

Cl^- は0.072 mol増加が0.060 x 2 mol 減るので、
結局 Cl^- も $0.060 \times 2 - 0.072 = 0.048$ (mol) 減る。

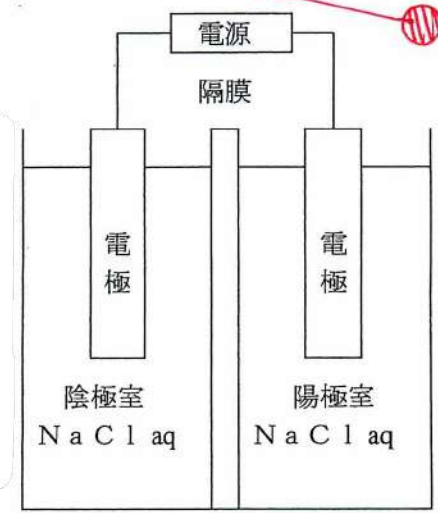
↑ 電荷にかかわるは Na^+ と Cl^- のみ
【陽極室について】

最初の NaCl の物質量は？
⑦ $1.0 \times \frac{600}{1000} = 0.60$ (mol)

陽極で起こる反応は？
⑧ $2Cl^- \rightarrow Cl_2 + 2e^-$

電気分解で発生した Cl_2 の物質量は？
⑨ $0.12 \times \frac{1}{2} = 0.060$ (mol)

問2の解答 (i) Cl_2 (ii) 6.0×10^{-2} mol



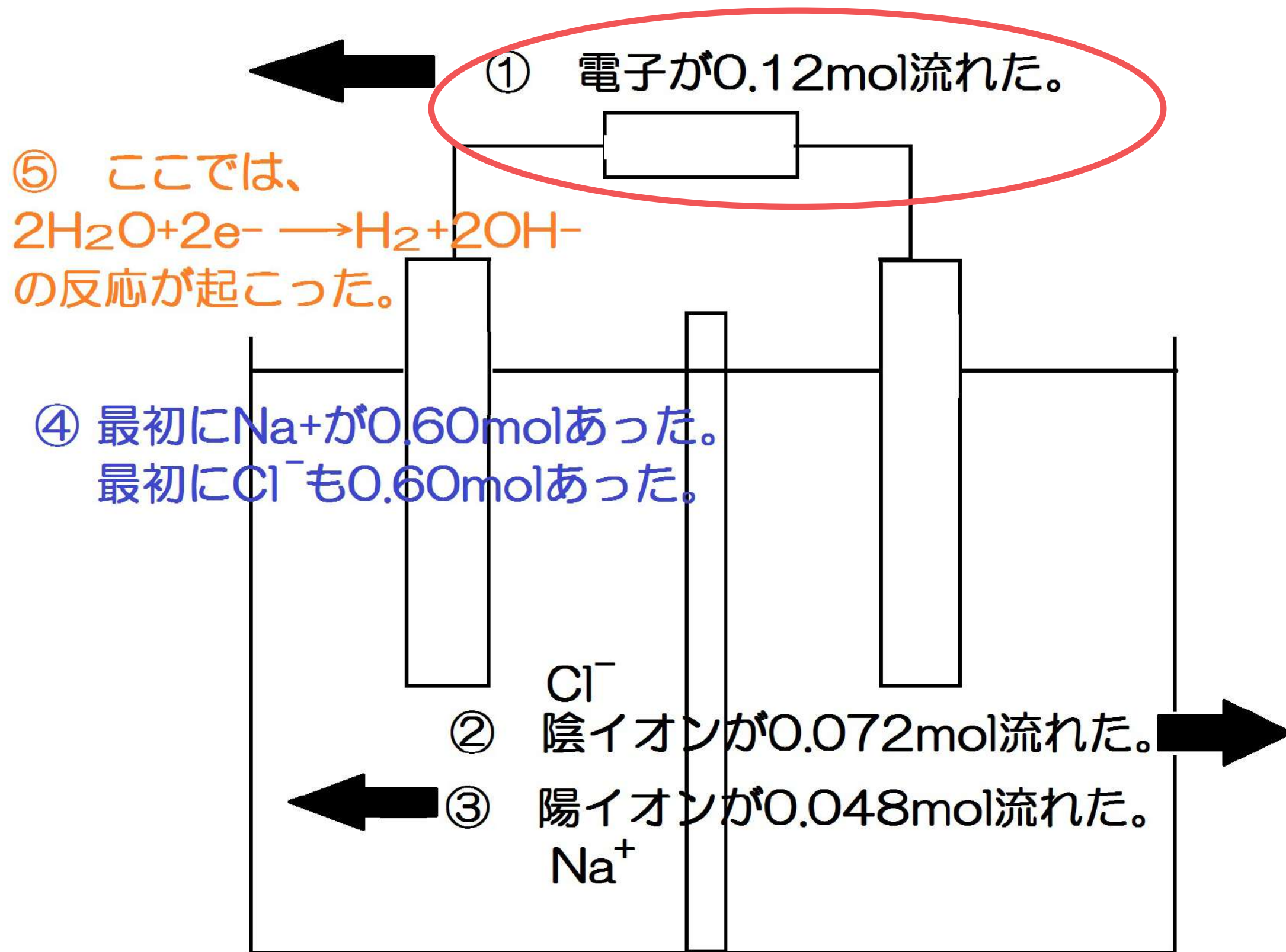
⊖ Na^+ が減るので、
 $NaCl$ も減りする。
電気分解後の

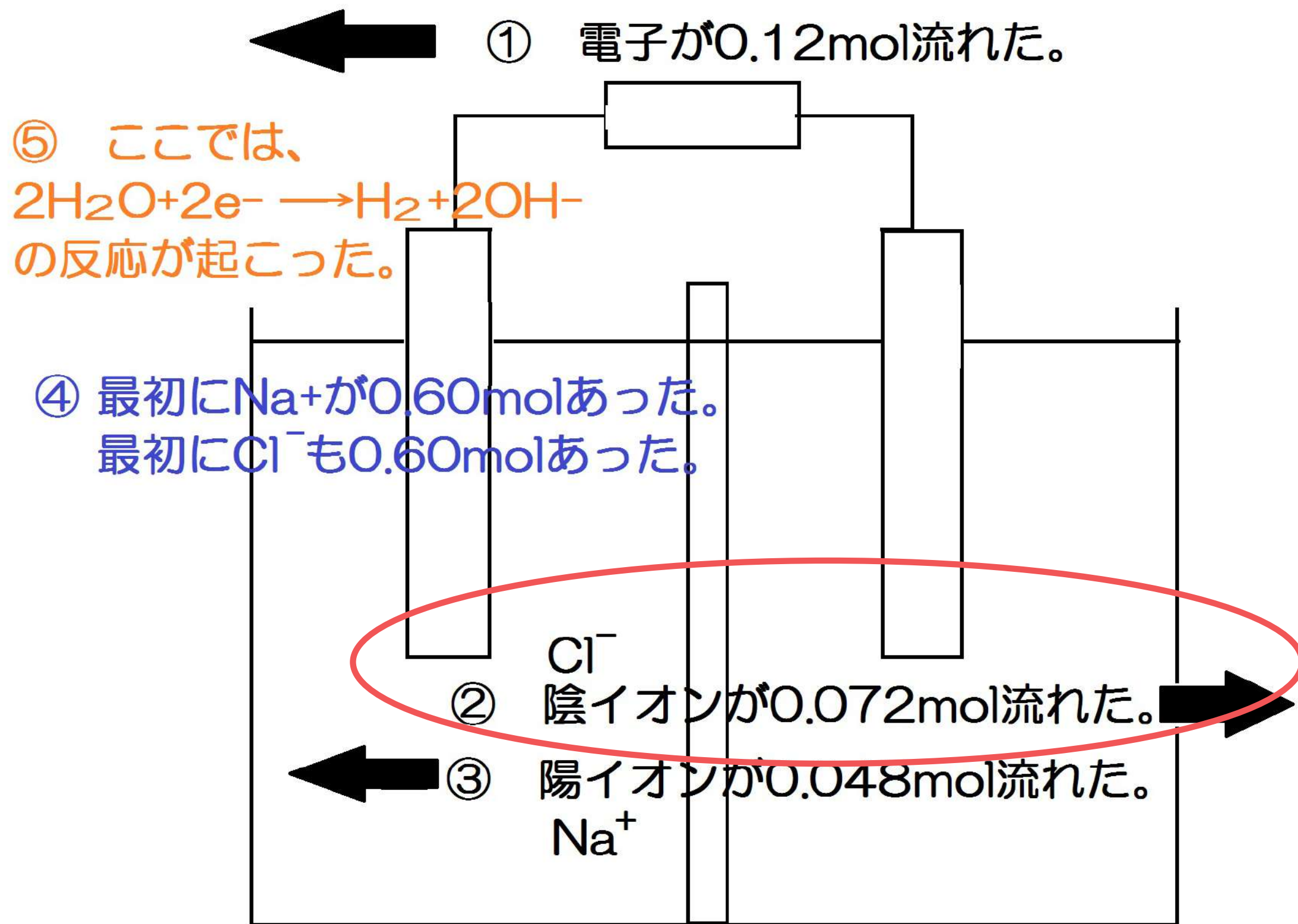
NaCl の物質量は？
⑩ $0.60 - 0.048 = 0.552$ (mol)
 $\frac{0.552}{\frac{600}{1000}} = 0.92$ (mol/L)

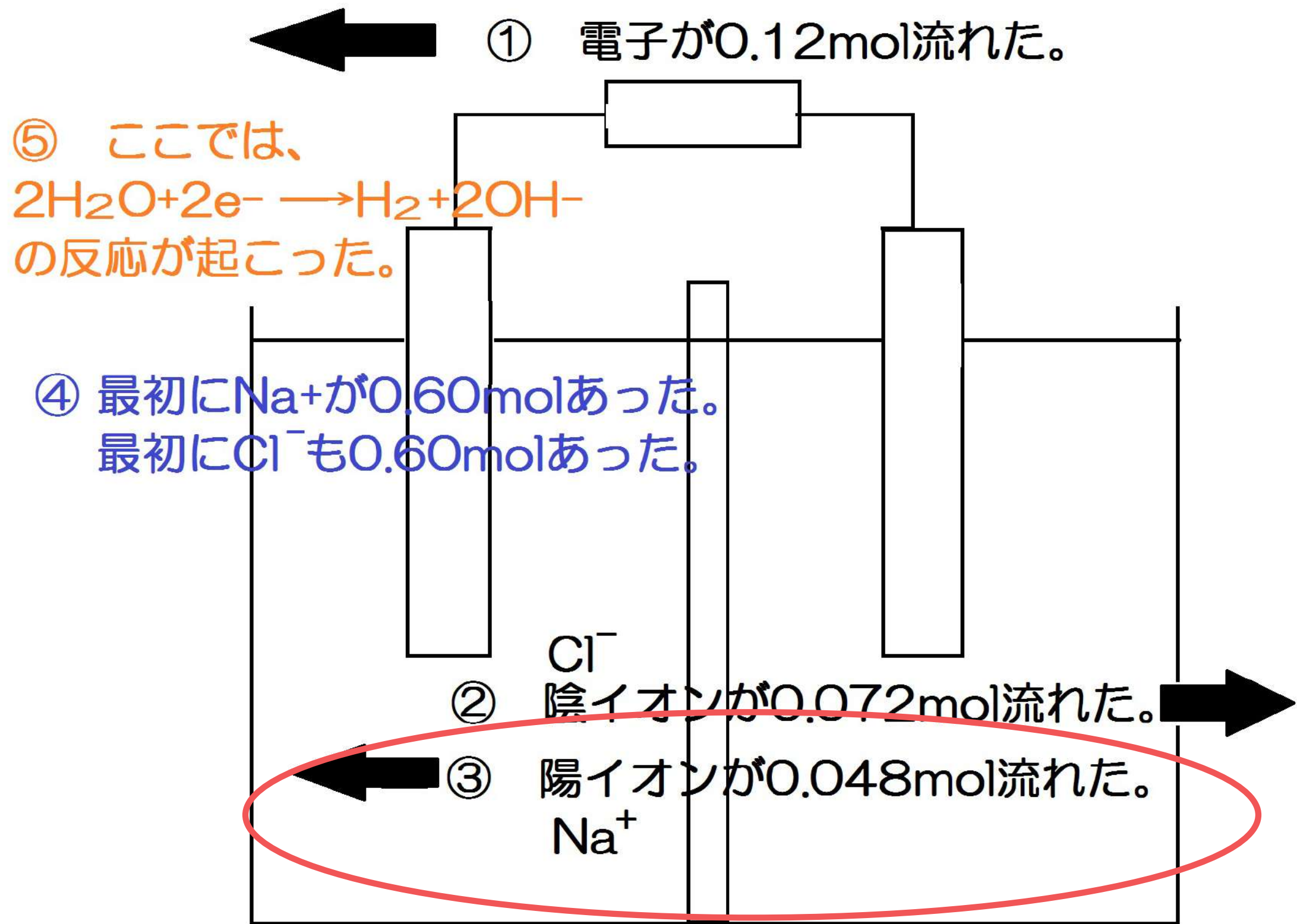
問3の解答: 9.2×10^{-2} mol/L

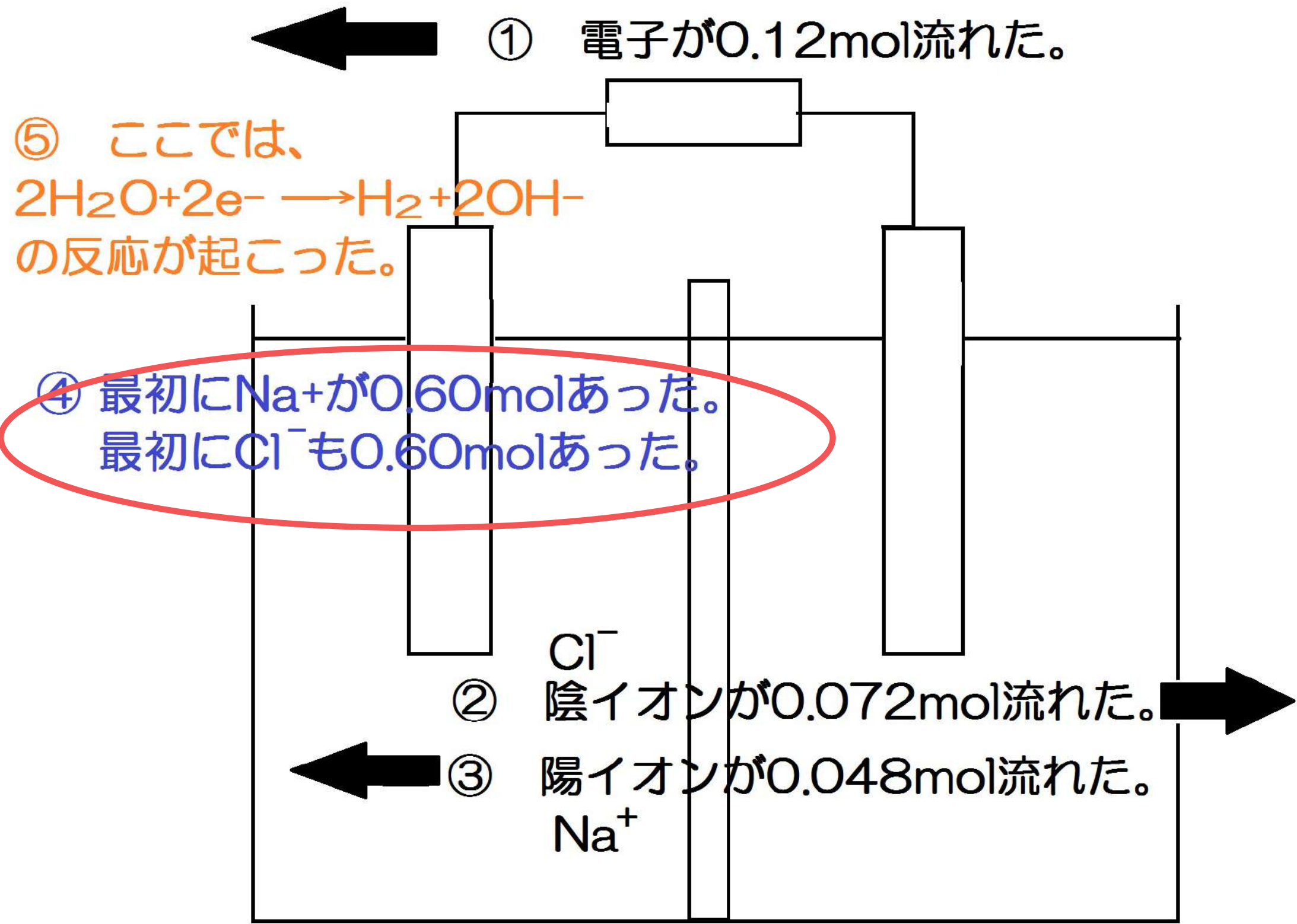
回路を流れた電子の物質量は？
① $e^-(mol) = \frac{A \times \text{秒}}{9.65 \times 10^4} = \frac{5.0 \times (60 \times 38 + 36)}{9.65 \times 10^4} = 0.12$ (mol)

陰側から陽側への Cl^- の移動量は？ 陽側から陰側への Na^+ の移動量は？
② $60\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{60}{100} = 0.072$ (mol) ③ $40\% \Rightarrow 0.12 \times \frac{40}{100} = 0.048$ (mol)











① 電子が0.12mol流れた。

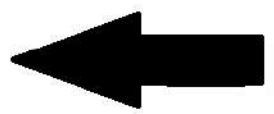
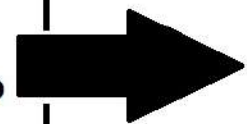


⑤ ここでは、
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
の反応が起こった。

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



② Cl^- 陰イオンが0.072mol流れた。



③ 陽イオンが0.048mol流れた。
 Na^+



① 電子が0.12mol流れた。

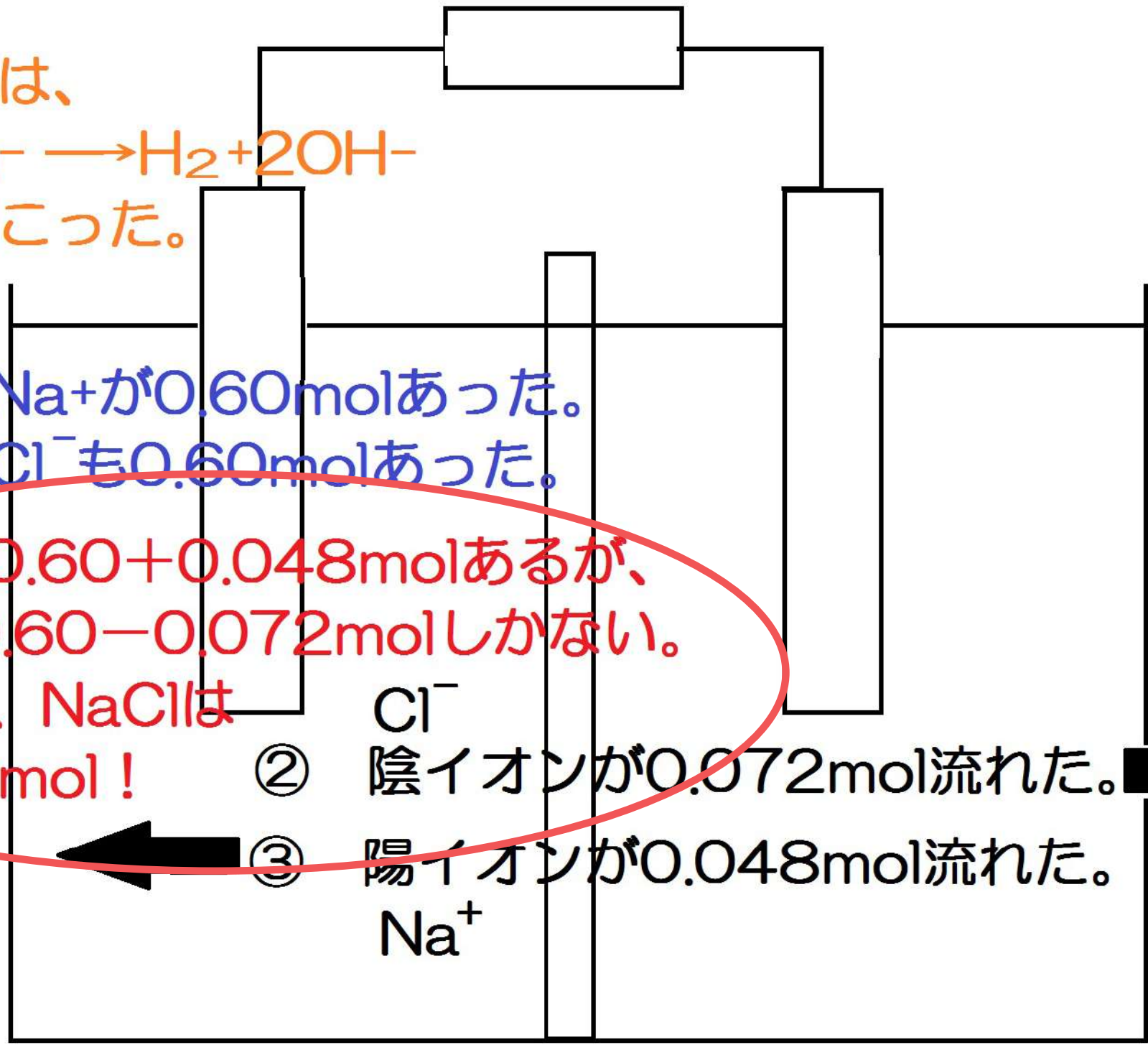
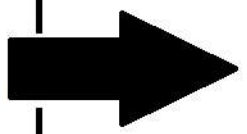
⑤ ここでは、
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
の反応が起こった。

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 !

