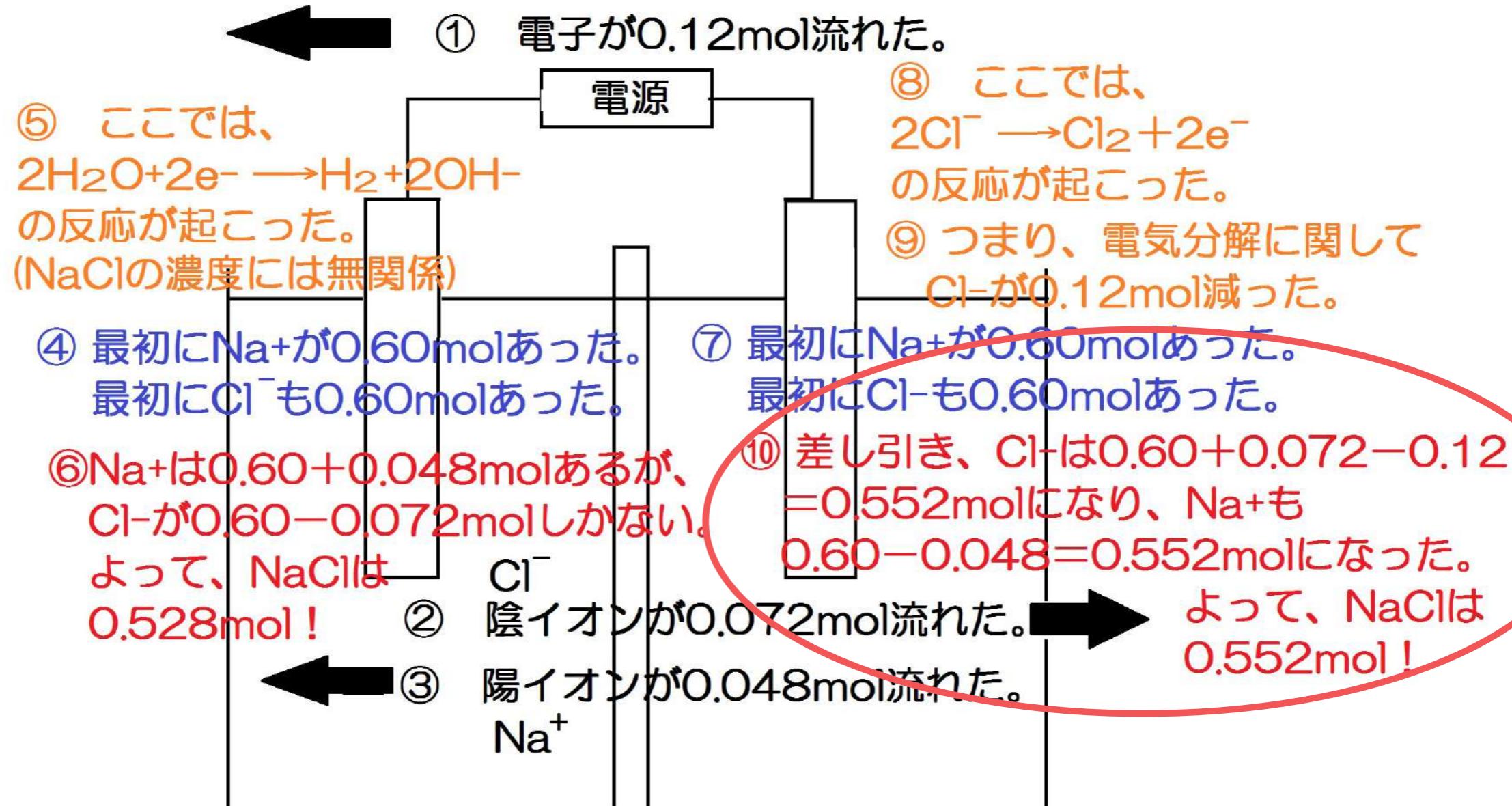
④ 最初に Na^+ が0.60molあった。
最初に Cl^- も0.60molあった。

⑥ Na^+ は $0.60 + 0.048\text{mol}$ あるが、
 Cl^- が $0.60 - 0.072\text{mol}$ しかない。
よって、NaClは
0.528mol !









【陰極室について】

最初の H^+ の物質量は？

②

陰極で起こる反応は？

③

発生した H_2 の物質量と体積は？

④

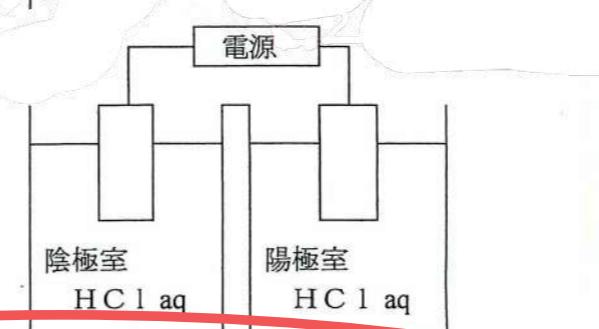
$$\begin{aligned} ⑤ \quad & 2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] = \\ & 0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \\ & \text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K} \\ & V = 0.739 \text{ L} \end{aligned}$$