② Cl^- 陰イオンが0.072mol流れた。

③ 陽イオンが0.048mol流れた。
 Na^+





① 電子が0.12mol流れた。

電源

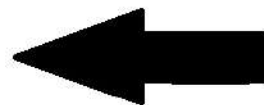
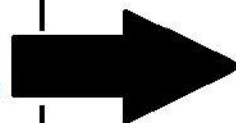
⑤ ここでは、
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
の反応が起こった。
(NaClの濃度には無関係)

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

⑦ 最初に Na^+ が0.60molあった。
最初に Cl^- も0.60molあった。

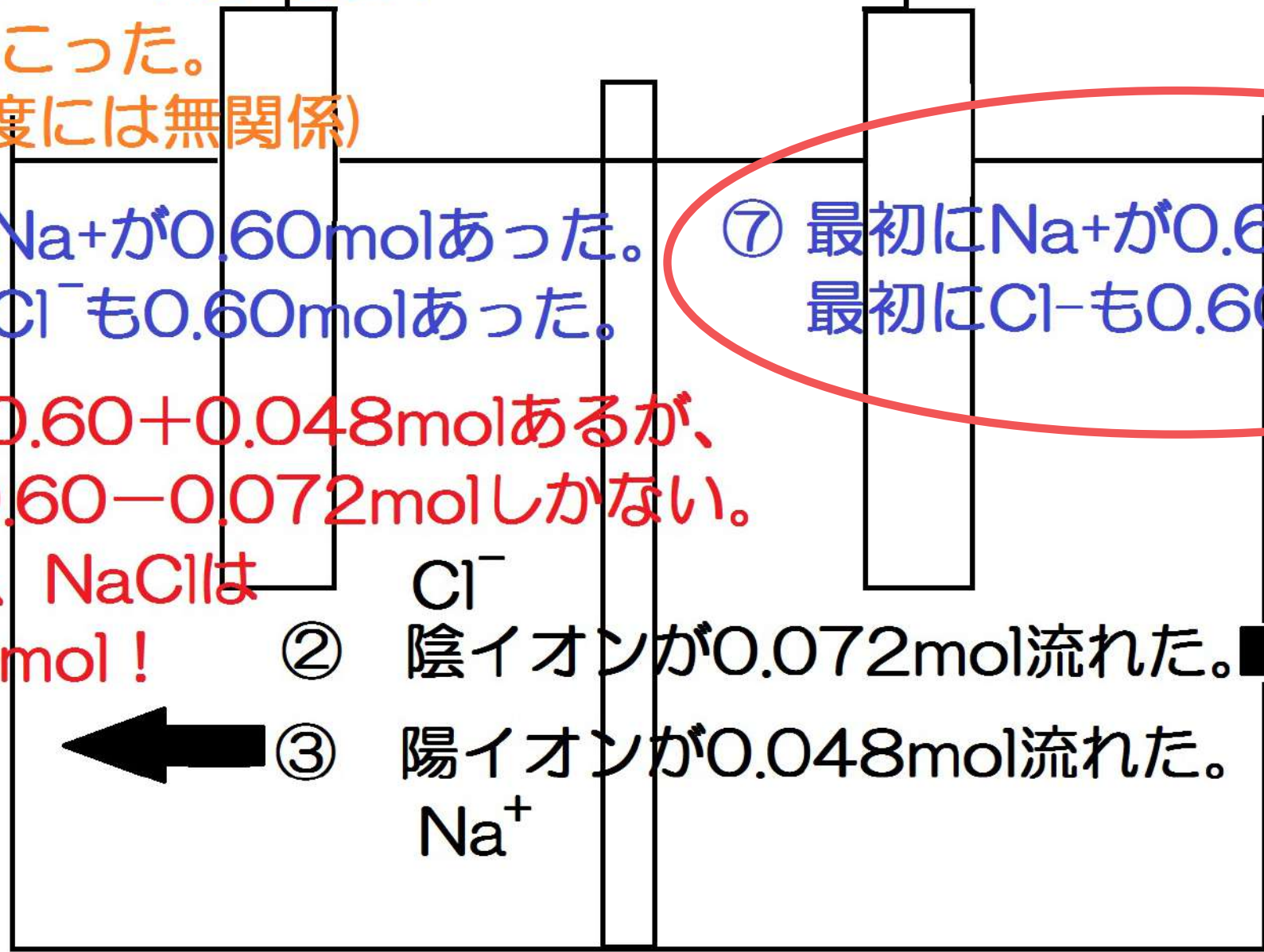
⑥ Na^+ は $0.60 + 0.048\text{mol}$ あるが、
 Cl^- が $0.60 - 0.072\text{mol}$ しかない。
よって、NaClは
0.528mol!

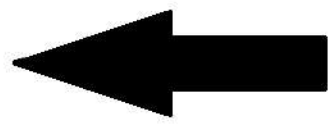
② 陰イオンが0.072mol流れた。



③ 陽イオンが0.048mol流れた。

Na^+





① 電子が0.12mol流れた。

電源

⑧ ここでは、
 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
の反応が起こった。

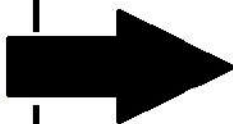
⑤ ここでは、
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
の反応が起こった。
(NaClの濃度には無関係)

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

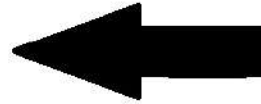
⑦ 最初に Na^+ が0.60molあった。
最初に Cl^- も0.60molあった。

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 !

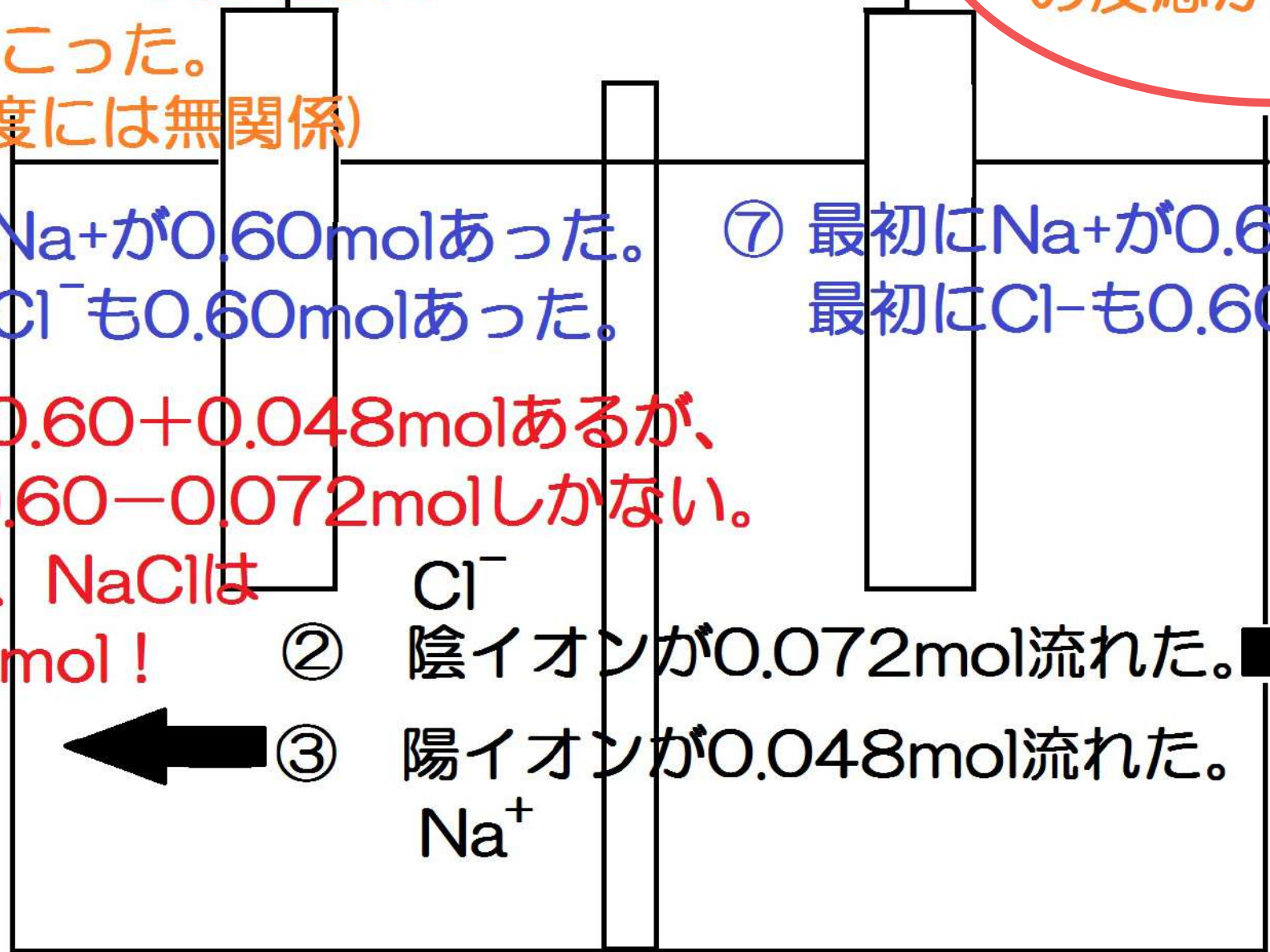
② 陰イオンが0.072mol流れた。

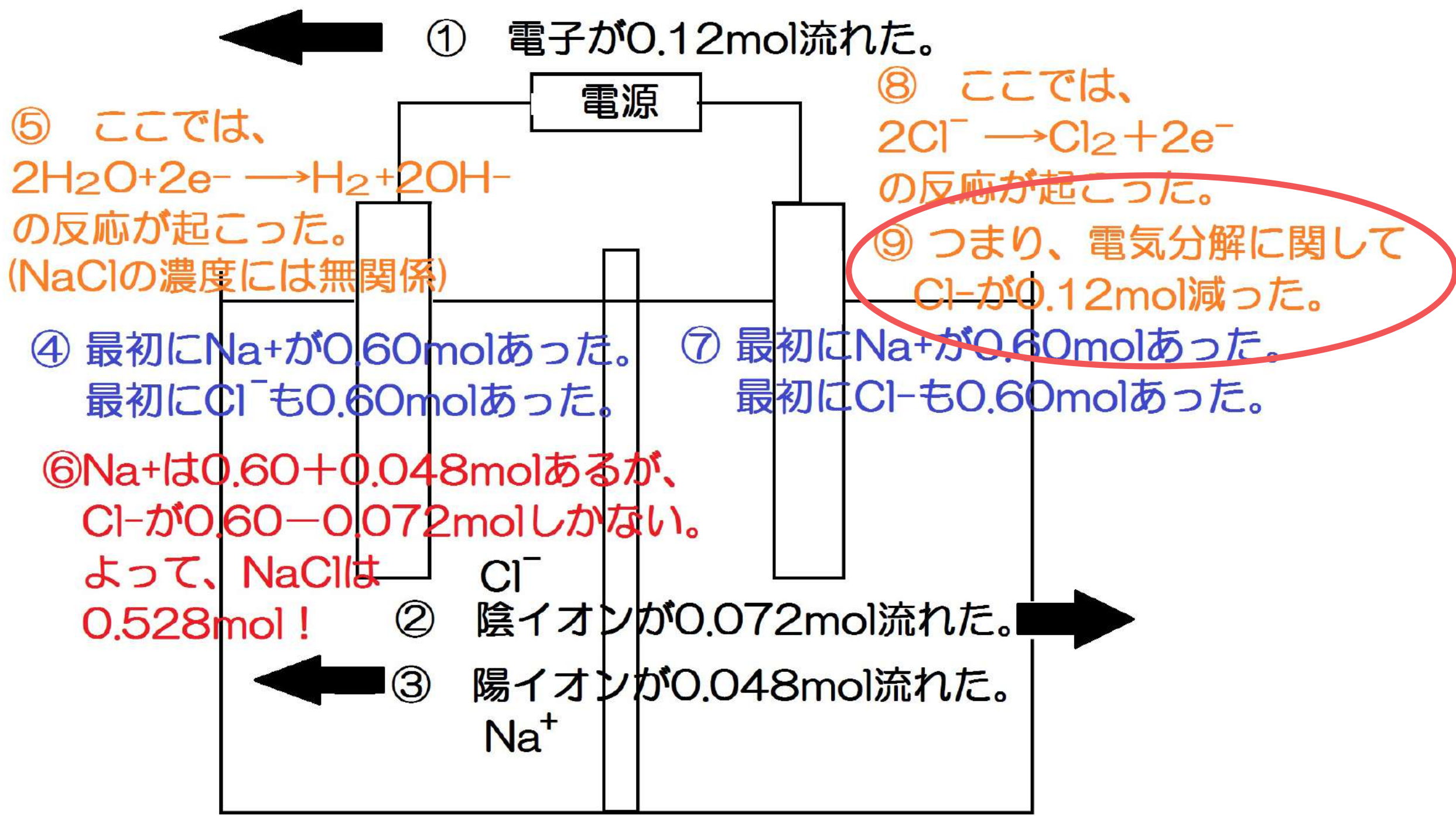


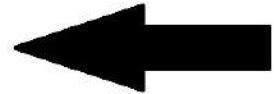
③ 陽イオンが0.048mol流れた。



Cl^-
 Na^+







① 電子が0.12mol流れた。



⑤ ここでは、
 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$
の反応が起こった。
(NaClの濃度には無関係)

⑧ ここでは、
 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
の反応が起こった。

⑨ つまり、電気分解に関して
Cl⁻が0.12mol減った。

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

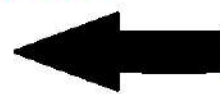
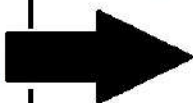
⑦ 最初にNa⁺が0.60molあった。
最初にCl⁻も0.60molあった。

⑥ Na⁺は0.60 + 0.048molあるが、
Cl⁻が0.60 - 0.072molしかない。
よって、NaClは
0.528mol!

⑩ 差し引き、Cl⁻は0.60 + 0.072 - 0.12
= 0.552molになり、Na⁺も
0.60 - 0.048 = 0.552molになった。

よって、NaClは
0.552mol!

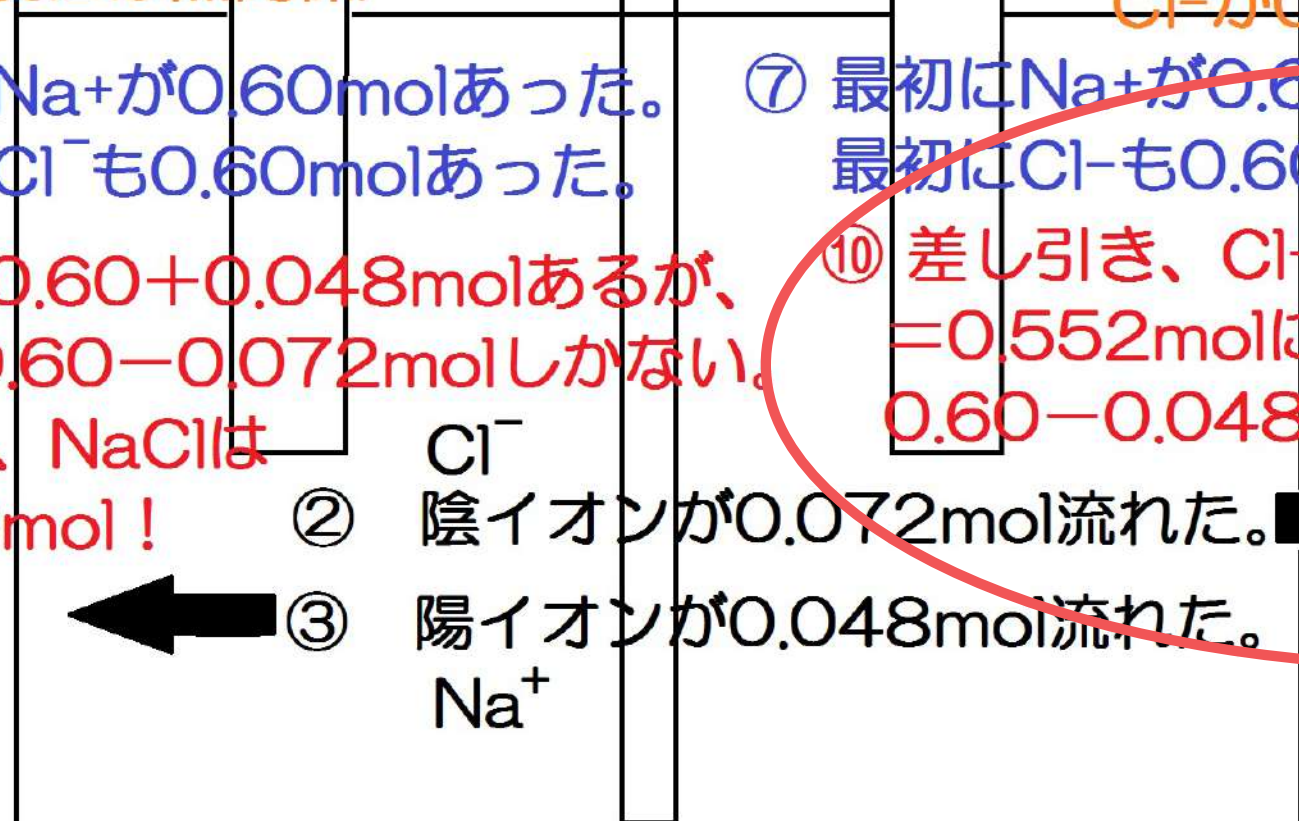
② 陰イオンが0.072mol流れた。



③ 陽イオンが0.048mol流れた。

Na⁺

Cl⁻



【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H₂の物質量と体積は？

④

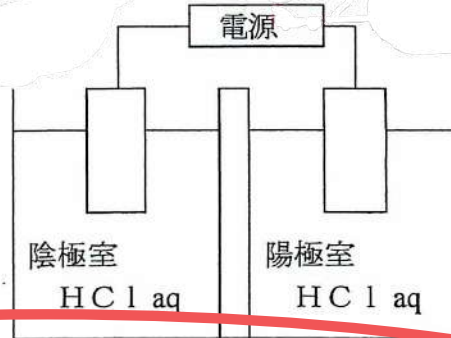
$$\begin{aligned} ⑤ \quad 2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] &= \\ &= 0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^8 \\ &\text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K} \\ &V = 0.739 \text{ L} \end{aligned}$$

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】



回路を流れた電子の物質量は？

①

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

陰側から陽側へのCl⁻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 H⁺ : Cl⁻ = 4.0 : 1

陽側から陰側へのH⁺の移動量は？

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

発生したH₂の物質量と体積は？

④

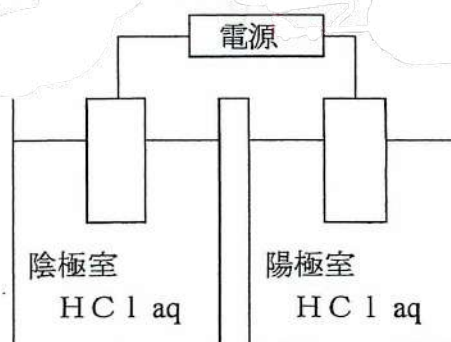
⑤ $2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] =$
 $0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^8$
 $\text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$
 $V = 0.739 \text{ L}$

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

【陽極室について】



回路を流れた電子の物質量は？

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

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 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

陽側から陰側へのH⁺の移動量は？

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？



発生したH₂の物質量と体積は？

④

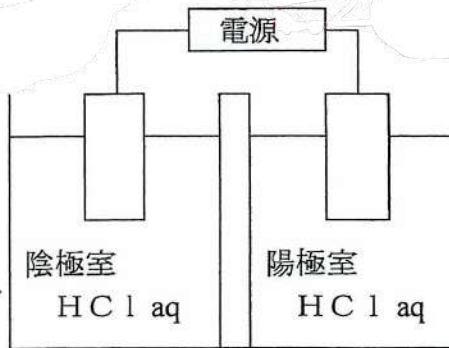
⑤ $2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V[\text{L}] =$
 $0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^3$
 $\text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$
 $V = 0.739 \text{ L}$

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

【陽極室について】



回路を流れた電子の物質量は？

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

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 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

陽側から陰側へのH⁺の移動量は？

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？



発生したH₂の物質量と体積は？

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

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

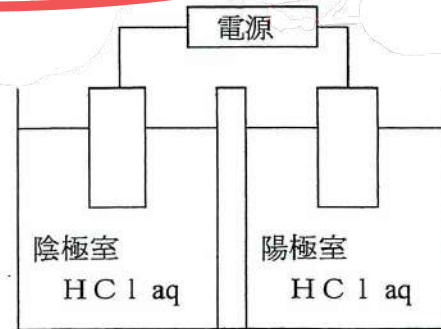
問4の解答: $7.4 \times 10^{-1} \text{ L}$

電気分解後のH⁺の物質量は？

⑥

【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？

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

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 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

陽側から陰側へのH⁺の移動量は？

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？



発生したH₂の物質量と体積は？

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

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

問4の解答: $7.4 \times 10^{-2} \text{ L}$

電気分解後のH⁺の物質量は？

⑥ 中和滴定
 $1 \text{ 体} \times y \times \frac{40.0}{600}$
 $= 1 \text{ 体} \times 1.0 \times \frac{38.4}{1000}$
 $\therefore y = 0.576 \text{ (mol)}$

回路を流れた電子の物質量は？

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

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？

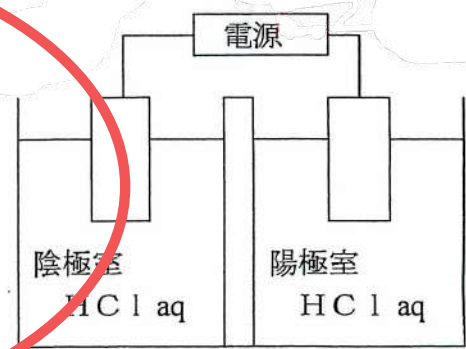
⑧ $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 0.096 \text{ mol} : 0.024$
 $= 4.0 : 1 \quad x = 4.0$

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

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

【陽極室について】

本論とは直接の関係はない。



【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H₂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
 $1 \text{ 両} \times y \times \frac{40.0}{600} = 1 \text{ 両} \times 1.0 \times \frac{38.4}{1000}$
 $\therefore y = 0.576 \text{ (mol)}$

回路を流れた電子の物質量は？

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

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 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

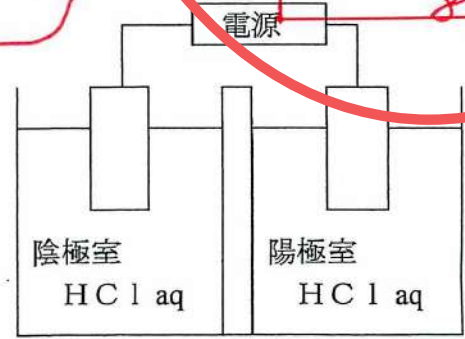
【陽極室について】

⑦ 0.60 mol 減った

⑦ 0.12 mol 減った

本論とは直接の関係はない。

⑦ なのに 0.576 mol 残っている



陽側から陰側へのH⁺の移動量は？

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？



発生したH₂の物質量と体積は？

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

⑤ $2.02 \times 10^5 \text{ Pa} \times V \text{ (L)} = 0.060 \text{ mol} \times 8.3 \times 10^8 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) \times 300 \text{ K}$
 $V = 0.739 \text{ L}$

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
 $1.0 \times y \times \frac{40.0}{600} = 1.0 \times 1.0 \times \frac{38.4}{1000}$
 $\therefore y = 0.576 \text{ (mol)}$

回路を流れた電子の物質量は？

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

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 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

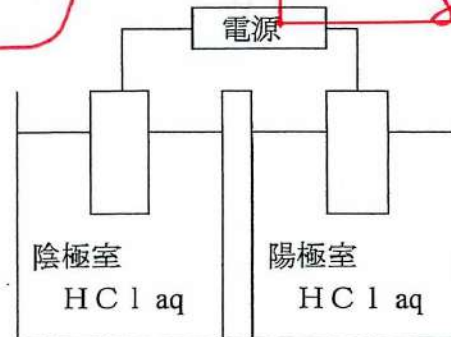
【陽極室について】

⑦ 0.60 mol 減った

⑦ 0.12 mol 減った

本論とは直接の関係はない。

⑦ 互のに 0.576 mol 残っている



陽側から陰側へのH⁺の移動量は？

⑦ $0.60 - 0.12 + z = 0.576$
 $z = 0.096 \text{ (mol)}$

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H₂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
 $1 \text{ 価} \times y \times \frac{40.0}{600} = 1 \text{ 価} \times 1.0 \times \frac{38.4}{1000}$
 $\therefore y = 0.576 \text{ (mol)}$

回路を流れた電子の物質量は？

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

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 $\text{H}^+ : \text{Cl}^- = 4.0 : 1$

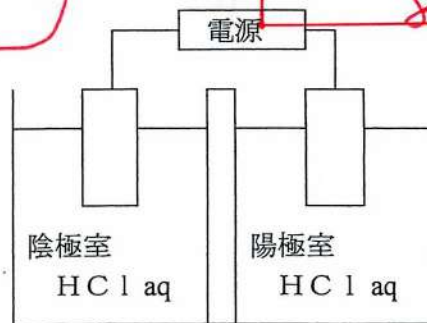
【陽極室について】

⑦ 0.60 mol 減った

⑦ 0.12 mol 減った

本論とは直接の関係はない。

⑦ 0.576 mol 残っている



陽側から陰側へのH⁺の移動量は？

⑦ $0.60 - 0.12 + z = 0.576$
 $z = 0.096 \text{ (mol)}$

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、
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
の反応が起こった。

④ この反応で、 H^+ が0.12mol減った。

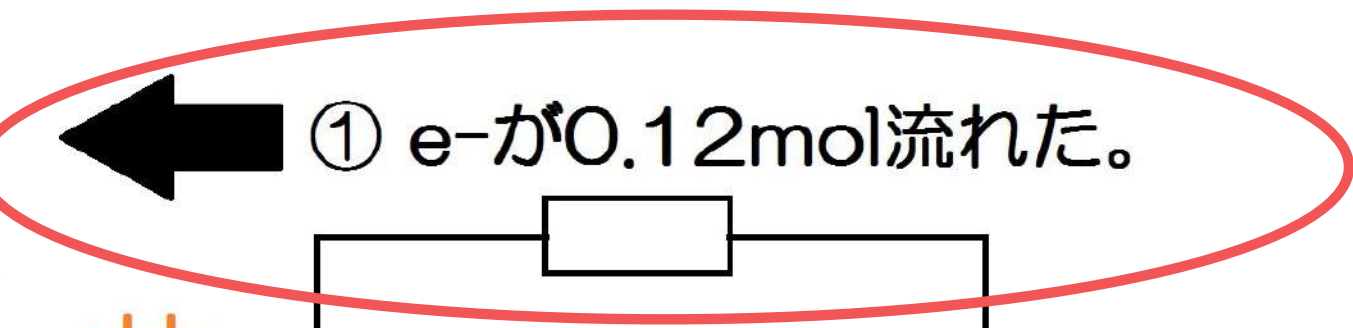
⑥ 滴定したら、 H^+ が0.576molあった。

⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48$ 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
 $0.12 - 0.096 = 0.024$ mol
逆方向に移動したんだな。

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



① e^- が0.12mol流れた。

③ ここでは、
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
の反応が起こった。

④ この反応で、 H^+ が0.12mol減った。

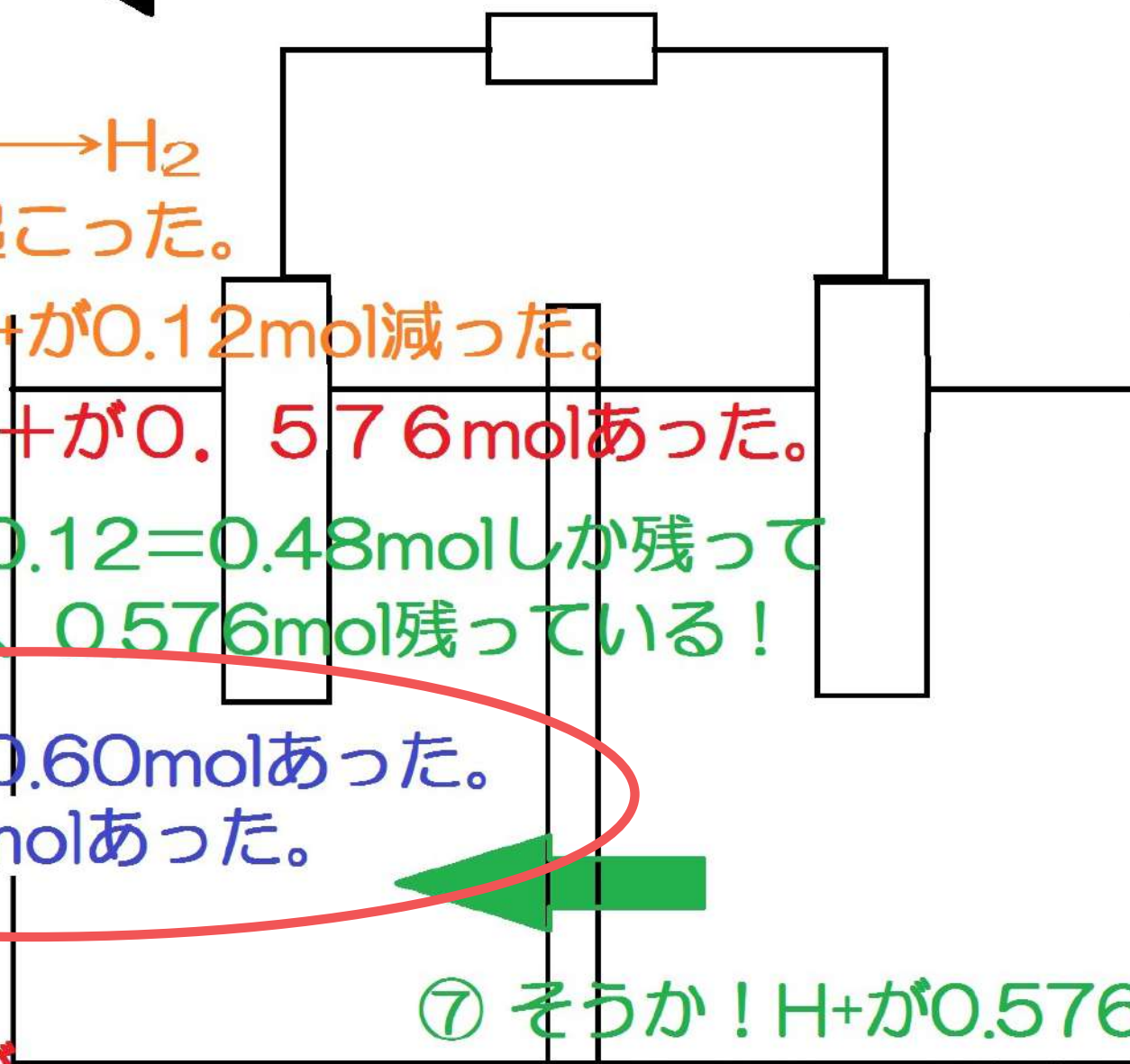
⑥ 滴定したら、 H^+ が0.576molあった。

⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48$ 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
 $0.12 - 0.096 = 0.024$ mol
逆方向に移動したんだな。

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



① e^- が0.12mol流れた。

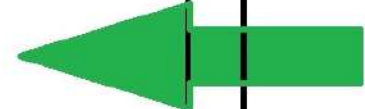
③ ここでは、
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
の反応が起こった。

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。

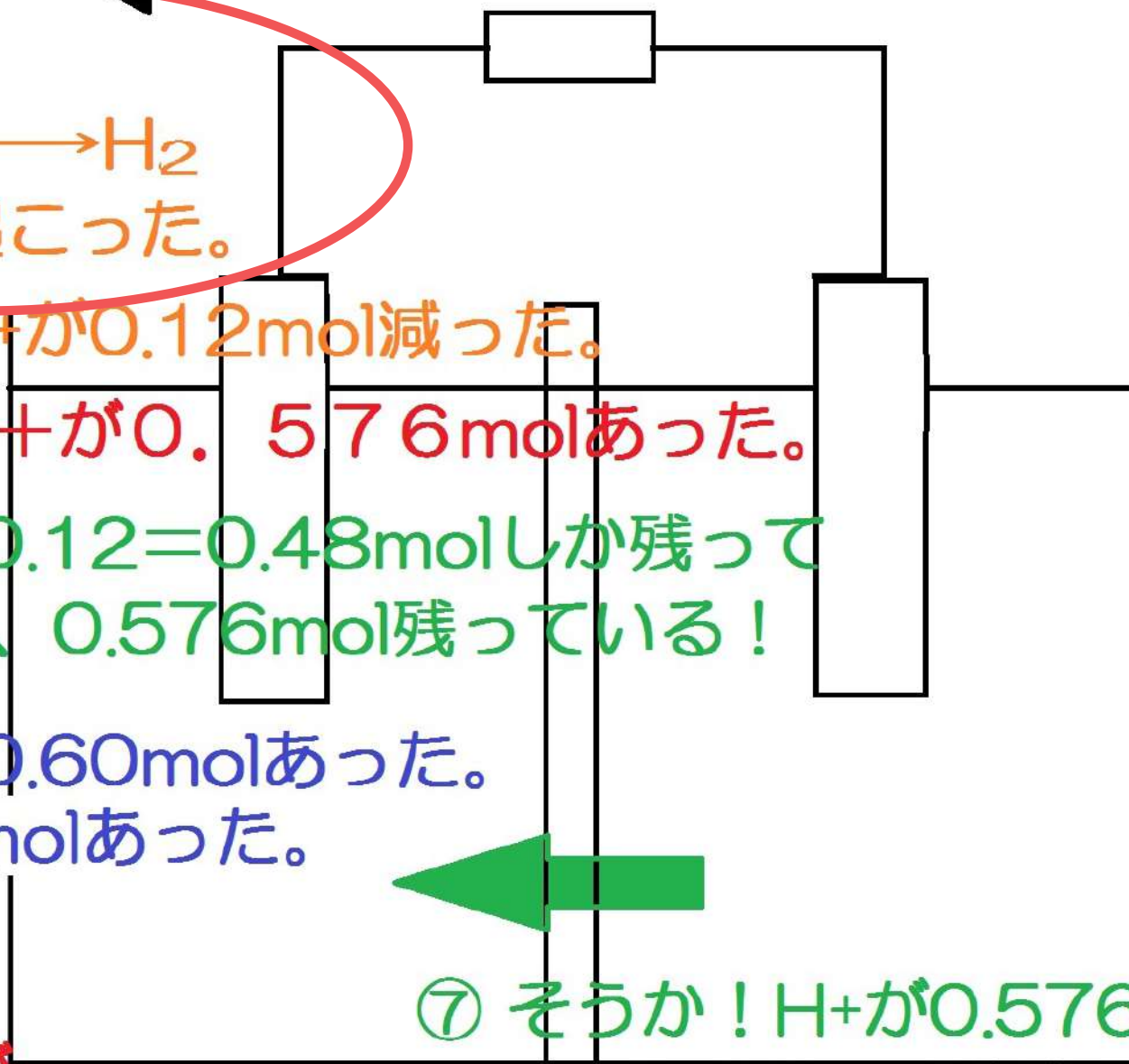
⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48$ molしか残っていないはずなのに、0.576mol残っている！

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



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

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



① e^- が0.12mol流れた。

③ ここでは、
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
の反応が起こった。

④ この反応で、 H^+ が0.12mol減った。

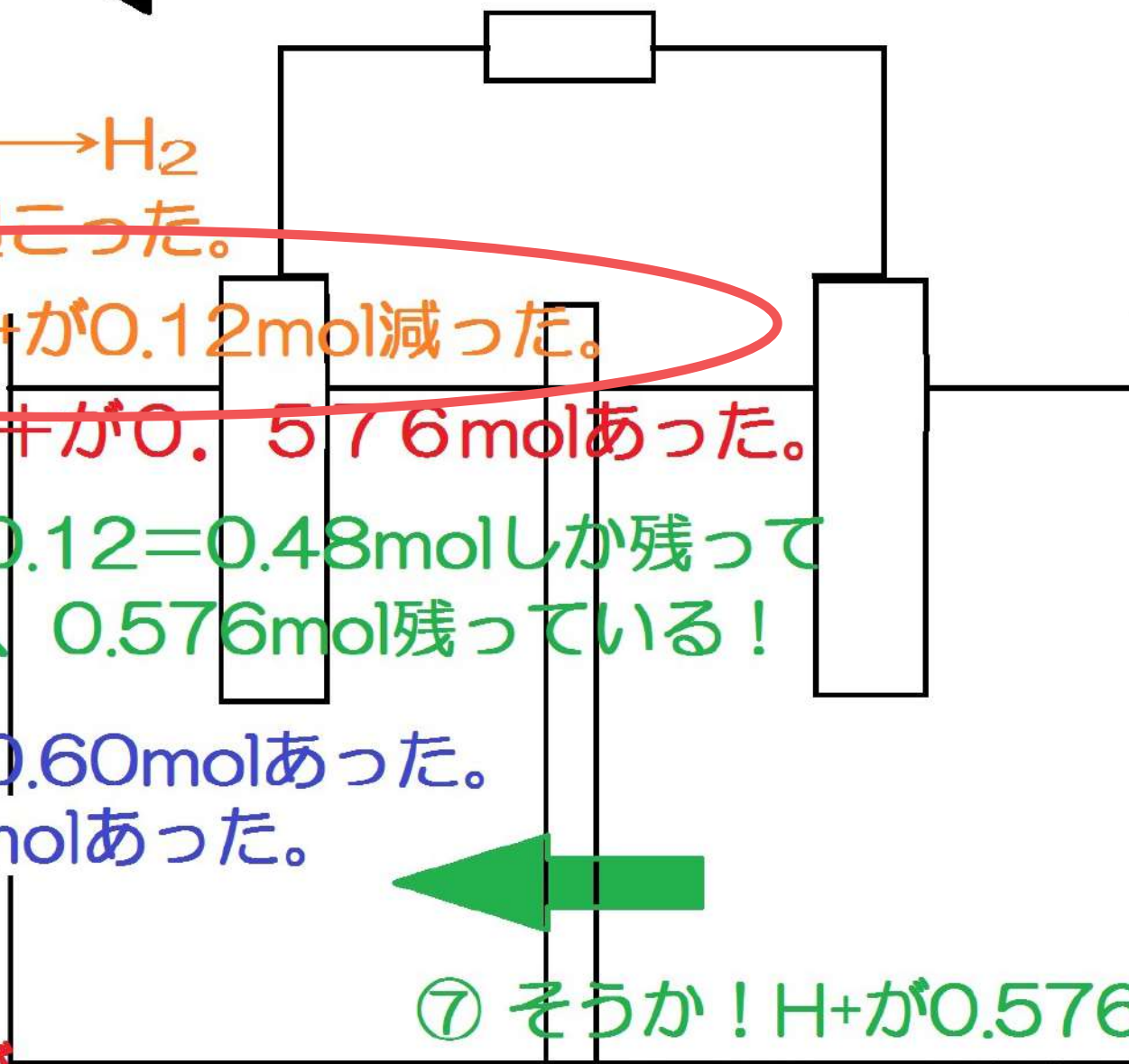
⑥ 滴定したら、 H^+ が0.576molあった。

⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48$ 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
 $0.12 - 0.096 = 0.024$ mol
逆方向に移動したんだな。

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



① e^- が0.12mol流れた。

③ ここでは、
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
の反応が起こった。

④ この反応で、 H^+ が0.12mol減った。

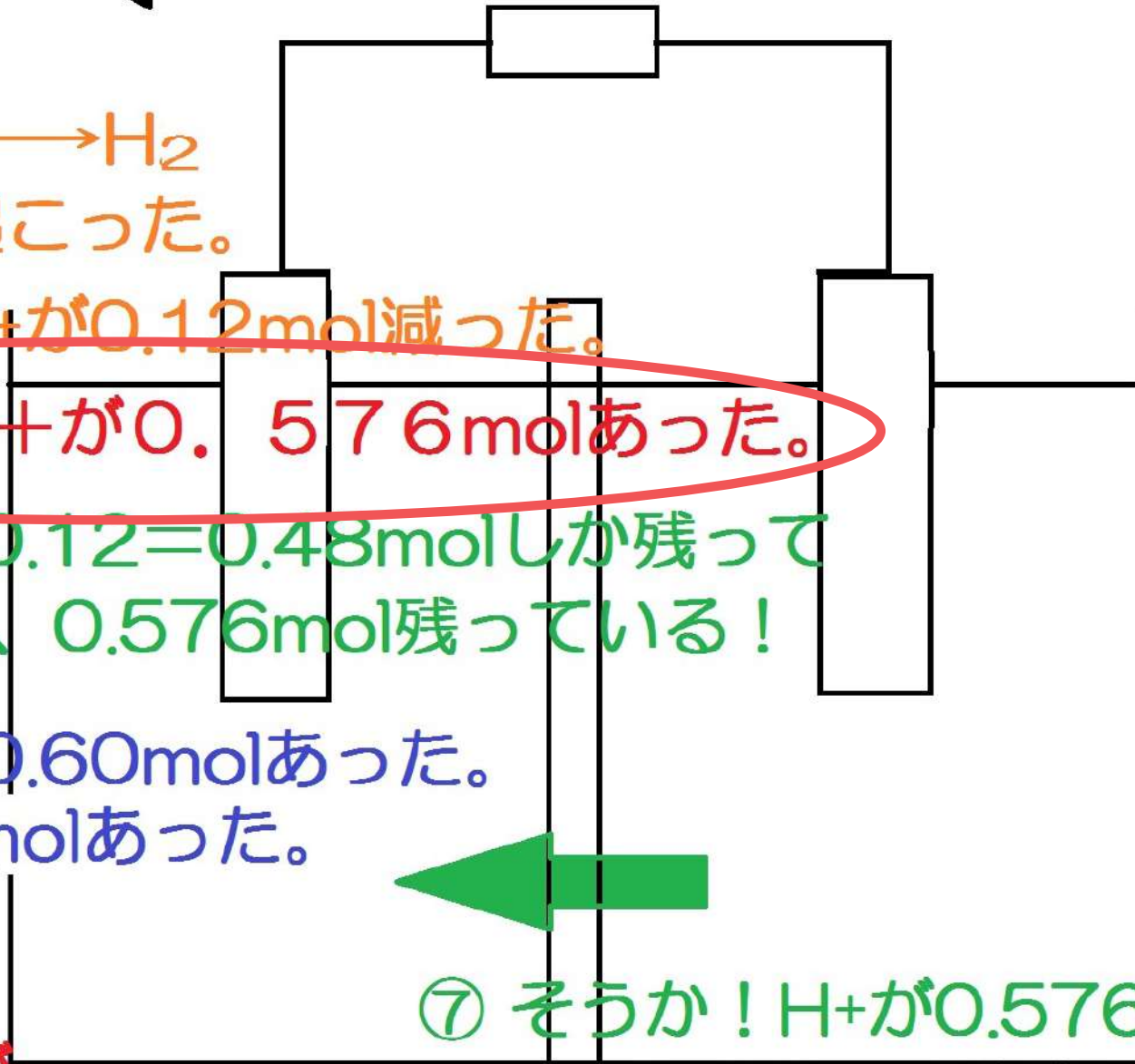
⑥ 滴定したら、 H^+ が0.576molあった。

⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48$ 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
 $0.12 - 0.096 = 0.024$ mol
逆方向に移動したんだな。

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



① e^- が0.12mol流れた。

③ ここでは、
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
の反応が起こった。

④ この反応で、 H^+ が0.12mol減った。

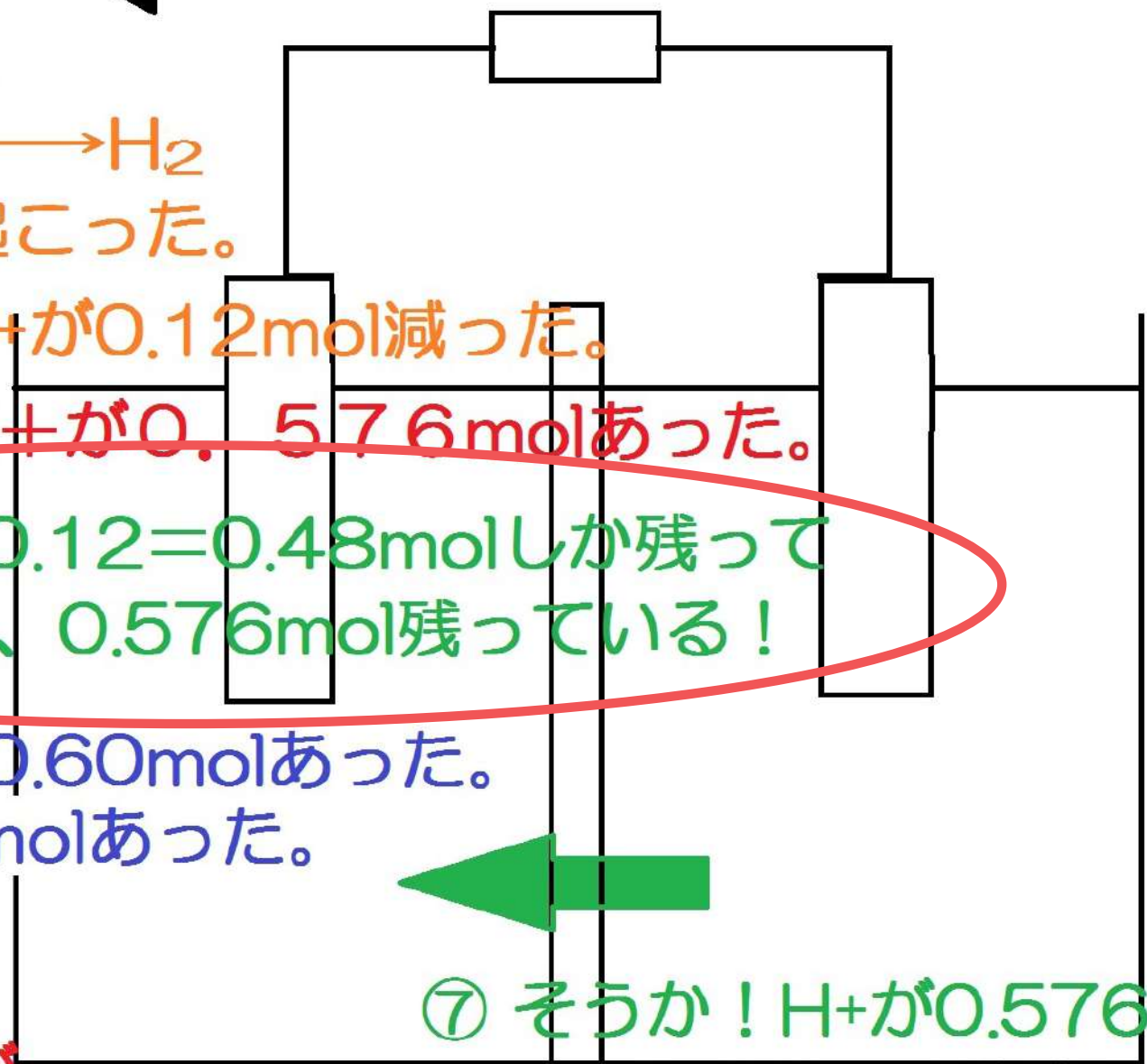
⑥ 滴定したら、 H^+ が0.576molあった。

⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48$ 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
 $0.12 - 0.096 = 0.024$ mol
逆方向に移動したんだな。