問4の解答: $7.4 \times 10^{-1} \text{ L}$

電気分解後の H^+ の物質量は？

⑥

【陽極室について】



回路を流れた電子の物質量は？

①

$$\frac{5.0 \text{ A} \times (60 \times 38 + 36) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.12 \text{ mol} \xleftarrow{\text{左負に同じ}}$$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？

⑧

陽側から陰側への H^+ の移動量は？

⑦

$$\begin{aligned} \text{H}^+ : \text{Cl}^- &= 0.096 \text{ mol} : 0.024 \\ &= 4.0 : 1 \quad x = 4.0 \end{aligned}$$

問6の解答 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

問5の解答: $9.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$

【陰極室について】

最初の H^+ の物質量は？

② $1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60(\text{mol})$

【陽極室について】

陰極で起こる反応は？

③

発生した H_2 の物質量と体積は？

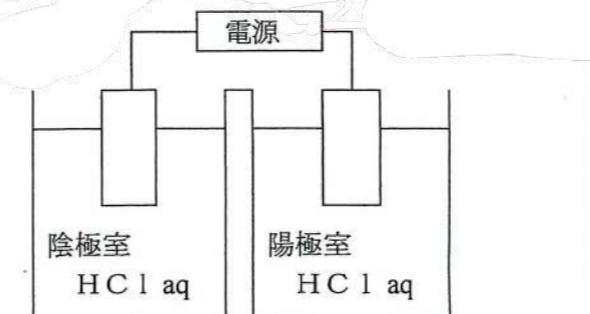
④

⑤ $2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] = 0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$
 $V = 0.739 \text{ L}$

問4の解答: $7.4 \times 10^{-1} \text{ L}$

電気分解後の H^+ の物質量は？

⑥



回路を流れた電子の物質量は？

①

$$\frac{5.0 \text{ A} \times (60 \times 38 + 36) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.12 \text{ mol} \leftarrow \text{左負に同じ}$$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？ 陽側から陰側への H^+ の移動量は？

⑧

⑦

$$\begin{aligned} \text{H}^+ : \text{Cl}^- &= 0.096 \text{ mol} : 0.024 \\ &= 4.0 : 1 \quad x = 4.0 \end{aligned}$$

問6の解答 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

問5の解答: $9.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$

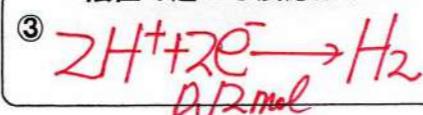
【陰極室について】

最初の H^+ の物質量は？

$$\textcircled{2} \quad 1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60 \text{ mol}$$

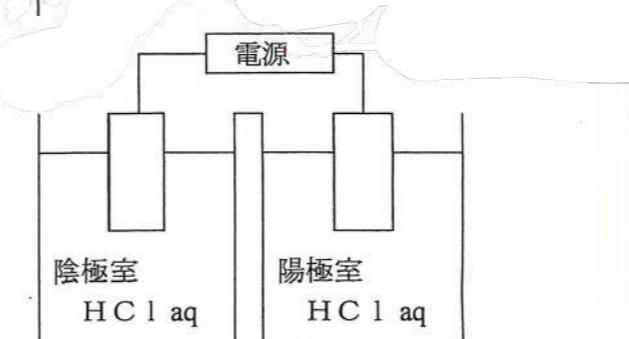
【陽極室について】

陰極で起こる反応は？

発生した H_2 の物質量と体積は？ $\textcircled{4}$

$$\textcircled{5} \quad 2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] = 0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$$

$$V = 0.739 \text{ L}$$

問4の解答: $7.4 \times 10^{-1} \text{ L}$ 電気分解後の H^+ の物質量は？ $\textcircled{6}$ 

回路を流れた電子の物質量は？

 $\textcircled{1}$

$$\frac{5.0 \text{ A} \times (60 \times 38 + 36) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.12 \text{ mol} \leftarrow \text{左側に記入}$$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？ $\textcircled{8}$ 陽側から陰側への H^+ の移動量は？ $\textcircled{7}$

$$\begin{aligned} \text{H}^+ : \text{Cl}^- &= 0.096 \text{ mol} : 0.024 \\ &= 4.0 : 1 \quad x = 4.0 \end{aligned}$$

問6の解答 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$ 問5の解答: $9.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$

【陰極室について】

最初の H^+ の物質量は？

$$\textcircled{2} \quad 1.0 \times \frac{6.00}{1000} = 0.060 \text{ mol}$$

陰極で起こる反応は？

発生した H_2 の物質量と体積は？

$$\textcircled{4} \quad 0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060 \text{ mol}$$

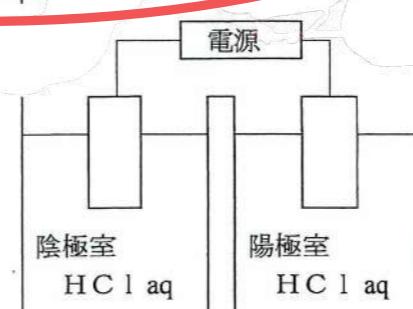
$$\begin{aligned} \textcircled{5} \quad 2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] &= \\ &0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^8 \\ &\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K} \\ &V = 0.739 \text{ L} \end{aligned}$$