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



① e^- が0.12mol流れた。

③ ここでは、
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
の反応が起こった。

④ この反応で、 H^+ が0.12mol減った。

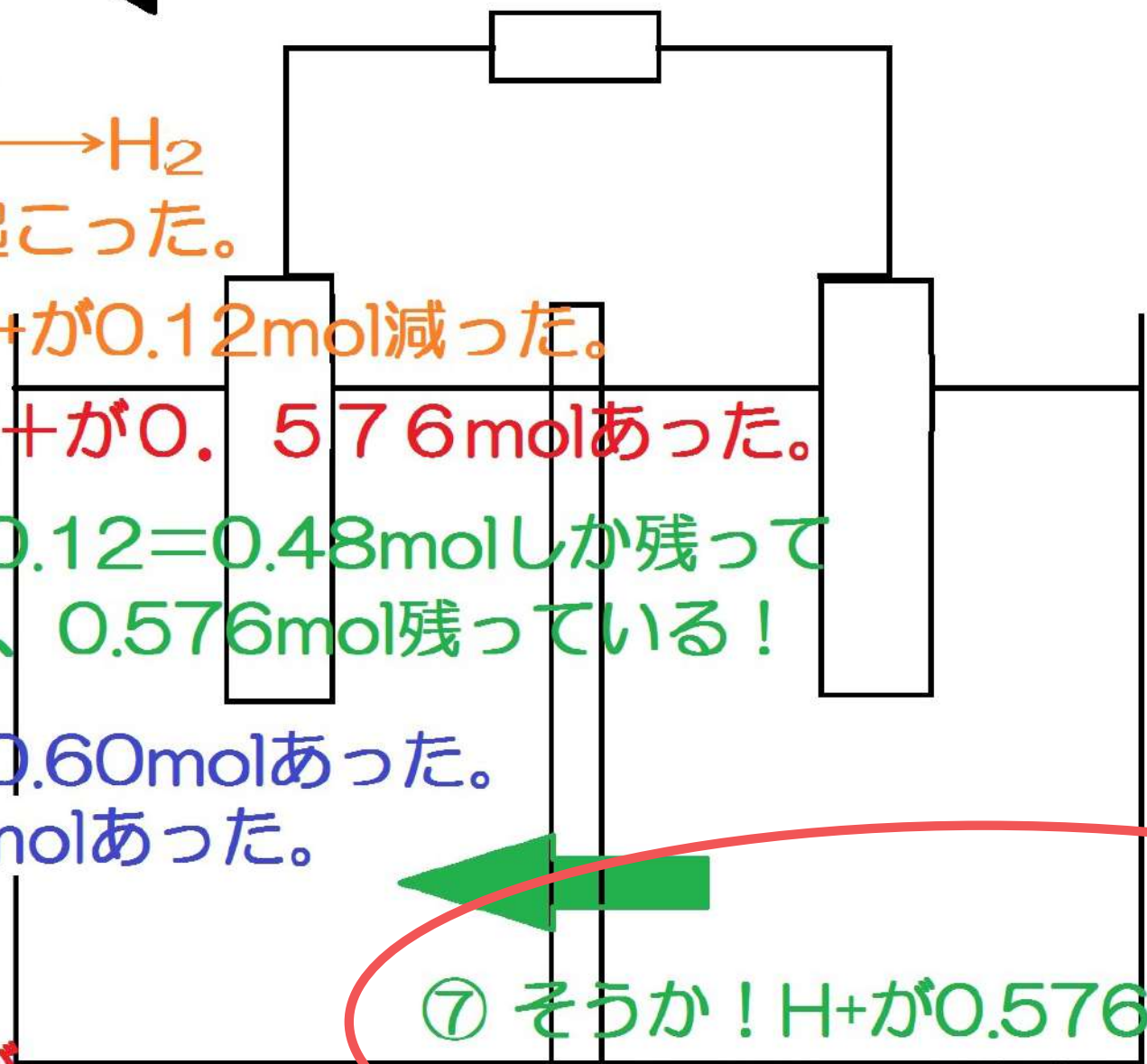
⑥ 滴定したら、 H^+ が0.576molあった。

⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48$ 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
 $0.12 - 0.096 = 0.024$ mol
逆方向に移動したんだな。

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



① e^- が0.12mol流れた。

③ ここでは、
 $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
の反応が起こった。

④ この反応で、 H^+ が0.12mol減った。

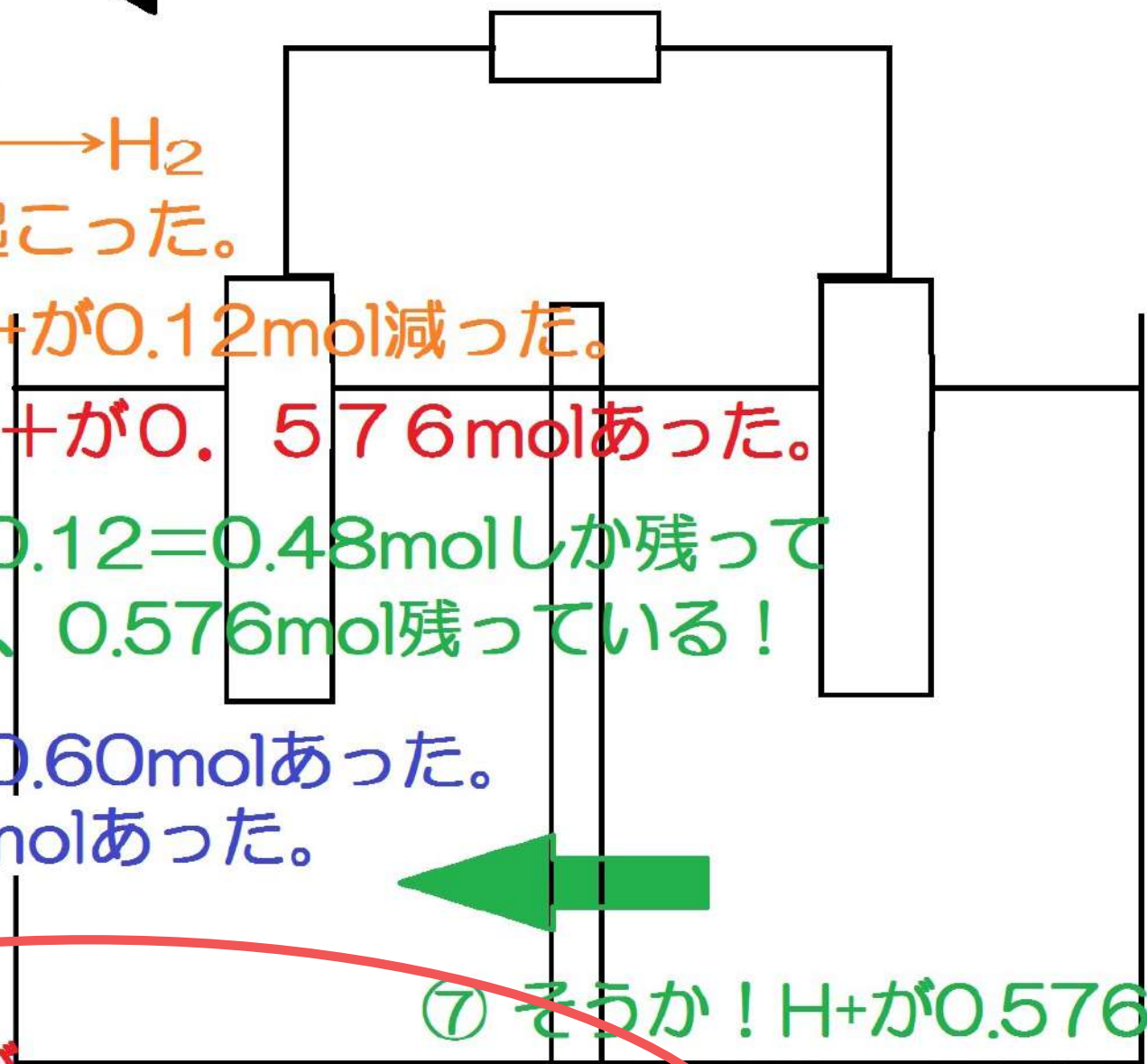
⑥ 滴定したら、 H^+ が0.576molあった。

⑦ あれ？ $0.60 - 0.12 = 0.48$ 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
 $0.12 - 0.096 = 0.024$ mol
逆方向に移動したんだな。

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





アルコールの異性体は

構造決定の要！

炭素数4、5の飽和アルコール

の整理は怠りなきように！！

4-2 異性体 出典;札幌医科大学、北海道大学

1行目~2行目『化合物Bとする。』; 化合物A、化合物Bの分子式

化合物Aの分子式	化合物Bの分子式
$C_4H_{10}O$	

4-2 異性体 出典;札幌医科大学、北海道大学

1行目~2行目『化合物Bとする。』; 化合物A、化合物Bの分子式

化合物Aの分子式



化合物Bの分子式



分子式 $C_4H_{10}O$ は頻出分子式！

分子式 $C_4H_{10}O$ は頻出分子式！

ここでは、知識をもち、素早く対応することが重要！

2行目『化合物Aの』～3行目『分けられる。』；化合物Aの異性体

分子式C₄H₁₀Oは頻出分子式！

アルコール	構造異性体	Naと の反応	アルコールの 級数/酸化生成物	不斉炭素 原子(C*)	ヨードホ ルム反応	脱水生成物
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ OH 1-ブタノール	反応して水を発生する。	第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	1-ブテン**
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{OH}}{\text{C}}\text{H}-\text{CH}_3$ 2-ブタノール		第二級アルコール 酸化生成物(ケトン)には還元性がなく、銀鏡反応は陰性で、フェーリング液も還元しない。	あり 一対の光学異性体がある。	陽性 酸化生成物も陽性である。	1-ブテン** シス-2-ブテン** トランス-2-ブテン**
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ 2-メチル-1-プロパノール		第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2 \\ \text{メチルプロペン} \end{array}$
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ 2-メチル-2-プロパノール		第三級アルコール 他のアルコールと同様の、穏やかな酸化条件下では、酸化されない。	×	×	
* 2		* 3		* 4		
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 1-ブテン		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ シス-2-ブテン		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ トランス-2-ブテン		
エーテル	構造異性体		Naと の反応			
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ジエチルエーテル	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	×		

問1の解答

アルコールはヒドロキシ基をもち、分子間で水素結合を形成するから。

問2の解答

左表内の上から2番目のアルコール(2-ブタノール)

問3の解答

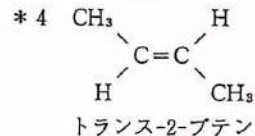
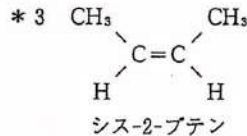
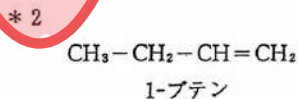
左表内の一番下のアルコール(2-メチル-2-プロパノール)

ここでは、知識をもち、素早く対応することが重要！

2行目『化合物Aの』～3行目『分けられる。』 ; 化合物Aの異性体

分子式 $C_4H_{10}O$ は頻出分子式!

構造異性体	Naとの反応	アルコールの級数/酸化生成物	不斉炭素原子(C*)	ヨードホルム反応	脱水生成物
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ 1-ブタノール	反応して水を発生する。	第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	1-ブテン*2
$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ 2-ブタノール		第二級アルコール 酸化生成物(ケトン)には還元性がなく、銀鏡反応は陰性で、フェーリング液も還元しない。	あり <small>一对の光学異性体がある。</small>	陽性 <small>酸化生成物も陽性である。</small>	1-ブテン*2 シス-2-ブテン*3 トランス-2-ブテン*4
$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$ 2-メチル-1-プロパノール		第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	$CH_3-C=CH_2$ メチルプロペン
$CH_3-C(CH_3)_2-OH$ 2-メチル-2-プロパノール		第三級アルコール 他のアルコールと同様の、穏やかな酸化条件下では酸化されない。	×	×	



エーテル	構造異性体	Naとの反応
ジエチルエーテル	$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$	×
	$CH_3-O-CH_2-CH_2-CH_3$	
	$CH_3-O-CH(CH_3)-CH_3$	

問1の解答

アルコールはヒドロキシ基をもち、分子間で水素結合を形成するから。

問2の解答

左表内の上から2番目のアルコール(2-ブタノール)

問3の解答

左表内の一番下のアルコール(2-メチル-2-プロパノール)

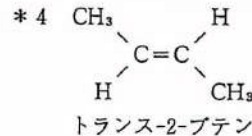
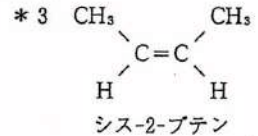
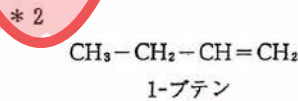
アルコールとエーテルは互いに族間の異性体。

ここでは、知識をもち、素早く対応することが重要!

2行目『化合物Aの』～3行目『分けられる。』 ; 化合物Aの異性体

分子式 $C_4H_{10}O$ は頻出分子式!

構造異性体	Naとの反応	アルコールの級数/酸化生成物	不斉炭素原子(C*)	ヨードホルム反応	脱水生成物
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ 1-ブタノール		第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	1-ブテン**
$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ 2-ブタノール	反応して水を発生する。	第二級アルコール 酸化生成物(ケトン)には還元性がない、銀鏡反応は陰性で、フェーリング液も還元しない。	あり 一対の光学異性体がある。	陽性 酸化生成物も陽性である。	1-ブテン** シス-2-ブテン** トランス-2-ブテン**
$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$ 2-メチル-1-プロパノール		第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	$CH_3-C=CH_2$ メチルプロペン
$CH_3-C(CH_3)_2-OH$ 2-メチル-2-プロパノール		第三級アルコール 他のアルコールと同様の、穏やかな酸化条件下では、酸化されない。	×	×	



構造異性体	Naとの反応
$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$ ジエチルエーテル	×
$CH_3-O-CH_2-CH_2-CH_3$ ジエチルエーテル	
$CH_3-O-CH(CH_3)-CH_3$ メチル tert-ブチルエーテル	×

問1の解答

アルコールはヒドロキシ基をもち、分子間で水素結合を形成するから。

問2の解答

左表内の上から2番目のアルコール(2-ブタノール)

問3の解答

左表内の一番下のアルコール(2-メチル-2-プロパノール)

アルコールとエーテルは互いに族間の異性体。

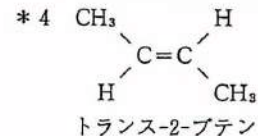
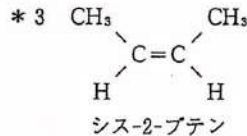
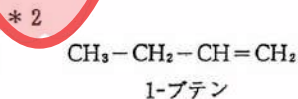
判別にはNaとの反応性の違いを利用する。

ここでは、知識をもち、素早く対応することが重要!

2行目『化合物Aの』～3行目『分けられる。』 ; 化合物Aの異性体

分子式 $C_4H_{10}O$ は頻出分子式!

構造異性体	Naとの反応	アルコールの級数/酸化生成物	不斉炭素原子(C*)	ヨードホルム反応	脱水生成物
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ 1-ブタノール		第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	1-ブテン*2
$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ 2-ブタノール	反応して水素を発生する。	第二級アルコール 酸化生成物(ケトン)には還元性がなく、銀鏡反応は陰性で、フェーリング液も還元しない。	あり 一対の光学異性体がある。	陽性 酸化生成物も陽性である。	1-ブテン*2 シス-2-ブテン*3 トランス-2-ブテン*4
$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$ 2-メチル-1-プロパノール		第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	$CH_3-CH=CH_2$ メチルプロペン
$CH_3-C(CH_3)_2-OH$ 2-メチル-2-プロパノール		第三級アルコール 他のアルコールと同様の、穏やかな酸化条件下では酸化されない。	×	×	



エーテル	構造異性体	Naとの反応
ジエチルエーテル	$CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3$	
	$CH_3-O-CH_2-CH_2-CH_3$	
	$CH_3-O-CH(CH_3)-CH_3$	×

問1の解答

アルコールはヒドロキシ基をもち、分子間で水素結合を形成するから。

問2の解答

左表内の上から2番目のアルコール(2-ブタノール)

問3の解答

左表内の一番下のアルコール(2-メチル-2-プロパノール)

アルコールとエーテルは互いに族間の異性体。

沸点に大きな差異がある。

判別にはNaとの反応性の違いを利用する。

ここでは、知識をもち、素早く対応することが重要!

2行目『化合物Aの』～3行目『分けられる。』 ; 化合物Aの異性体

分子式C₄H₁₀Oは頻出分子式!

構造異性体	Naとの反応	アルコールの級数/酸化生成物	不斉炭素原子(C*)	ヨードホルム反応	脱水生成物
CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂		第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性がある。			
CH ₃ -CH ₂ -C*(H)(OH)-CH ₃ 2-ブタノール		第二級アルコール 酸化生成物(ケトン)には還元性はなく、銀鏡反応は陰性で、フェーリング液も還元しない。	あり 一对の光学異性体がある。	陽性 酸化生成物も陽性である。	1-ブテン* ² シス-2-ブテン* ³ トランス-2-ブテン* ⁴
CH ₃ -CH(CH ₃)-CH ₂ -OH 2-メチル-1-プロパノール		第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	CH ₃ CH ₃ -C=CH ₂ メチルプロペン
CH ₃ -C(CH ₃)(OH)-CH ₃ 2-メチル-2-プロパノール		第三級アルコール 他のアルコールと同様の、穏やかな酸化条件下では、酸化されない。	×	×	

特徴的な性質を多数持つ。

アルコール

問1の解答

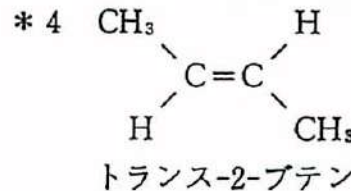
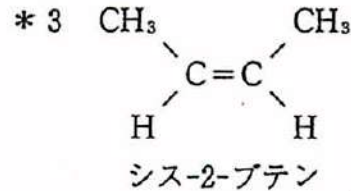
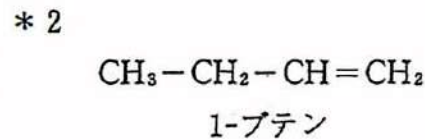
アルコールはヒドロキシ基をもち、分子間で水素結合を形成するから。

問2の解答

左表内の上から2番目のアルコール(2-ブタノール)

問3の解答

左表内の一番下のアルコール(2-メチル-2-プロパノール)



2行目『化合物Aの』～3行目『分けられる。』 ; 化合物Aの異性体

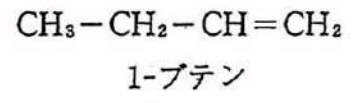
分子式 $C_4H_{10}O$ は頻出分子式!

構造異性体	Naとの反応	アルコールの級数 / 酸化生成物	不斉炭素原子 (C*)	ヨードホルム反応	脱水生成物
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ 1-ブタノール	反応して水を発生する。	第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	1-ブテン*2
$CH_3-CH_2-C^*(H)(OH)-CH_3$ 2-ブタノール		第二級アルコール 酸化生成物(ケトン)には還元性がなく、銀鏡反応は陰性で、フェーリング液も還元しない。	あり 一対の光学異性体がある。	陽性 酸化生成物も陽性である。	1-ブテン*2 シス-2-ブテン*3 トランス-2-ブテン*4
$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$ 2-メチル-2-プロパノール		第一級アルコール 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡	×	×	
$CH_3-C(CH_3)_2-OH$ 2-メチル-2-プロパノール		第三級アルコール 他のアルコールと同様の、穏やかな酸化条件下では酸化されない。	×	×	メチルプロペン

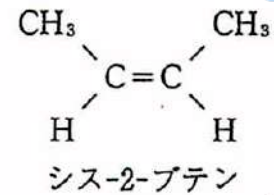
アルコール

酸化反応において特徴的。

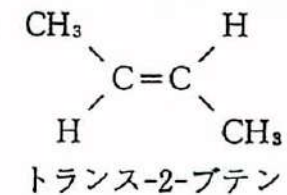
* 2



* 3



* 4



問1の解答

アルコールはヒドロキシ基をもち、分子間で水素結合を形成するから。

問2の解答


左表内の上から2番目のアルコール(2-ブタノール)

問3の解答

左表内の一番下のアルコール(2-メチル-2-プロパノール)

2行目『化合物Aの』～3行目『分けられる。』；化合物Aの異性体

分子式C₄H₁₀Oは頻出分子式！

構造異性体	Naとの反応	アルコールの級数／酸化生成物の還元性	不斉炭素原子(C*)	ヨードホルム反応	脱水生成物
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2$  1-ブタノール		<u>第一級アルコール</u> 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	1-ブテン*2
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ 2-メチル-1-プロパノール	生ずる。	<u>第一級アルコール</u> 酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$ メチルプロペン
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ 2-メチル-2-プロパノール		<u>第三級アルコール</u> 他のアルコールと同様の、穏やかな酸化条件下では、酸化されない。	×	×	

判別しづらい。
脱水生成物(炭素骨格)の違いで判別する。

問1の解答

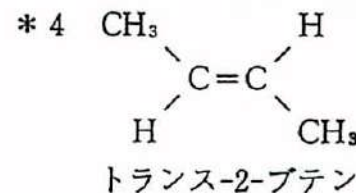
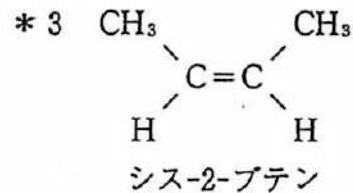
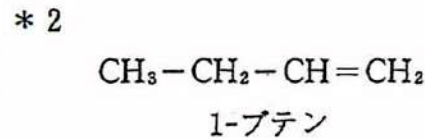
アルコールはヒドロキシ基をもち、分子間で水素結合を形成するから。

問2の解答

左表内の上から2目のアルコール(1-ブタノール)

の解答

左表内の一番下のアルコール(2-メチル-2-プロパノール)



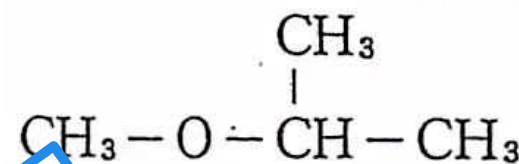
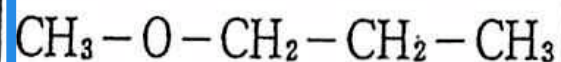
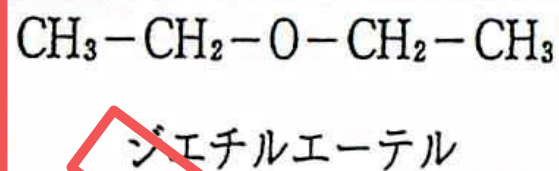
ちなみにエーテルの性質は互いに似通っており
判別は求められない。
強いて言えば、対称エーテルのジエチルエーテル
を答えさせる程度か!?

エーテル	構造異性体			Naとの反応
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ ジエチルエーテル	$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$	

エーテル

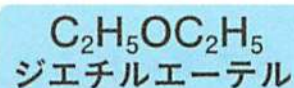
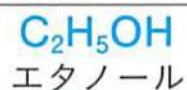
構造異性体

Naと
の反応



×

ジエチルエーテルの製法は？



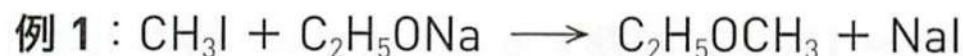
濃硫酸を $160\sim 170^\circ\text{C}$ に加熱すると、エチレンが生じる！

生徒 『ジエチルエーテルは、分子の形状が対称ですね。ちなみに、分子の形状が左右非対称のエーテルはどのように合成するのでしょうか？』

先生 『ウィリアムソンのエーテル合成法、すなわち、ナトリウムアルコキッド RONa (R:炭化水素基) とハロゲン化アルキル $\text{R}'\text{X}$ (R':炭化水素基, X:ハロゲン) からの脱ハロゲン化ナトリウム



によって得られるよ』



まずは、大枠の、可能性の検討をしっかりと行う。

この先291以内は未だ

3行目『一方、』～最終行 ; 化合物Bの異性体

不飽和数 (P917下参照) の計算

知識（不飽和度（不飽和数））の活用 & 大胆な推論とその検証

不飽和度 分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

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。

知識（不飽和度（不飽和数））の活用 & 大胆な推論とその検証

不飽和度 分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

$2n+2$ は水素原子の最大数を、

$2n+2-m$ は水素原子の不足数を表す。

すなわち不飽和数は2個1組での水素の不足数のこと。

不飽和度=2

- 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。

知識（不飽和度（不飽和数））の活用 & 大胆な推論とその検証

不飽和度 分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

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。

知識（不飽和度（不飽和数））の活用 & 大胆な推論とその検証

不飽和度 分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

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。

まずは、大枠の、可能性の検討をしっかりと行う。

3行目『一方、』～最終行 ; 化合物Bの異性体

この先291本内は未だ

不飽和数 (pp17参照) の計算

$$\frac{1}{2}(2 \times 4 + 2 - 8) = 1$$

まずは、大枠の、可能性の検討をしっかりと行う。

3行目『一方、』～最終行 ; 化合物Bの異性体

不飽和数 (P917下参照) の計算

$$\frac{1}{2}(2 \times 4 + 2 - 8) = 1$$

~~環状構造~~
不飽和結合

本文の最下行より。
見逃し考慮しない。

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。

まずは、大枠の、可能性の検討をしっかりと行う。

3行目『一方、』～最終行 ; 化合物Bの異性体

不飽和数 (P917下参照) の計算

$$\frac{1}{2}(2 \times 4 + 2 - 8) = 1$$

~~環状構造
不飽和結合~~

この先291本内は特に
題意は考慮しない。

C=Cをもつ
アルコール、エーテル
アルデヒド、ケトン

O原子を1つもとことも考慮すると、

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。

まずは、大枠の、可能性の検討をしっかりと行う。

3行目『一方、』～最終行；化合物Bの異性体

不飽和数 (P97下参照) の計算

$$\frac{1}{2}(2 \times 4 + 2 - 8) = 1$$

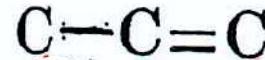
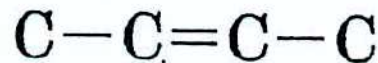
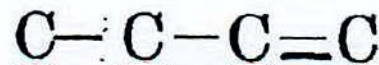
この先の材料はこれ
環状構造
不飽和結合

C=Cをもつ
アルコール、エーテル

アルデヒド、ケトン

題意は考慮しない。

分子式 C₄H₈O のアルコール (環状構造を除くので、C=Cをもつアルコール)



炭素骨格はこの3通りのみ。

- I 上記のうち、幾何異性体を持つもの・・・ []
- II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの・・・ []
- III 上記のうち、ケトンに変化するもの・・・ []

まずは、大枠の、可能性の検討をしっかりと行う。

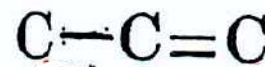
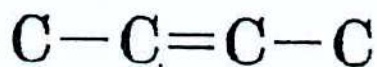
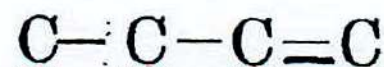
3行目『一方、』～最終行 ; 化合物Bの異性体

不飽和数 (p97T参照) の計算

$$\frac{1}{2}(2 \times 4 + 2 - 8) = 1$$

この先が1本だけ
環状構造
不飽和結合 < C=Cをもち
アルコール、エーテル
アルデヒド、ケトン
問題文を考慮しない。

分子式 C_4H_8O のアルコール (環状構造を除くので、 $C=C$ をもつアルコール)



I 上記のうち、幾何異性体を持つもの・・・ []

II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの・・・ []

III 上記のうち、ケトンに変化するもの・・・ []

まずは、大枠の、可能性の検討をしっかりと行う。

3行目『一方、』～最終行；化合物Bの異性体

不飽和数 (P97下参照) の計算

$$\frac{1}{2}(2 \times 4 + 2 - 8) = 1$$

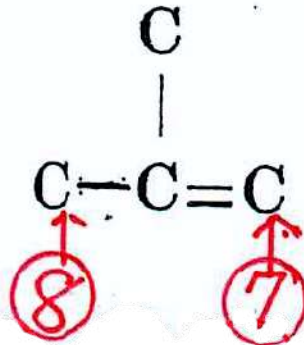
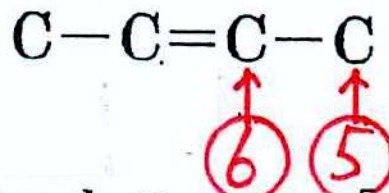
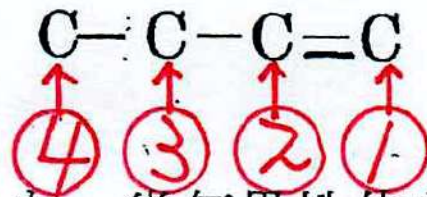
この先291枚はこれ
環状構造
不飽和結合

是れを考慮しない。

C=Cをもつ
アルコール、エーテル
アルデヒド、ケトン

分子式 C_4H_8O のアルコール (環状構造を除くので、 $C=C$ をもつアルコール)

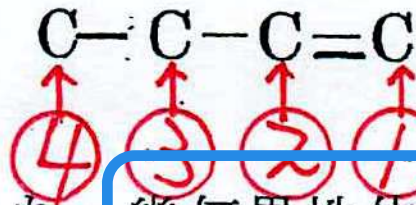
OH基の位置: →



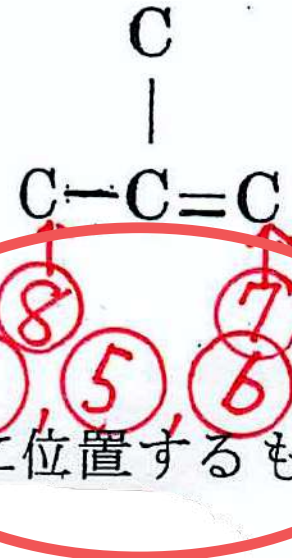
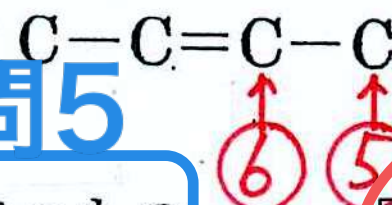
- I 上記のうち、幾何異性体を持つもの・・・ []
- II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの・・・ []
- III 上記のうち、ケトンに変化するもの・・・ []

分子式 C_4H_8O のアルコール (環状構造を除くので、 $C=C$ をもつアルコール)

OH基の位置: →



問5

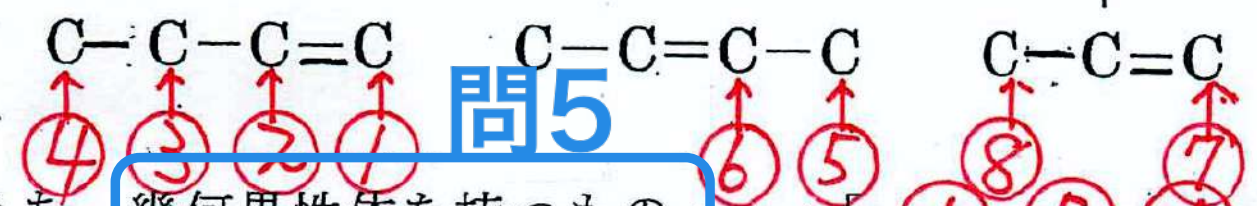


- I 上記のうち、幾何異性体を持つもの・・・ [$\textcircled{1}, \textcircled{5}, \textcircled{6}$]
- II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの・・・ []
- III 上記のうち、ケトンに変化するもの・・・ []

次ページで具体的に検討。

分子式 C_4H_8O のアルコール (環状構造を除くので、 $C=C$ をもつアルコール)

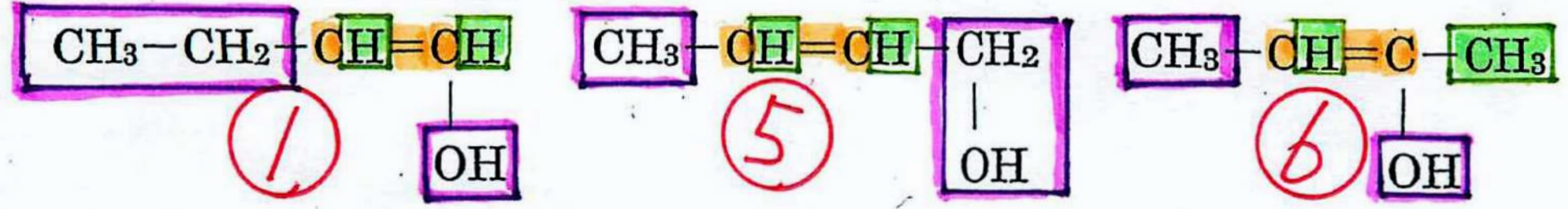
OH基の位置: →



問5

- I 上記のうち、幾何異性体を持つもの・・・ [①, ⑤, ⑥]
- II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの・・・ []
- III 上記のうち、ケトンに変化するもの・・・ []

I 上記のうち、幾何異性体を持つもの

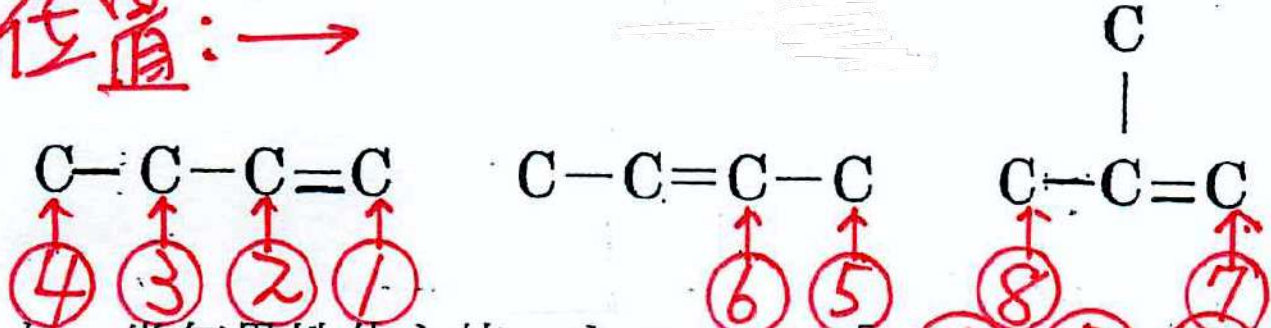


問5の解答

ここでは、忍耐力をもち、丁寧に検討することが重要!

分子式 C_4H_8O のアルコール (環状構造を除くので、 $C=C$ をもつアルコール)

OH基の位置: →



- I 上記のうち、幾何異性体を持つもの・・・ [$\textcircled{1}, \textcircled{5}, \textcircled{6}$]
- II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの
- III 上記のうち、ケトンに変化するもの・・・ [

• [$\textcircled{6}, \textcircled{7}$]

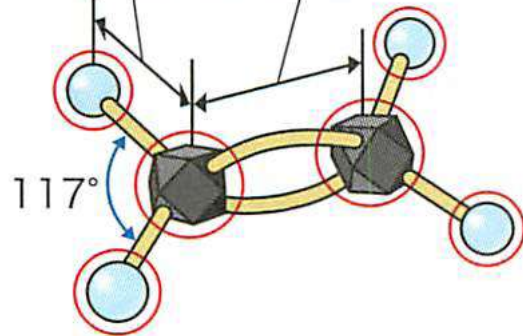
問6

次ページ以降に詳細あり。

立体構造 アルケンの分子では、二重結合で結び付いている2個の炭素原子と、この2個の炭素原子に直接結び付いている4個の原子とをあわせて、合計6個の原子が、常に同一平面上に存在しています。例えば、**エチレンの場合には、すべての炭素原子と水素原子が同一平面上に存在しています。すなわち、エチレンは平面構造をもつ分子です。**

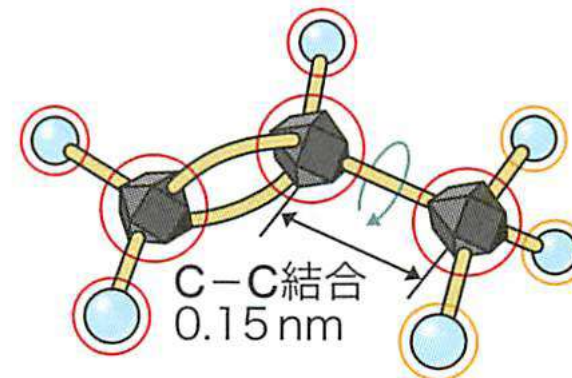
エチレン $\text{CH}_2=\text{CH}_2$

C-H結合 0.109 nm
C=C結合 0.134 nm



○の原子は常に同一平面上に存在する。

プロペン $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$

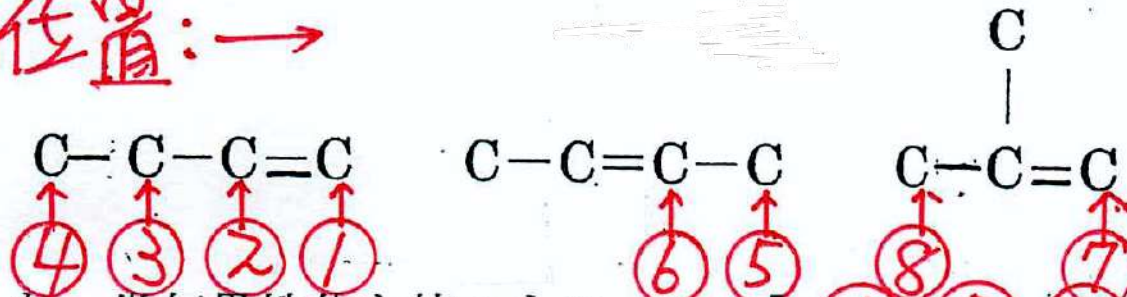


○の原子は常に同一平面上に存在する。
C-C結合が○のように回転できるので、
○のうち1個は○と同じ平面に乗り得る。

次ページで具体的に検討。

分子式 C_4H_8O のアルコール (環状構造を除くので、 $C=C$ をもつアルコール)

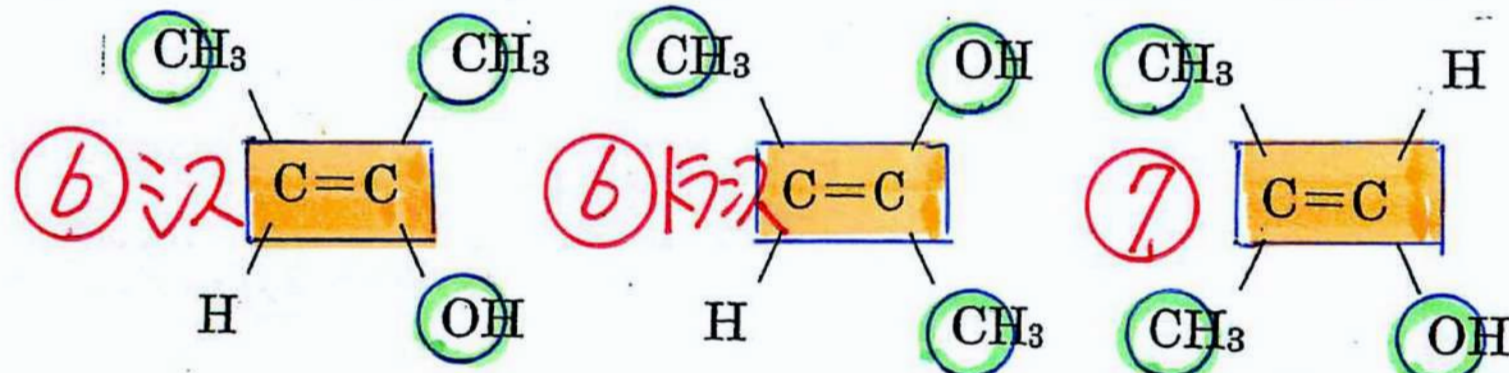
OH基の位置: →



- I 上記のうち、幾何異性体を持つもの・・・ [$\textcircled{1}, \textcircled{5}, \textcircled{6}$]
- II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの・・・ [$\textcircled{6}, \textcircled{7}$]
- III 上記のうち、ケトンに変化するもの・・・ []

問6

II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの

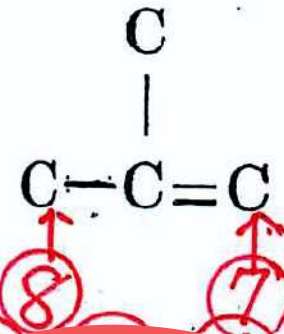
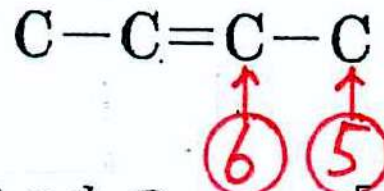
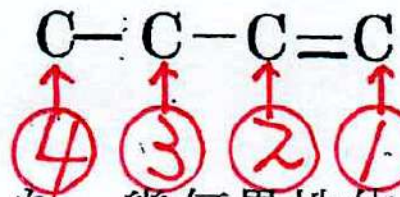


問6の解答

ここでは、忍耐力をもち、丁寧に検討することが重要!