問4の解答: $7.4 \times 10^{-1} \text{ L}$ 電気分解後の H^+ の物質量は？

⑥

【陽極室について】

本論とは
直接の関係はない。



回路を流れた電子の物質量は？

$$\textcircled{1} \quad \frac{5.0 \text{ A} \times (60 \times 38 + 36) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.12 \text{ mol} \leftarrow \text{左負に同じ}$$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？ 陽側から陰側への H^+ の移動量は？

⑧

$$\begin{aligned} \text{H}^+ : \text{Cl}^- &= 0.096 \text{ mol} : 0.024 \\ &= 4.0 : 1 \quad x = 4.0 \end{aligned}$$

問6の解答 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$ 問5の解答: $9.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$

【陰極室について】

最初の H^+ の物質量は？

$$\textcircled{2} \quad 1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60 \text{ mol}$$

陰極で起こる反応は？

発生した H_2 の物質量と体積は？

$$\textcircled{4} \quad 0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060 \text{ mol}$$

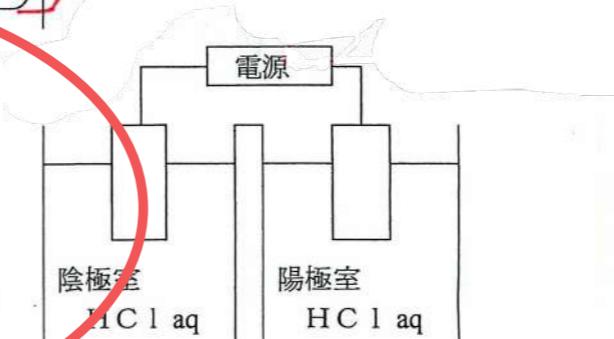
$$\begin{aligned} \textcircled{5} \quad 2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] &= \\ &0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \\ &\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K} \\ &V = 0.739 \text{ L} \end{aligned}$$

問4の解答: $7.4 \times 10^{-3} \text{ L}$ 電気分解後の H^+ の物質量は？

$$\textcircled{6} \quad \text{中和滴定により} \\ 1 \text{ 価} \times y \times \frac{40.0}{600} \\ = 1 \text{ 価} \times 1.0 \times \frac{38.4}{1000} \\ \therefore y = 0.576 \text{ mol}$$

【陽極室について】

本論とは
直接の関係はない。



回路を流れた電子の物質量は？

$$\textcircled{1} \quad \frac{5.0 \text{ A} \times (60 \times 38 + 36) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.12 \text{ mol} \quad \leftarrow \text{左側と同じ}$$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？ 陽側から陰側への H^+ の移動量は？

⑧

⑦

$$\begin{aligned} \text{H}^+ : \text{Cl}^- &= 0.096 \text{ mol} : 0.024 \\ &= 4.0 : 1 \quad x = 4.0 \end{aligned}$$

問6の解答 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$ 問5の解答: $9.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$

【陰極室について】

最初の H^+ の物質量は？

② $1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60 \text{ mol}$

陰極で起こる反応は？

発生した H_2 の物質量と体積は？

④ $0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060 \text{ mol}$

⑤ $2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] = 0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$
 $V = 0.739 \text{ L}$

問4の解答: $7.4 \times 10^{-1} \text{ L}$ 電気分解後の H^+ の物質量は？

⑥ 中和滴定式
 $1 \text{ 倍} \times 4 \times \frac{40.0}{600} = 1 \text{ 倍} \times 1.0 \times \frac{38.4}{1000}$
 $\therefore g = 0.576 \text{ mol}$

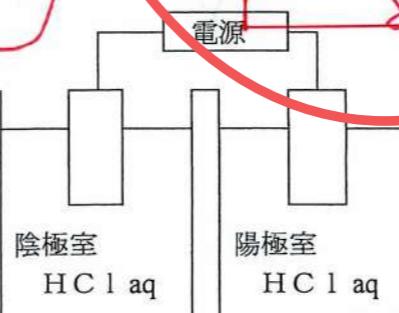
回路を流れた電子の物質量は？

① $\frac{5.0 \text{ A} \times (60 \times 38 + 36) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.12 \text{ mol} \leftarrow \text{左負に回り}$

【陽極室について】

⑦ $0.60 \text{ mol} \text{ あた}$ ⑦ $0.12 \text{ mol} \text{ あた}$

本論とは
~~直接の関係はない。~~

⑦ 0.576 mol ~~まことに~~陰側から陽側への Cl^- の移動量は？ 陽側から陰側への H^+ の移動量は？

⑧

$$\begin{aligned} \text{H}^+ : \text{Cl}^- &= 0.096 \text{ mol} : 0.024 \\ &= 4.0 : 1 \quad x = 4.0 \end{aligned}$$