分子式 C_4H_8O のアルコール (環状構造を除くので、 $C=C$ をもつアルコール)

OH基の位置: →

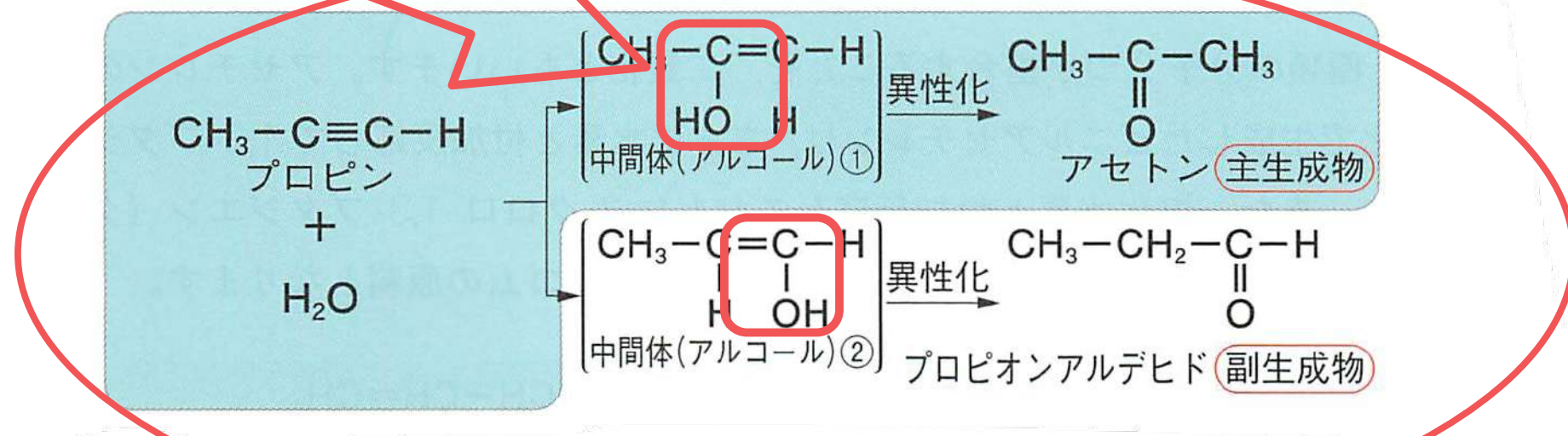


- I 上記のうち、幾何異性体を持つもの・・・ [$\textcircled{1}, \textcircled{5}, \textcircled{6}$]
- II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの・・・ [$\textcircled{6}, \textcircled{7}$]
- III 上記のうち、ケトンに変化するもの・・・ [$\textcircled{2}, \textcircled{6}$]

問7

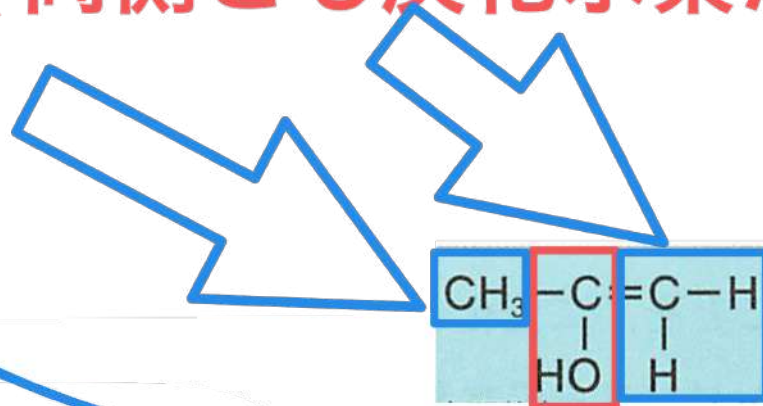
次ページ以降に詳細あり。

この構造をもつとアルデヒドかケトンになる。



この説明は次ページに続きます。

そして、両側とも炭化水素だとケトンになる。



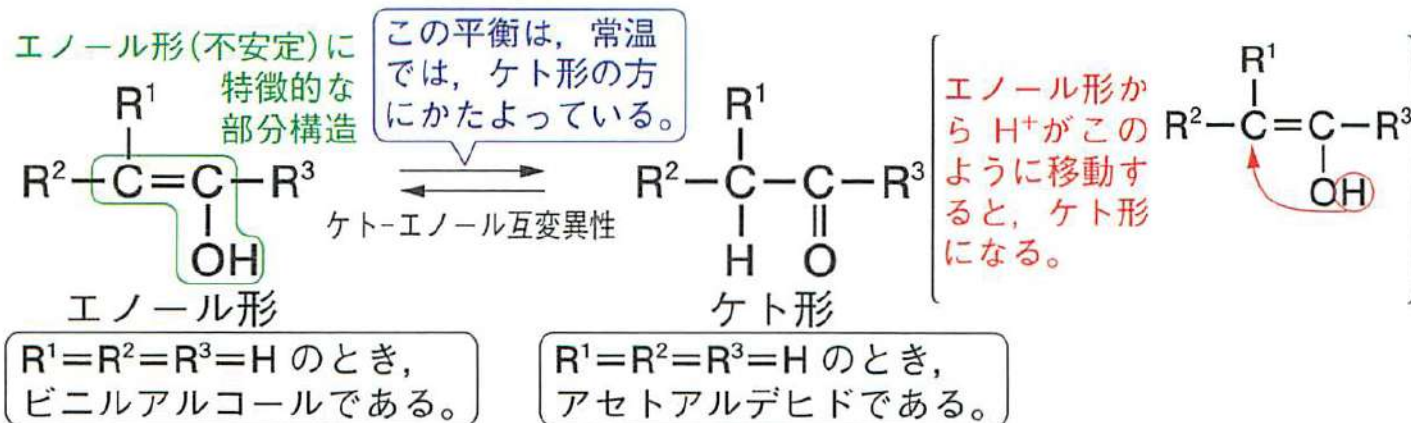
参考まで。

参考

ケト形とエノール形 (ケト-エノール互変異性)

生徒 『アセチレンやプロピンへの水付加の際に起こる異性化は、どのように理解すればよいでしょうか』

先生 『では、アセチレンへの水の付加を例に説明しよう。ビニルアルコールのように、二重結合 $C=C$ を構成する炭素原子 (ここでは、二重結合炭素と呼ぶ) に、直接ヒドロキシ基-OH が結合した構造をもつ化合物をエノール形という。そのヒドロキシ基から H^+ が離れて、離れた H^+ が、(ヒドロキシ基が結合している二重結合炭素とは) 別の二重結合炭素に結合した構造をもつ化合物をケト形という。このケト形とエノール形 (互いに構造異性体) は平衡状態平衡混合物の状態にあって、一般に、室温では平衡はケト形の方に大きくかたよっている。

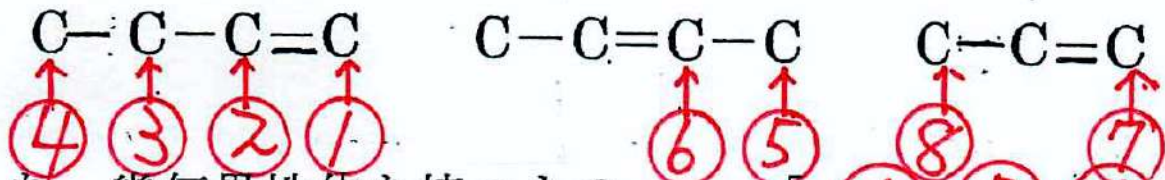


つまり、ビニルアルコール (エノール形) は、室温では、アセトアルデヒド (ケト形) の方に平衡移動してしまうということなんだ』

次ページで具体的に検討。

分子式 C_4H_8O のアルコール (環状構造を除くので、 $C=C$ をもつアルコール)

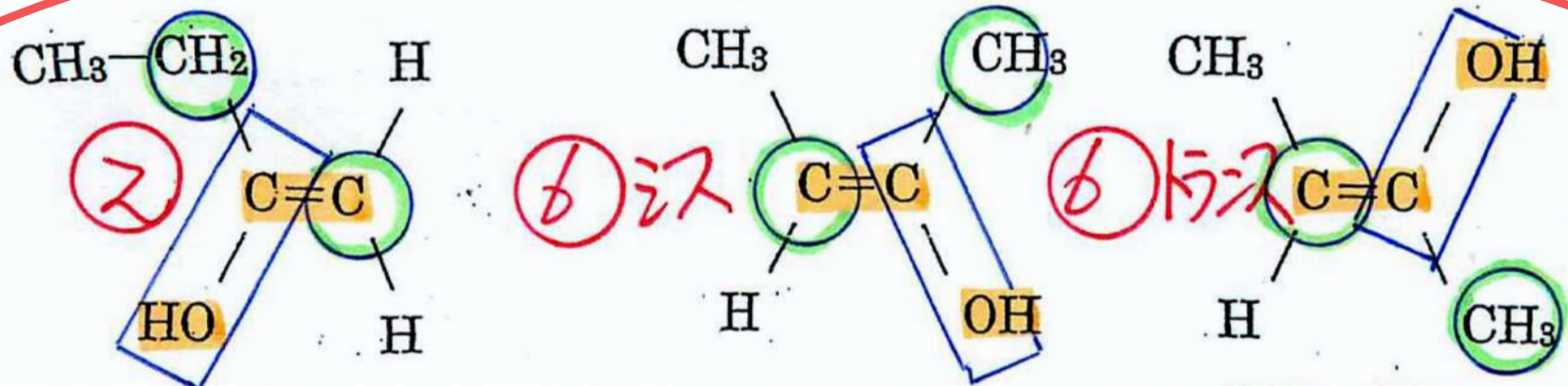
OH基の位置: →



- I 上記のうち、幾何異性体を持つもの・・・ [$\textcircled{1}, \textcircled{5}, \textcircled{6}$]
- II 上記のうち、水素以外の原子が同一平面上に常に位置するもの・・・ [$\textcircled{6}, \textcircled{7}$]
- III 上記のうち、**ケトンに変化するもの**・・・ [$\textcircled{2}, \textcircled{6}$]

問7

III 上記のうち、ケトンに変化するもの

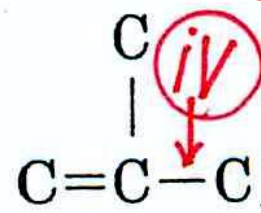
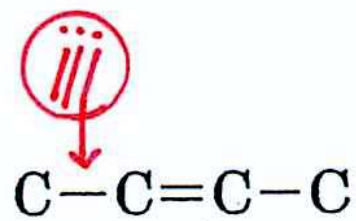
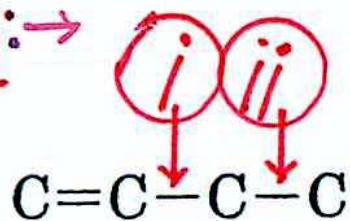


問7の解答

ここでは、忍耐力をもち、丁寧に検討することが重要!

分子式 C_4H_8O のエーテル (環状構造を除くので、 $C=C$ をもつエーテル)

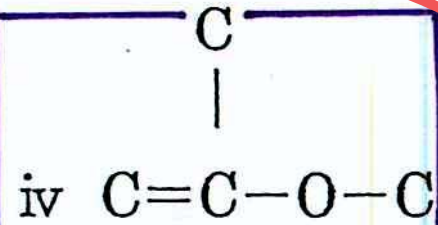
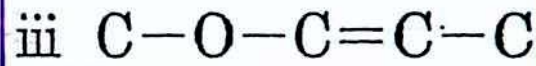
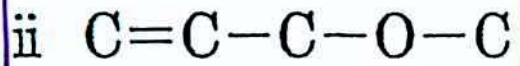
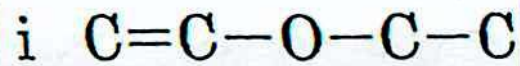
$-O-$ の位置: \rightarrow



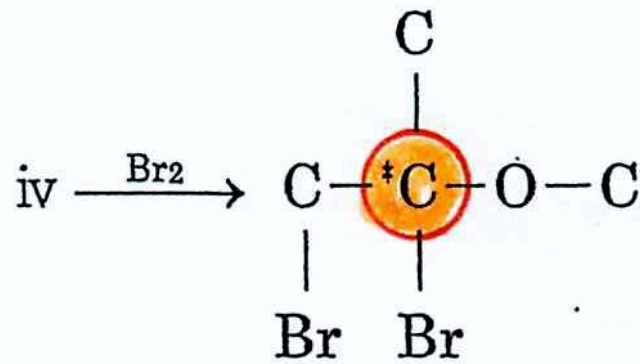
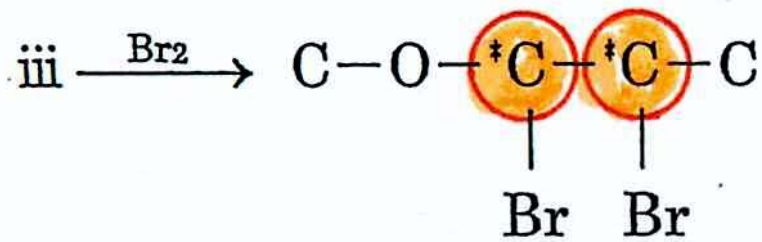
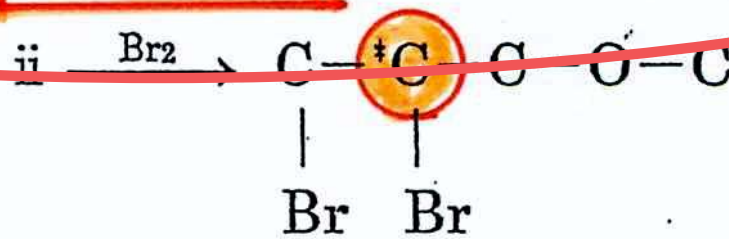
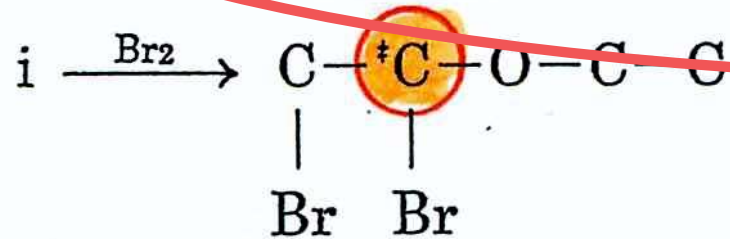
\rightarrow 次ページの、「分子式 C_4H_8O のエーテルのより詳細な検討」へ

問8に解答するには・・・

分子式 C_4H_8O のエーテル (環状構造を除く) のより詳細な検討

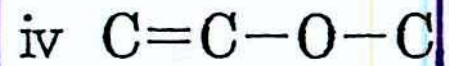
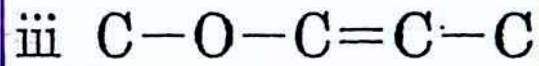
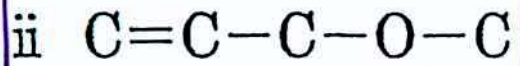
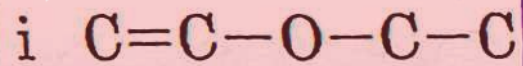


このうち、 Br_2 を付加させた生成物が不斉炭素原子を2つもつものはiiiである。

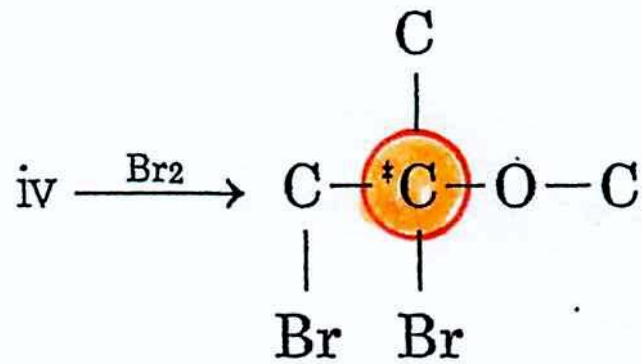
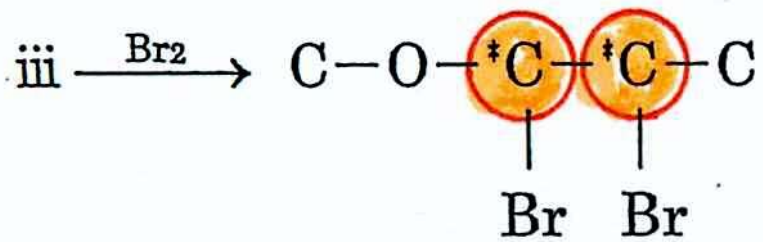
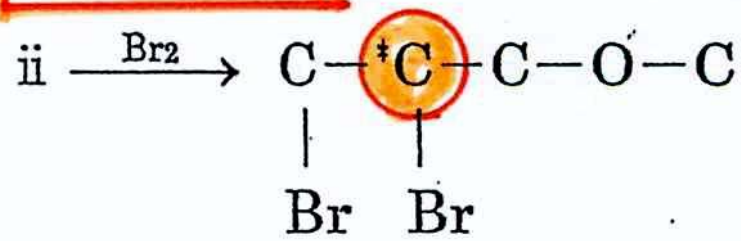
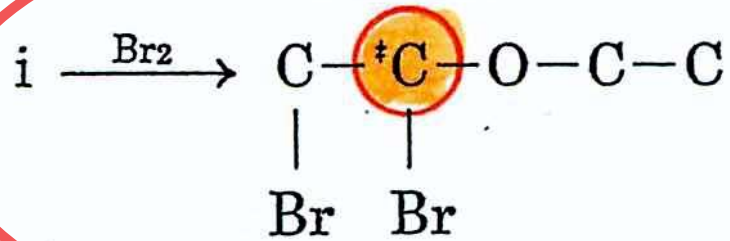


問8の解答

分子式 C_4H_8O のエーテル (環状構造を除く) のより詳細な検討

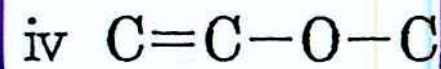
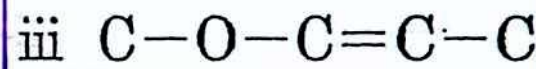
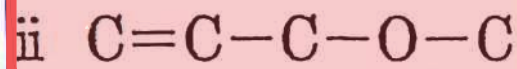
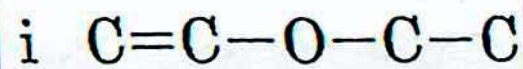


このうち、 Br_2 を付加させた生成物が不斉炭素原子を2つもつものはiiiである。

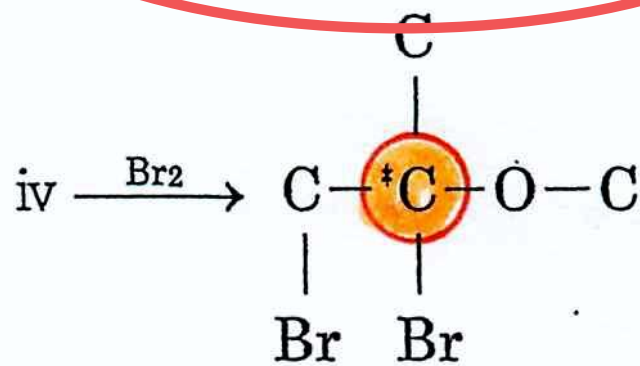
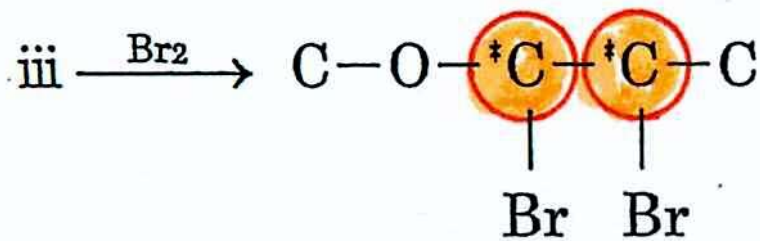
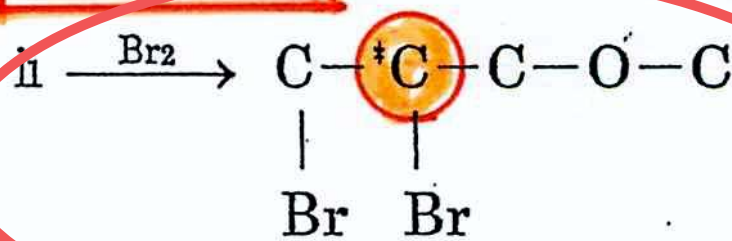
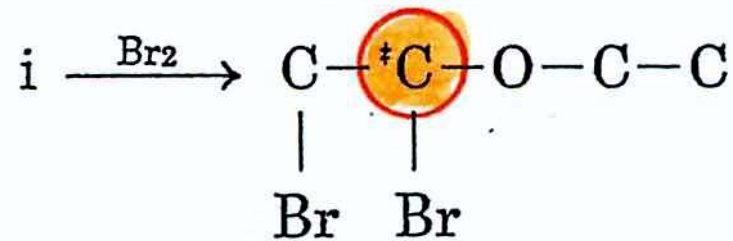


問8の解答

分子式 C_4H_8O のエーテル (環状構造を除く) のより詳細な検討

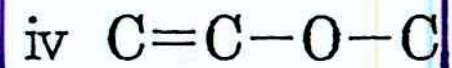
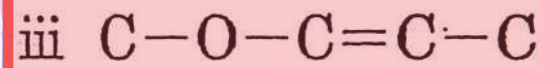
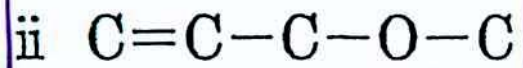
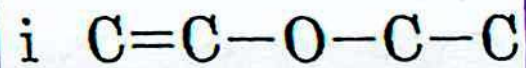


このうち、 Br_2 を付加させた生成物が不斉炭素原子を2つもつものはiiiである。

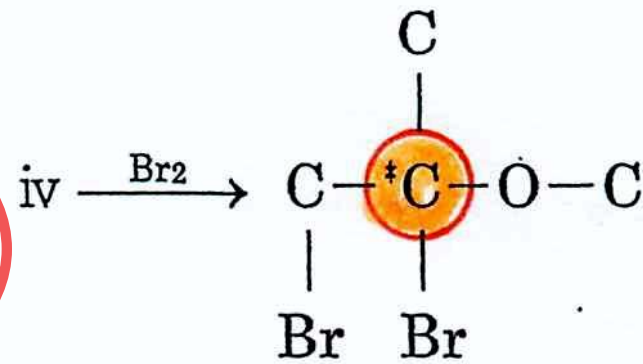
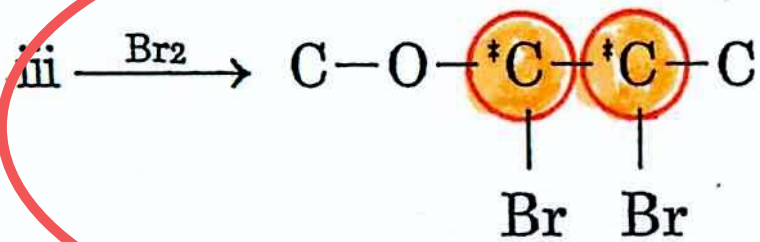
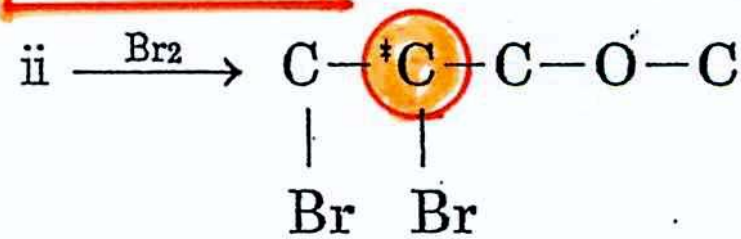
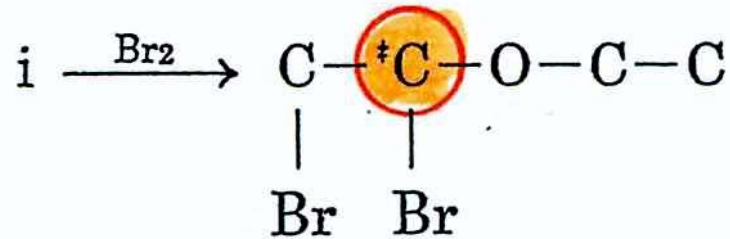


問8の解答

分子式 C_4H_8O のエーテル (環状構造を除く) のより詳細な検討

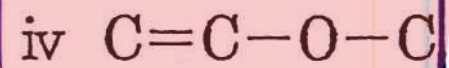
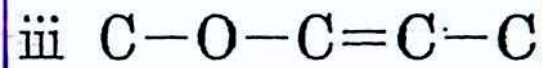
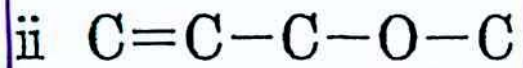
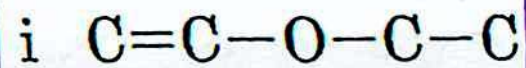


このうち、 Br_2 を付加させた生成物が不斉炭素原子を2つもつものはiiiである。

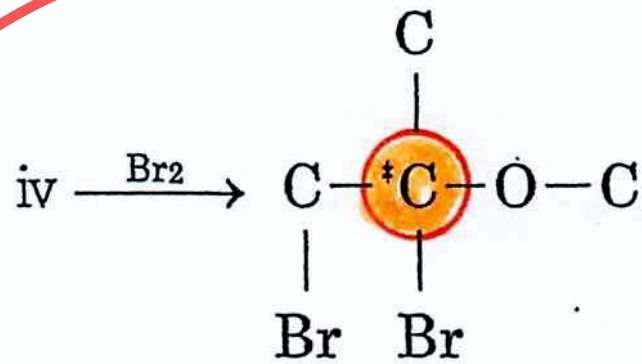
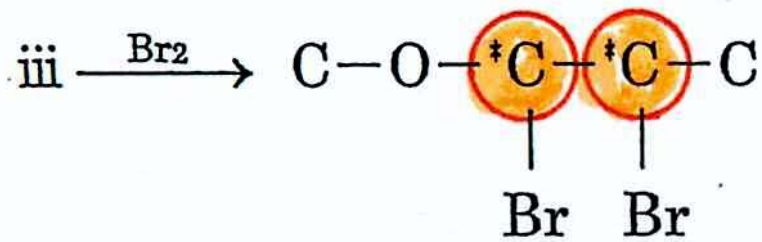
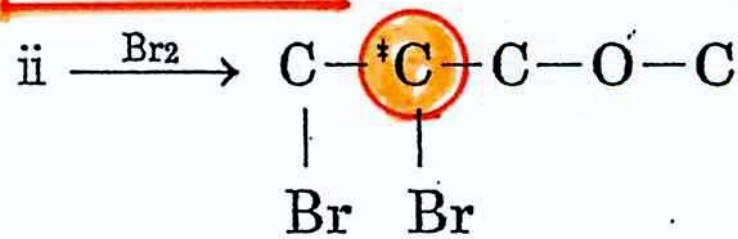
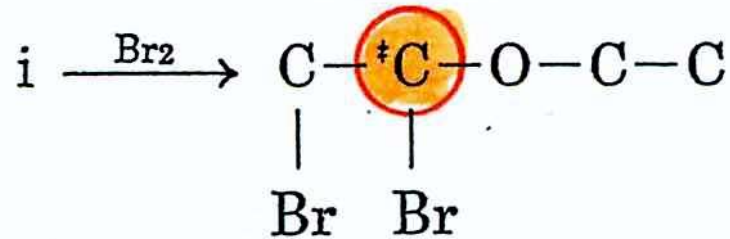


問8の解答

分子式 C_4H_8O のエーテル (環状構造を除く) のより詳細な検討

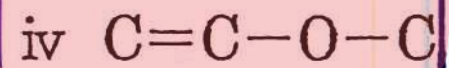
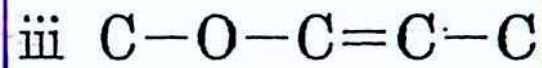
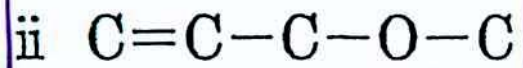
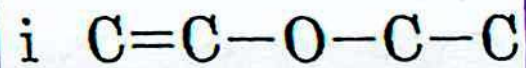


このうち、 Br_2 を付加させた生成物が **不斉炭素原子** を 2 つもつものは iii である。

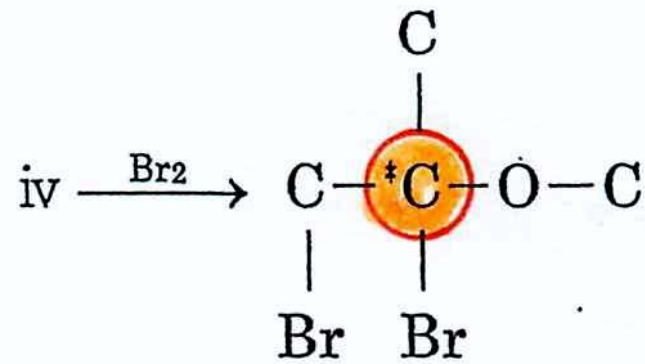
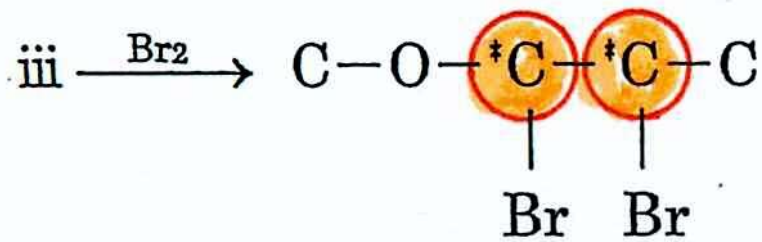
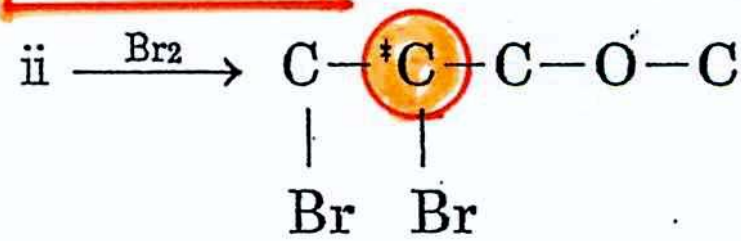
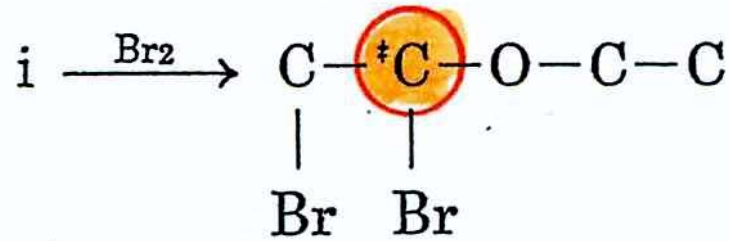


問8の解答

分子式 C_4H_8O のエーテル (環状構造を除く) のより詳細な検討



このうち、 Br_2 を付加させた生成物が **不斉炭素原子** を 2 つもつものは iii である。

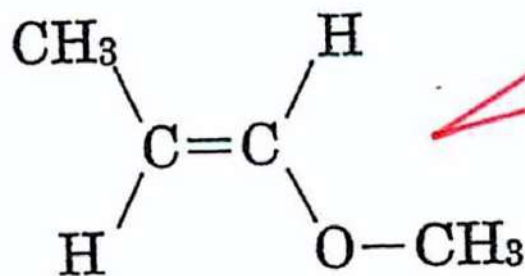
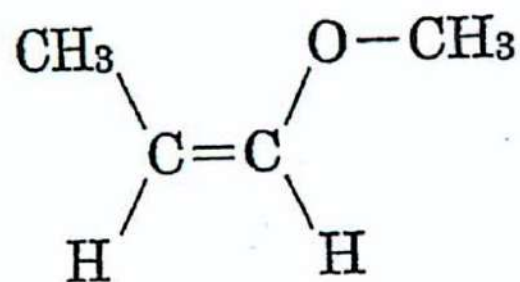


不斉付加
生成物
ではなく
iii である。

問8の解答

次ページ上段にあります。

問 8

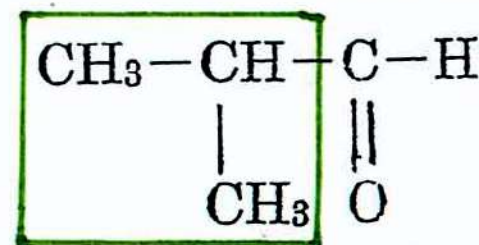
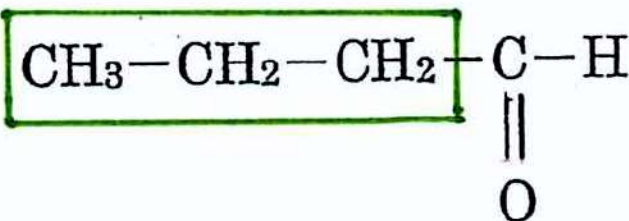


iiiには幾何異性体がある。

『構造式を』とありますので、
幾何異性体を示す必要はないでしょう。

ちなみに、残る問4については、

分子式 C_4H_8O のアルデヒド



問4の解答

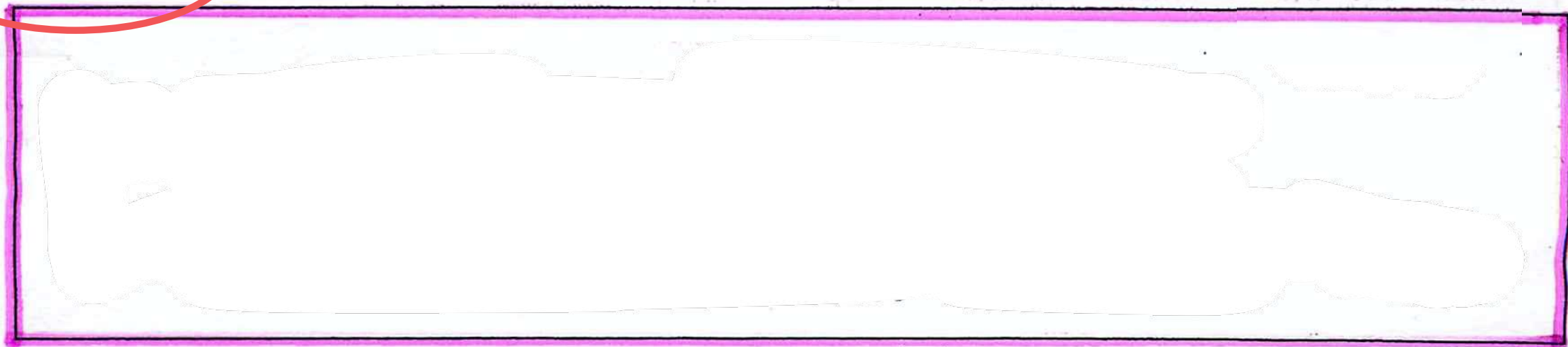
4-3 構造決定(1)

持つべきは、
知識っていうか、
『アイテム』みたいなもの
だと思う。

4-3 構造決定(1)

【step1; 1行目『中性の』~2行目『であった。』】

定番の方法



4-3 構造決定(1)

【step1: 1行目『中性の』~2行目『であった。』】

定番の方法

Aの分子式を $C_xH_yO_z$ とすると,

$$x = 274 \times \frac{70.07}{100} \times \frac{1}{12} = 16$$

$$y = 274 \times \frac{6.57}{100} \times \frac{1}{1.0} = 18$$

$$z = 274 \times \frac{23.36}{100} \times \frac{1}{16} = 4$$

問1の解答 $C_{16}H_{18}O_4$

記入済み

【step 2 ; 2行目『Aに』～3行目『得られた』 および、B、Cの分子式の先読み】

上段の読解の活用 & 下段の関連事項の先読み

前問の結論 Aの分子式; $C_{16}H_{18}O_4$

題意 Bの分子式; $C_8H_6O_4$

題意 Cの分子式; C_5H_8O

1

文章の流れからの読解

【step 2 ; 2行目『Aに』～3行目『得られた。』、および、B、Cの分子式の先読み】

上段の読解の活用 & **下段の関連事項の先読み**

前問の結論 Aの分子式; $C_{16}H_{18}O_4$

題意 Bの分子式; $C_8H_6O_4$

題意 Cの分子式; C_5H_8O

文章の流れからの読解

【step 2 : 2行目『Aに』～3行目『得られた。』、および、B、Cの分子式の先読み】

上段の読解の活用 & 下段の関連事項の先読み

前問の結論 Aの分子式; $C_{16}H_{18}O_4$

題意 Bの分子式; $C_8H_6O_4$

題意 Cの分子式; C_5H_8O

と題意で3つに分かれたと示されていること

1

文章の流れからの読解

分子式から、Aはエステル結合を2個含み、

記入済み

加水分解によりB、C、Dがそれぞれ1分子生成するので、



よって、Dの分子式は C_3H_8O とわかる。

問2の解答 C_3H_8O

前問の結論 Aの分子式; $C_{16}H_{18}O_4$

題意 Bの分子式; $C_8H_6O_4$

題意 Cの分子式; C_5H_8O

【step 2 ; 2行目『Aに』～3行目『得られた。』、および、B、Cの分子式の先読み】

上段の読解の活用 & 下段の関連事項の先読み

文章の流れからの読解

分子式から、Aはエステル結合を2個含む、

2

加水分解によりB、C、Dがそれぞれ1分子生成するので、



よって、Dの分子式は C_3H_8O とわかる。

問2の解答 C_3H_8O

記入済み

前問の結論 Aの分子式; $C_{16}H_{18}O_4$

題意 Bの分子式; $C_8H_6O_4$

【step 2 ; 2行目『Aに』～3行目『得られた。』、および、B、Cの分子式の先読み】

上段の読解の活用 & 下段の関連事項の先読み

文章の流れからの読解

分子式から、Aはエステル結合を2個含み、

加水分解によりB、C、Dがそれぞれ1分子生成するので、



よって、Dの分子式は C_3H_8O とわかる。

問2の解答 C_3H_8O

記入済み

前問の結論 Aの分子式; $C_{16}H_{18}O_4$

題意 Bの分子式; $C_8H_6O_4$

【step 2 ; 2行目『Aに』～3行目『得られた。』、および、B、Cの分子式の先読み】

上段の読解の活用 & 下段の関連事項の先読み

文章の流れからの読解

分子式から、Aはエステル結合を2個含み、

加水分解によりB、C、Dがそれぞれ1分子生成するので、



よって、Dの分子式は C_3H_8O とわかる。

記入済み

問2の解答 C_3H_8O

アイテム1 ; 分子式(炭素原子数、酸素原子数)を常に意識する!♥

アイテム1 ; 分子式(炭素原子数、酸素原子数)を常に意識する！

化合物C、Dは酸素原子数が1。

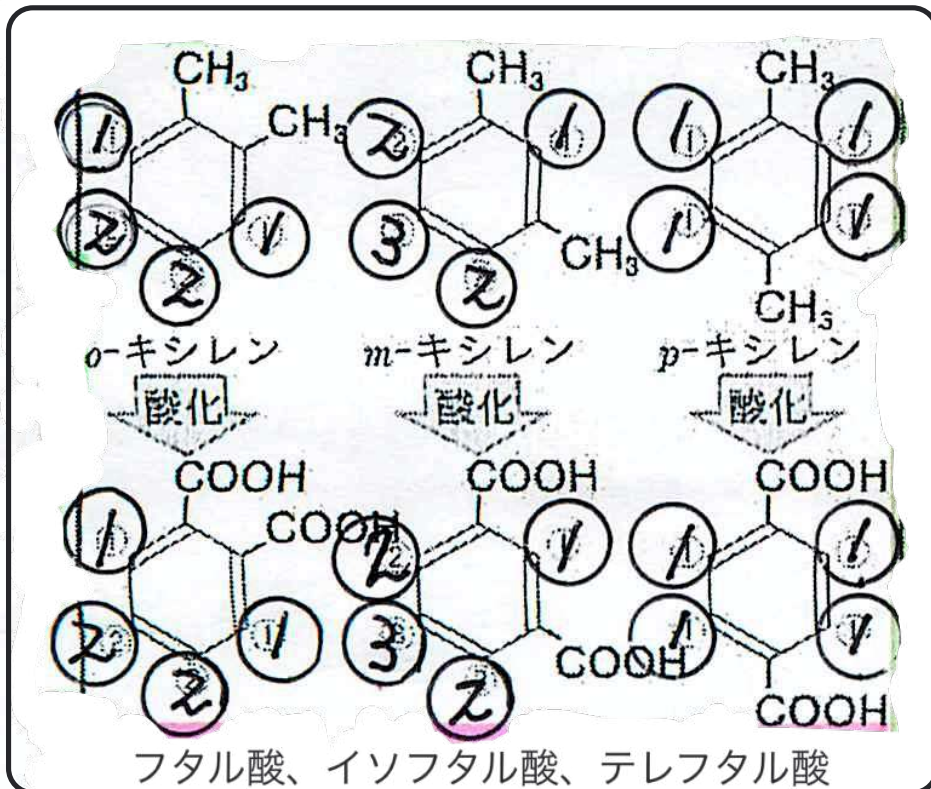
1

【step 3 ; Bに関する情報の収集→①弱酸性の芳香族化合物、②分子式は $C_8H_6O_4$ 、③ベンゼン環の水素原子1個を臭素に置き換えた場合に得られる構造は3種類】

B以外から得られるBに関する情報の収集→④ジカルボン酸と予想される。

知識(構造異性体の数)の活用 & 大胆な推論とその検証

フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸の製法



ちなみに、o-キシレンやフタル酸のベンゼン環の水素原子1個を、メチル基やカルボキシ基以外の官能基に置き換えたとき、得られる構造は2種類(①、②)あります。m-キシレンやイソフタル酸では3種類(①~③)、p-キシレンやテレフタル酸では1種類(①のみ)あります。

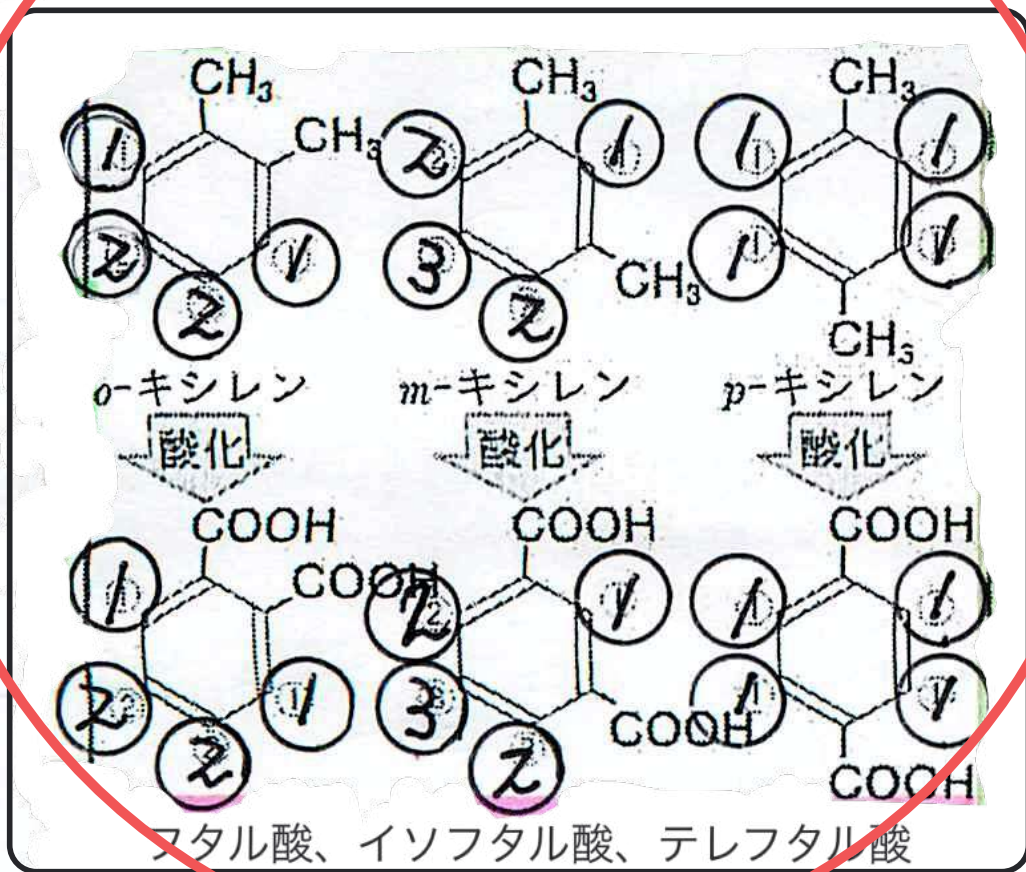
問3の解答
化合物B:

【step 3 : Bに関する情報の収集→①弱酸性の芳香族化合物、②分子式は $C_8H_6O_4$ 、③ベンゼン環の水素原子1個を臭素に置き換えた場合に得られる構造は3種類】

B以外から得られるBに関する情報の収集→④ジカルボン酸と予想される。

2 知識（構造異性体の数）の活用 & 大胆な推論とその検証

フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸の製法

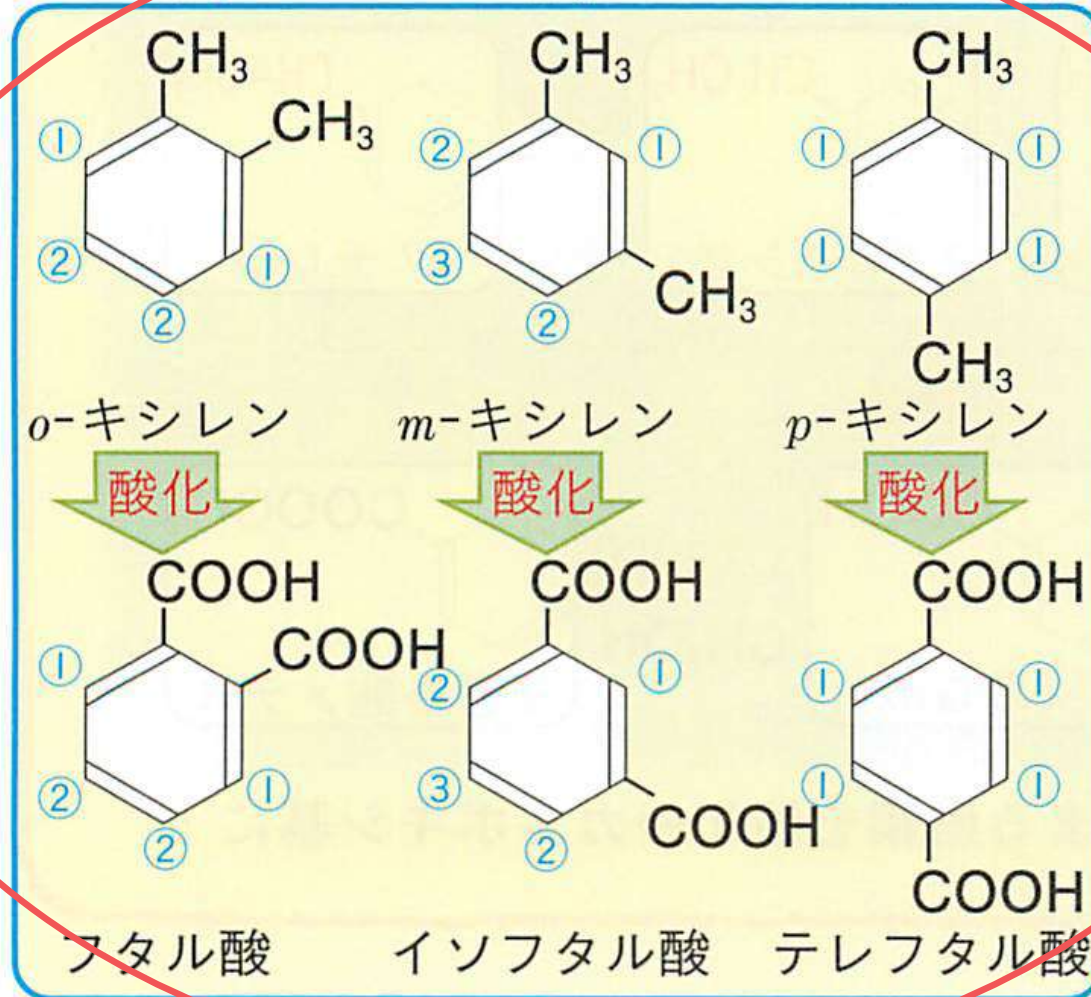


ちなみに、*o*-キシレンやフタル酸のベンゼン環の水素原子1個を、メチル基やカルボキシ基以外の官能基に置き換えたとき得られる構造は2種類 (①, ②) あります。*m*-キシレンやイソフタル酸では3種類 (①~③)、*p*-キシレンやテレフタル酸では1種類 (①のみ) あります。