問6の解答 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

⑦

問5の解答: $9.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$

【陰極室について】

最初の H^+ の物質量は？

$$② 1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60 \text{ mol}$$

陰極で起こる反応は？

$$③ 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$$

$$0.12 \text{ mol}$$

発生した H_2 の物質量と体積は？

$$④ 0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060 \text{ mol}$$

問4の解答: $7.4 \times 10^{-1} \text{ L}$

電気分解後の H^+ の物質量は？

$$⑥ \text{中和滴定式}$$

$$\text{1瓶} \times 4 \times \frac{40.0}{600} = 1\text{瓶} \times 1.0 \times \frac{38.4}{1000}$$

$$\therefore y = 0.576 \text{ mol}$$

回路を流れた電子の物質量は？

$$① \frac{5.0 \text{ A} \times (60 \times 38 + 36) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.12 \text{ mol} \leftarrow \text{左負に回り}$$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？

$$⑧ \text{H}^+ : \text{Cl}^- = 0.096 \text{ mol} : 0.024 = 4.0 : 1 \quad x = 4.0$$

問6の解答 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

【陽極室について】

⑦ $0.60 \text{ mol} \text{ あた}$

⑦ $0.12 \text{ mol} \text{ あた}$

本論とは直接の関係はない。

⑦ 互に 0.576 mol すりこじ

電源

問5の解答: $9.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$

⑦ $0.60 - 0.12 + z = 0.576$

$$z = 0.096 \text{ mol}$$

【陰極室について】

最初の H^+ の物質量は？

$$② 1.0 \times \frac{6.00}{1000} = 0.60 \text{ mol}$$

陰極で起こる反応は？



発生した H_2 の物質量と体積は？

$$④ 0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060 \text{ mol}$$

$$⑤ 2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] = 0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$$

$$V = 0.739 \text{ L}$$

問4の解答: $7.4 \times 10^{-1} \text{ L}$

電気分解後の H^+ の物質量は？

$$⑥ \text{中和滴定式}$$

$$1 \text{ 倍} \times y \times \frac{40.0}{60.0} = 1 \text{ 倍} \times 1.0 \times \frac{38.4}{1000}$$

$$\therefore y = 0.576 \text{ mol}$$

回路を流れた電子の物質量は？

$$① \frac{5.0 \text{ A} \times (60 \times 38 + 36) \text{ s}}{9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}} = 0.12 \text{ mol} \leftarrow \text{左側と同じ}$$

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？

$$⑧ 0.12 - 0.096 = 0.024 \text{ mol}$$

$$\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 0.096 \text{ mol} : 0.024 = 4.0 : 1 \quad x = 4.0$$

問6の解答 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

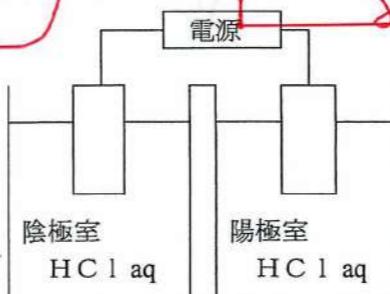
【陽極室について】

$$⑦ 0.60 \text{ mol あた}$$

$$⑦ 0.12 \text{ mol あた}$$

本論とは
直接の関係はない。

$$⑦ \text{ まことに } 0.576 \text{ mol でよい}$$

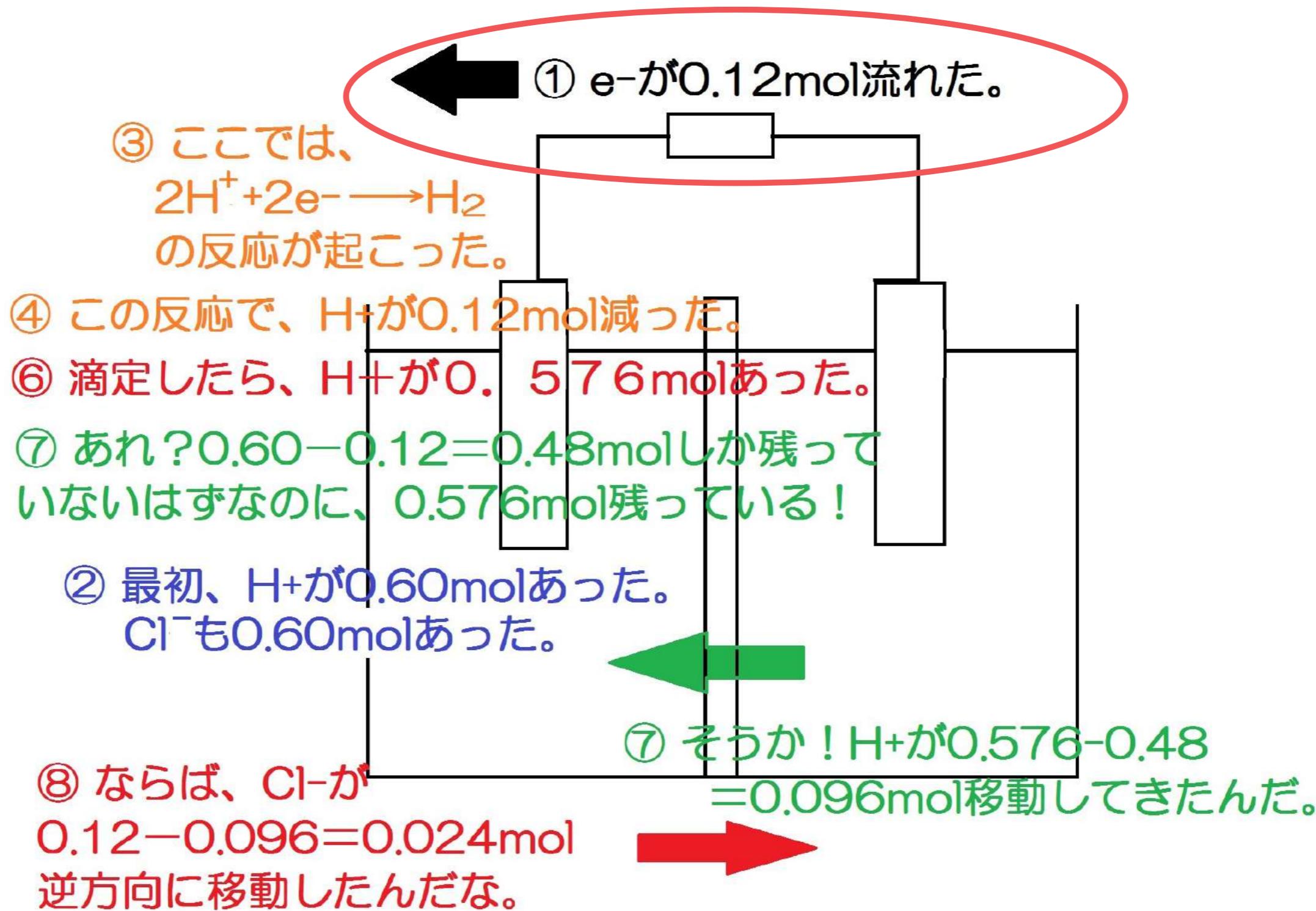


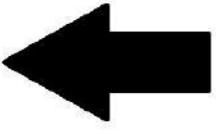
陽側から陰側への H^+ の移動量は？

$$⑦ 0.60 - 0.12 + 3 = 0.576$$

$$3 = 0.096 \text{ mol}$$

問5の解答: $9.6 \times 10^{-2} \text{ mol}$





① e-が0.12mol流れた。

③ ここでは、



の反応が起こった。

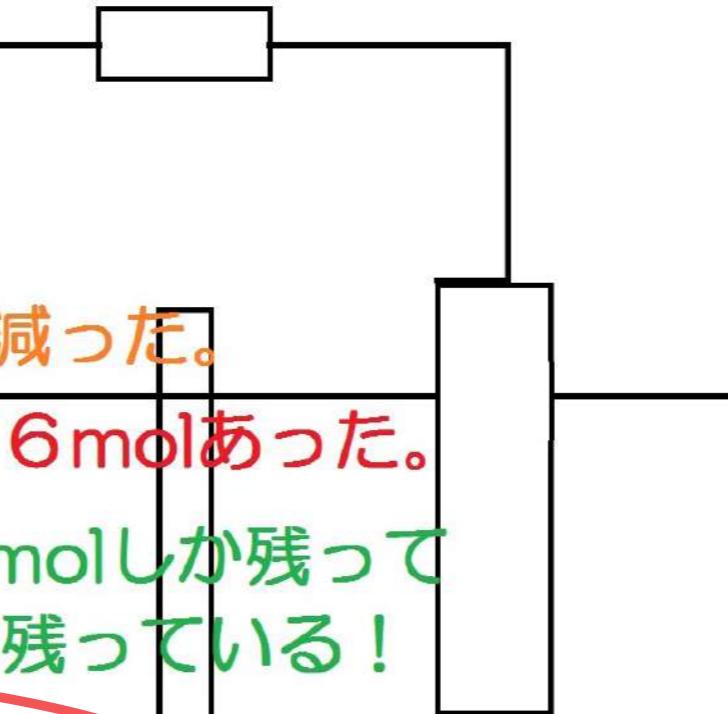
④ この反応で、 H^+ が0.12mol減った。

⑥ 滴定したら、 H^+ が0.576molあった。

⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48\text{mol}$ しか残って
いないはずなのに、0.576mol残っている！

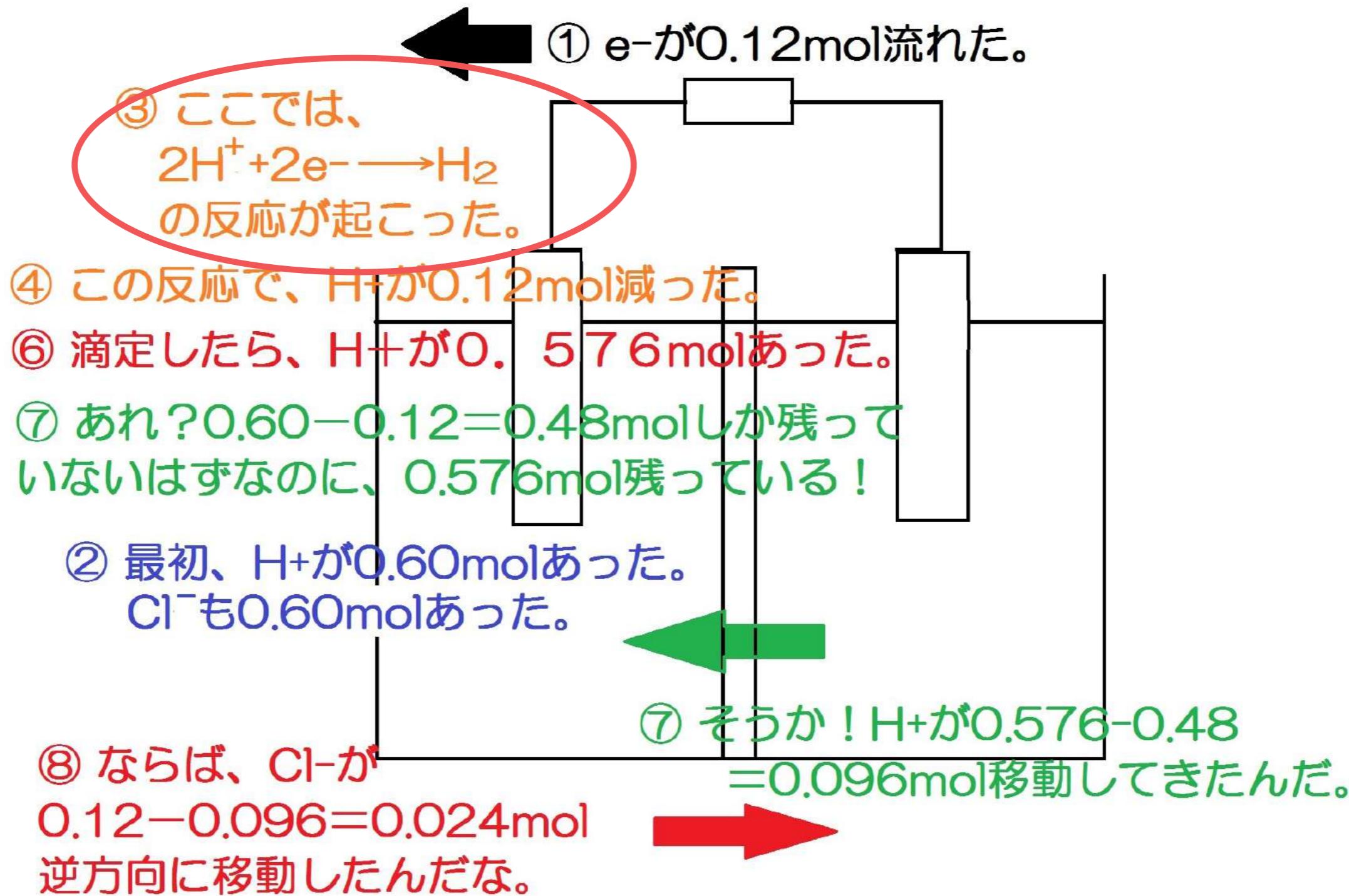
② 最初、 H^+ が0.60molあった。
 Cl^- も0.60molあった。

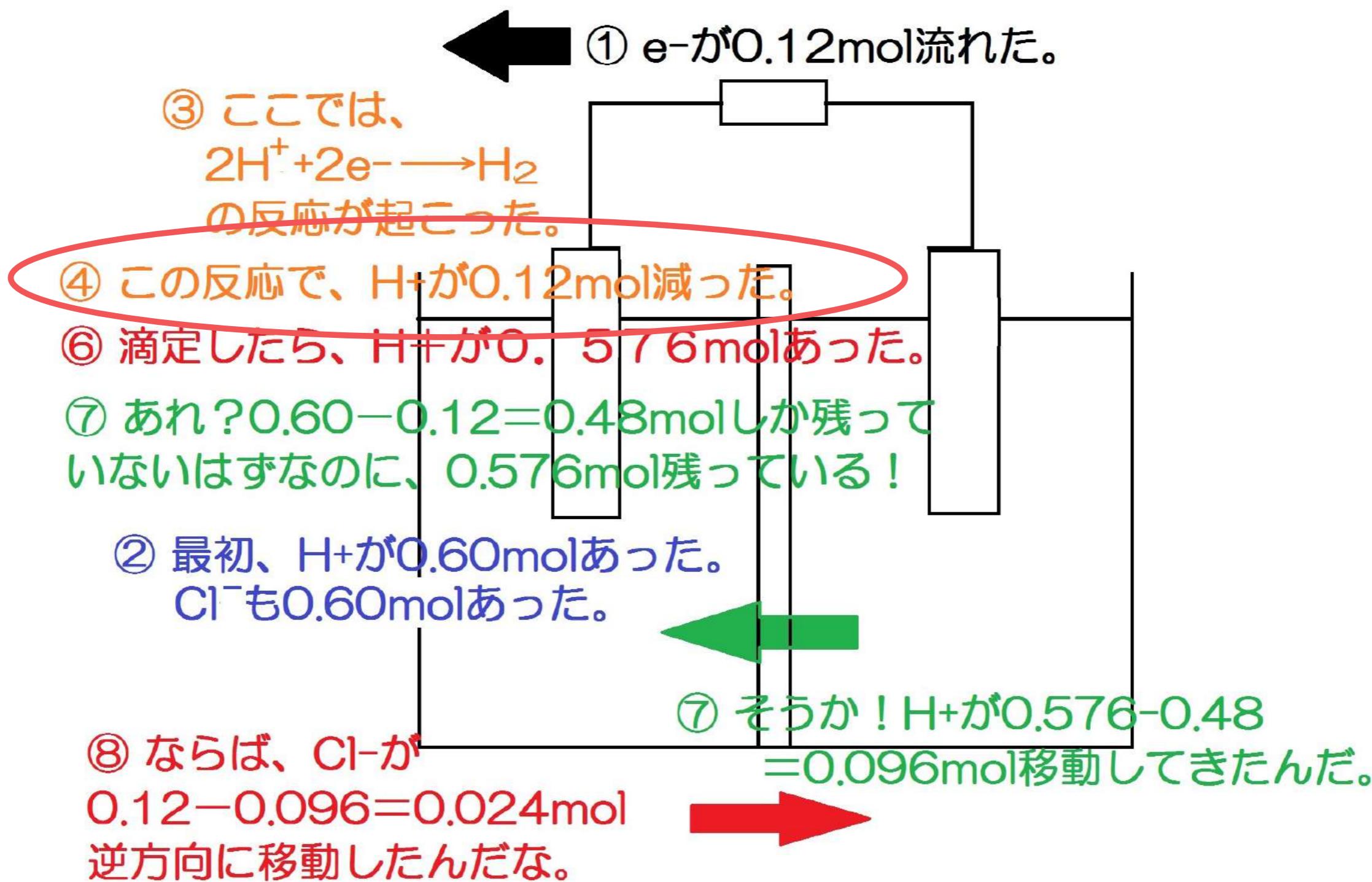
⑧ ならば、 Cl^- が
 $0.12 - 0.096 = 0.024\text{mol}$
逆方向に移動したんだな。

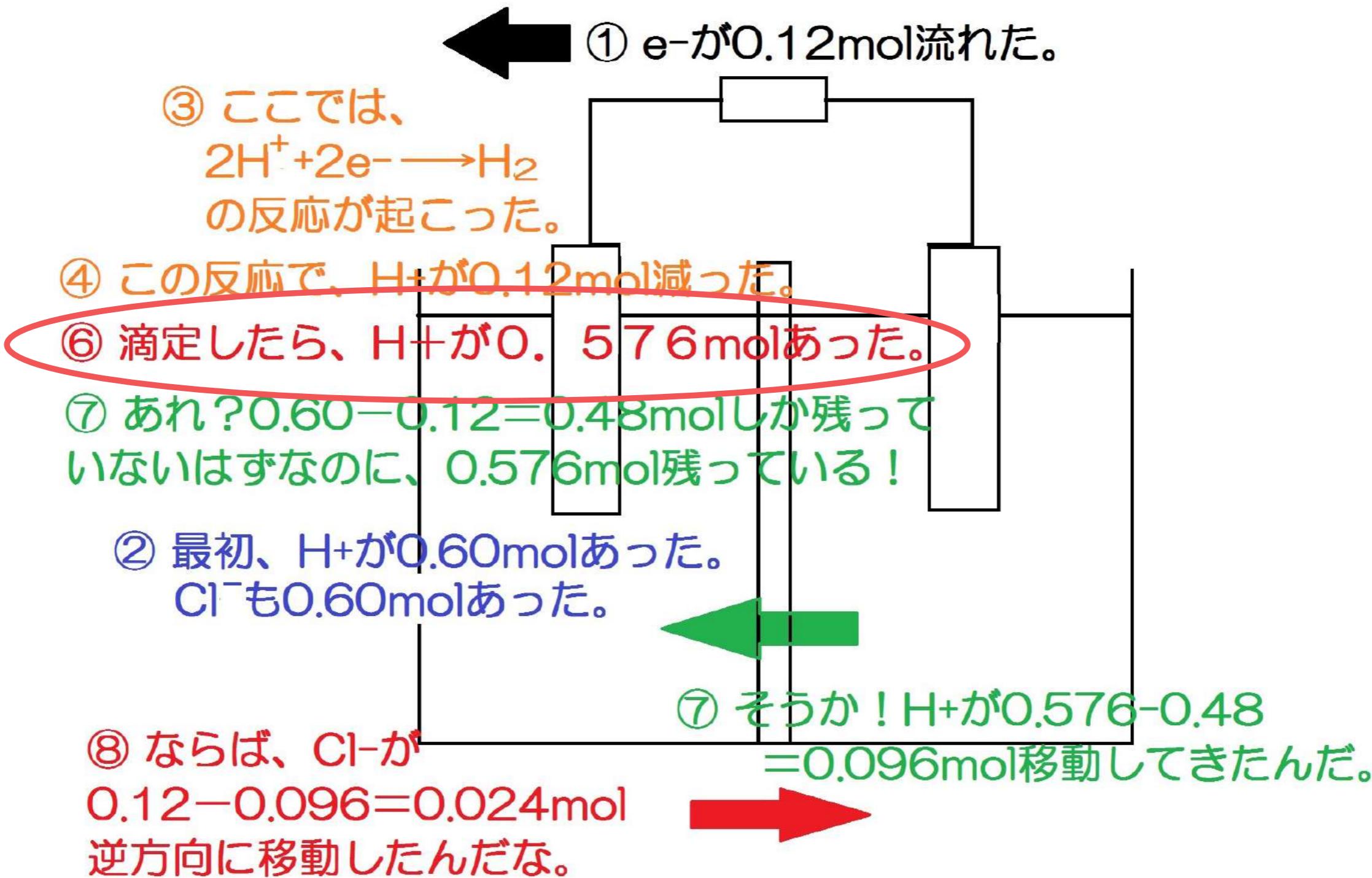


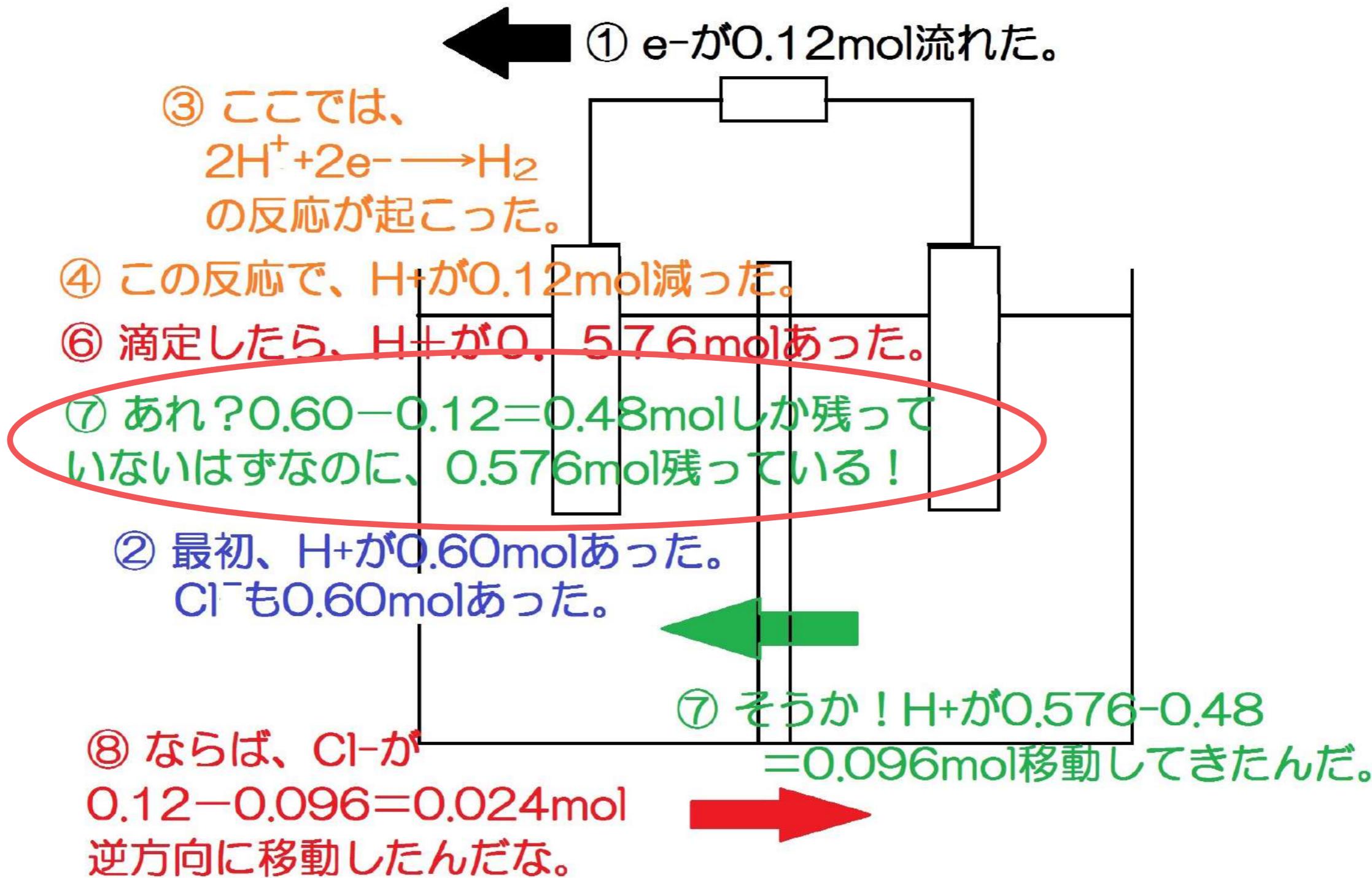
⑦ そうか！ H^+ が $0.576 - 0.48$
 $= 0.096\text{mol}$ 移動してきたんだ。











-
- ① e^- が 0.12mol 流れた。
- ③ ここでは、
 $2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$
の反応が起こった。
- ④ この反応で、 H^+ が 0.12mol 減った。
- ⑥ 滴定したら、 H^+ が 0.576mol あった。
- ⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48\text{mol}$ しか残って
いないはずなのに、 0.576mol 残っている！
- ② 最初、 H^+ が 0.60mol あった。
 Cl^- も 0.60mol あった。
- ⑧ ならば、 Cl^- が
 $0.12 - 0.096 = 0.024\text{mol}$
逆方向に移動したんだな。
- ⑦ そうか！ H^+ が $0.576 - 0.48$
 $= 0.096\text{mol}$ 移動してきたんだ。