問3の解答
化合物B:

次ページに詳細。

フタル酸, イソフタル酸, テレフタル酸の製法



アイテム2;芳香族化合物の位置異性体の判別には水素原子の置き換えによる異性体数の違いが利用される。

【step 3 ; Bに関する情報の収集→①弱酸性の芳香族化合物、②分子式は $C_8H_6O_4$ 、

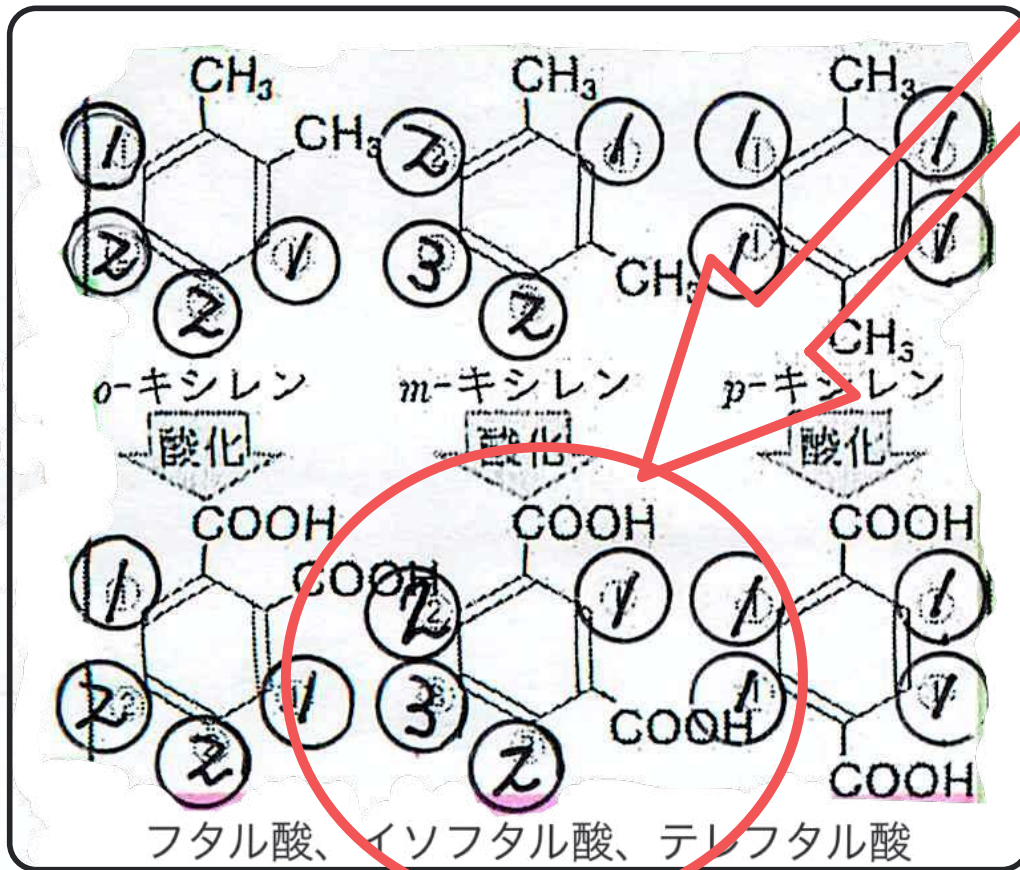
3

③ベンゼン環の水素原子1個を臭素に置き換えた場合に得られる構造は3種類】

B以外から得られるBに関する情報の収集→④ジカルボン酸と予想される。

知識（構造異性体の数）の活用 & 大胆な推論とその検証

フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸の製法



ちなみに、o-キシレンやフタル酸のベンゼン環の水素原子1個を、メチル基やカルボキシ基以外の官能基に置き換えたとき、得られる構造は2種類 (①, ②) あります。m-キシレンやイソフタル酸では3種類 (①~③), p-キシレンやテレフタル酸では1種類 (①のみ) あります。

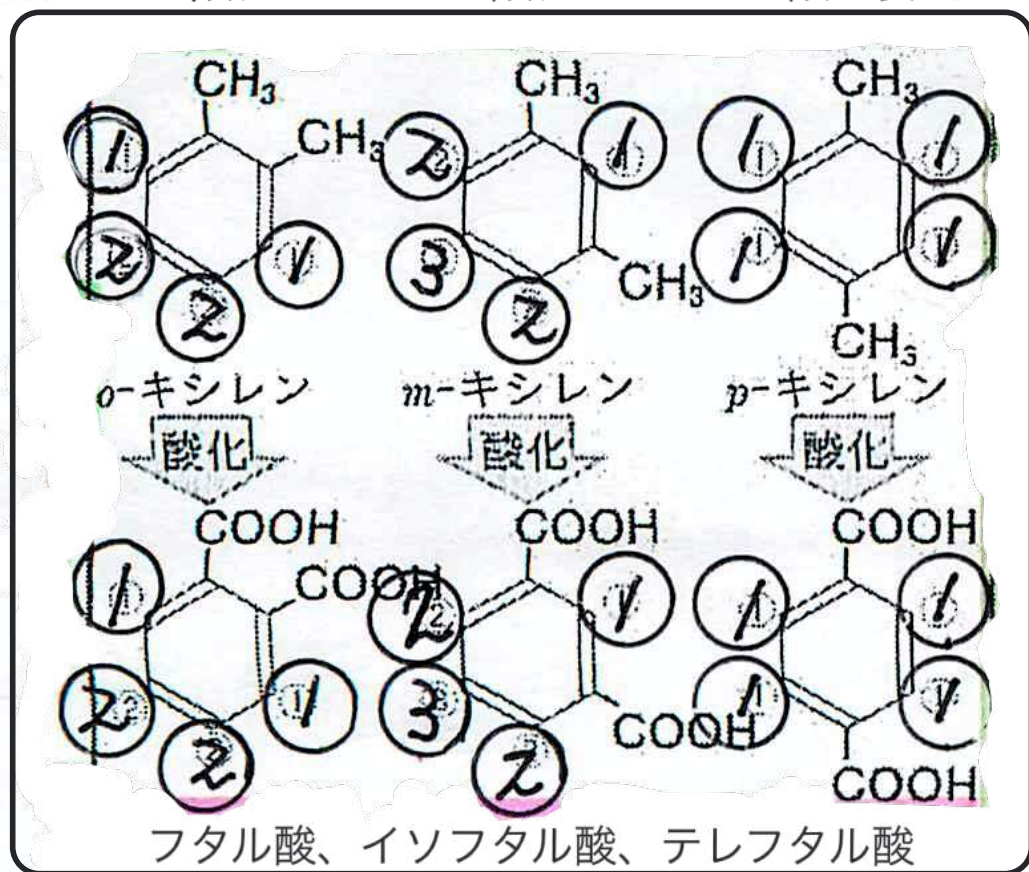
問3の解答
化合物B:

【step 3 ; Bに関する情報の収集→①弱酸性の芳香族化合物、②分子式は $C_8H_6O_4$ 、
③ベンゼン環の水素原子1個を臭素に置き換えた場合に得られる構造は3種類】

B以外から得られる④に関する情報の収集→④ジカルボン酸と予想される。

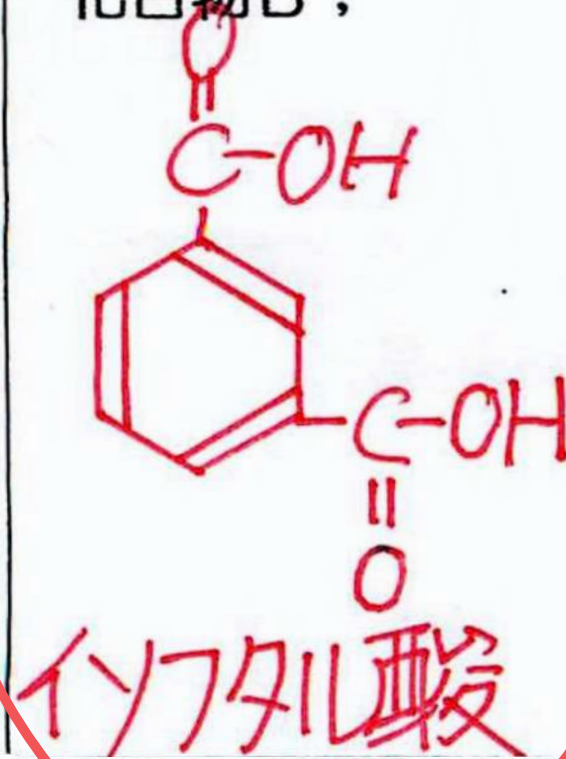
知識（構造異性体の数）の活用 & 大胆な推論とその検証

フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸の製法



ちなみに、o-キシレンやフタル酸のベンゼン環の水素原子1個を、メチル基やカルボキシ基以外の官能基に置き換えたとき、得られる構造は2種類 (①, ②) あります。m-キシレンやイソフタル酸では3種類 (①~③), p-キシレンやテレフタル酸では1種類 (①のみ) あります。

問3の解答
化合物B:



1

アルコールであることは自明。

【step 4 ; Cに関する情報の収集→ ①中性の脂肪族化合物、分子式は C_5H_8O 、
③不斉炭素原子をもつ、④五員環構造をもつ、⑤水素が付加する】

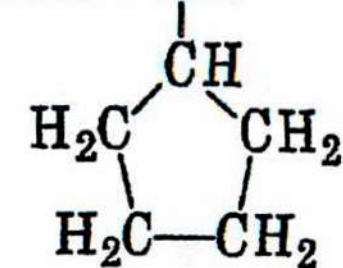
知識（不飽和度（不飽和数））の活用 & 大胆な推論とその検証

不飽和度 分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

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。

問3の解答
化合物C:

化合物E:



【step 4 ; Cに関する情報の収集→ ①中性の脂肪族化合物 ②分子式は C_5H_8O ,
③不斉炭素原子をもつ、④五員環構造をもつ、⑤水素が付加する】

知識（不飽和度（不飽和数））の活用 & 大胆な推論とその検証

不飽和度 分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

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。

不飽和度=2

問3の解答
化合物C:



【step 4 : Cに関する情報の収集→ ①中性の脂肪族化合物、分子式は C_5H_8O ,
③不斉炭素原子をもつ、④五員環構造をもつ、⑤水素が付加する】

3

知識（不飽和度（不飽和数））の活用 & 大胆な推論とその検証

不飽和度 分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

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。

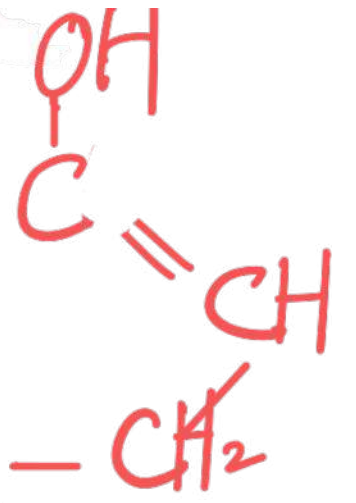
問3の解答
化合物C:



4

【step 4 ; Cに関する情報の収集→ ①中性の脂肪族化合物、分子式は C_5H_8O ,
③不斉炭素原子をもつ、④五員環構造をもつ、⑤水素が付加する】

不斉炭素原子がない。



✗



知識 (不飽和度 (不飽和数)) の活用 & 大胆な推論とその検証

不飽和度 分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

不飽和度=0

単結合のみをもつ。

不飽和度=1

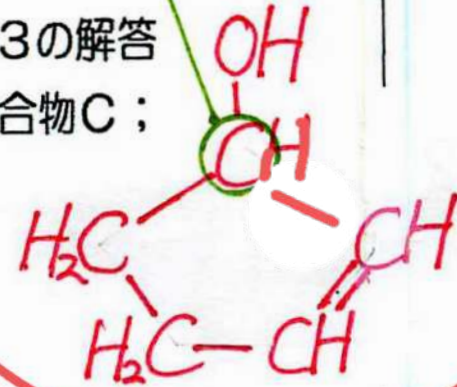
- 次の①, ②のいずれか。
- ① 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) を1つもつ。
 - ② 環状構造を1つもつ。

不飽和度=2

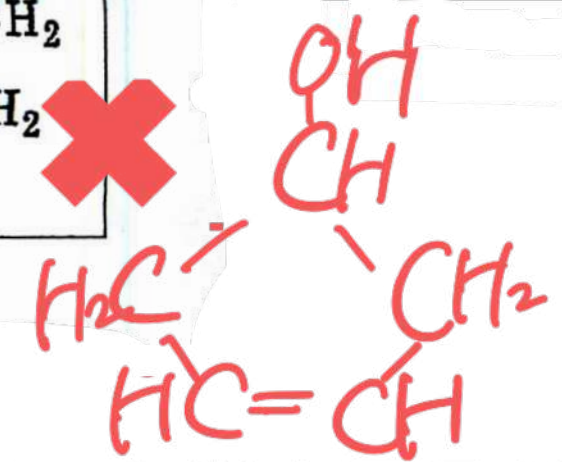
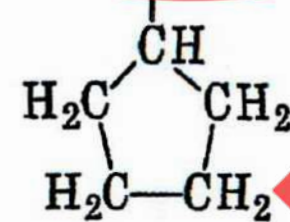
- 次の①~④のいずれか。
- ① 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) を2つもつ。
 - ② 環状構造を2つもつ。
 - ③ 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) と 環状構造 を1つずつもつ。
 - ④ 三重結合 ($C \equiv C$) を1つもつ。

不斉炭素原子

問3の解答
化合物C:



化合物E: OH



不斉炭素原子がない。

✗

エステルを構成する。

【step 4 : Cに関する情報の収集→ ①中性の脂肪族化合物、分子式は C_5H_8O 、
③不斉炭素原子をもつ、④五員環構造をもつ、⑤水素が付加する】

5

知識（不飽和度（不飽和数））の活用 & 大胆な推論とその検証

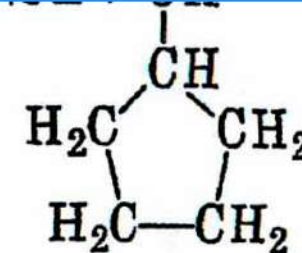
不飽和度 分子式 $C_nH_mO_l$ について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

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。

問3の解答
化合物C:



化合物E:

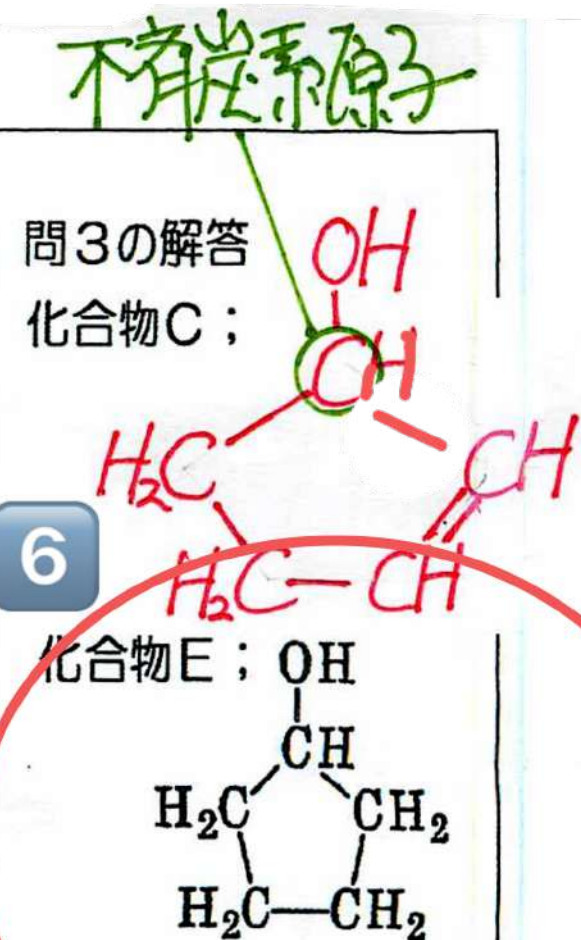


【step 4 : Cに関する情報の収集→ ①中性の脂肪族化合物、分子式はC₅H₈O,
③不斉炭素原子をもつ、④五員環構造をもつ、⑤水素が付加する】

知識（不飽和度（不飽和数））の活用 & 大胆な推論とその検証

不飽和度 分子式 C_nH_mO_l について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算

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≡C) を1つもつ。



1

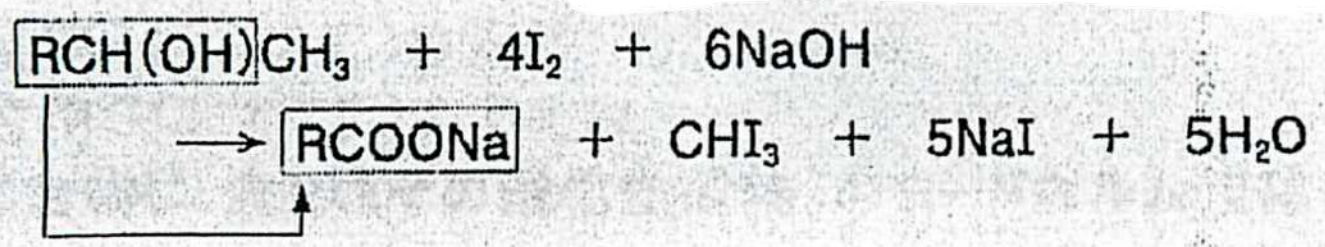
アルコールであることは自明。

【step 5 ; Dに関する情報の収集→ ①中性の脂肪族化合物、②分子式はC₃H₈O、③ヨードホルム反応を示す】

知識（ヨードホルム反応）の活用 & 推論とその検証

ヨードホルム反応 (○：陽性, ×：陰性)					
メタノール	: ×	ホルムアルデヒド	: ×	ギ酸	: ×
エタノール	: ○	アセトアルデヒド	: ○	酢酸	: ×
1-プロパノール	: ×	プロピオンアルデヒド	: ×	プロピオン酸	: ×
2-プロパノール	: ○	アセトン	: ○		

ヨードホルム反応の生成物



問3の解答
化合物D ;

問3の解答
化合物F ;

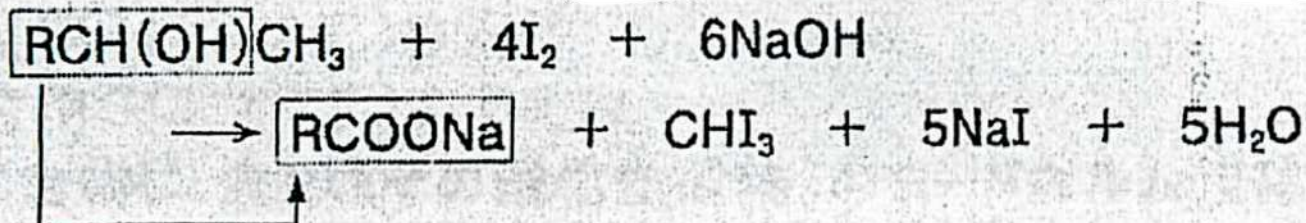
$$\begin{array}{c}
 \text{CH}_3 - \text{C} - \text{OH} \\
 \parallel \\
 \text{O}
 \end{array}$$

【step 5 ; Dに関する情報の収集→ ①中性の脂肪族化合物、②分子式は C_3H_8O 、③ヨードホルム反応を示す】

知識（ヨードホルム反応）の活用 & 推論とその検証

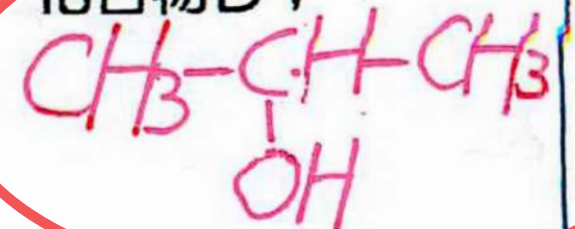
ヨードホルム反応 (○：陽性, ×：陰性)					
メタノール	: ×	ホルムアルデヒド	: ×	ギ酸	: ×
エタノール	: ○	アセトアルデヒド	: ○	酢酸	: ×
1-プロパノール	: ×	プロピオンアルデヒド	: ×	プロピオン酸	: ×
2-プロパノール	: ○	アセトン	: ○		

ヨードホルム反応の生成物



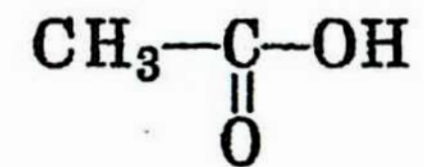
問3の解答

化合物D ;



問3の解答

化合物F ;



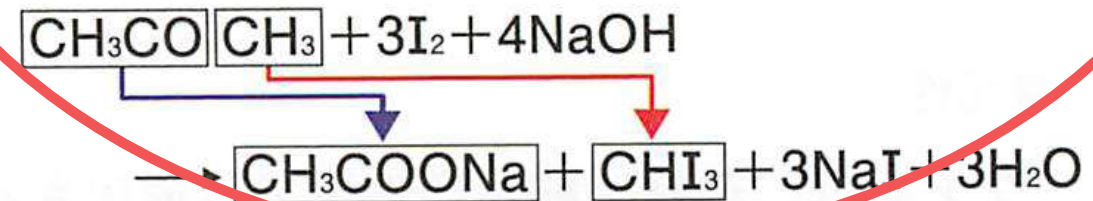
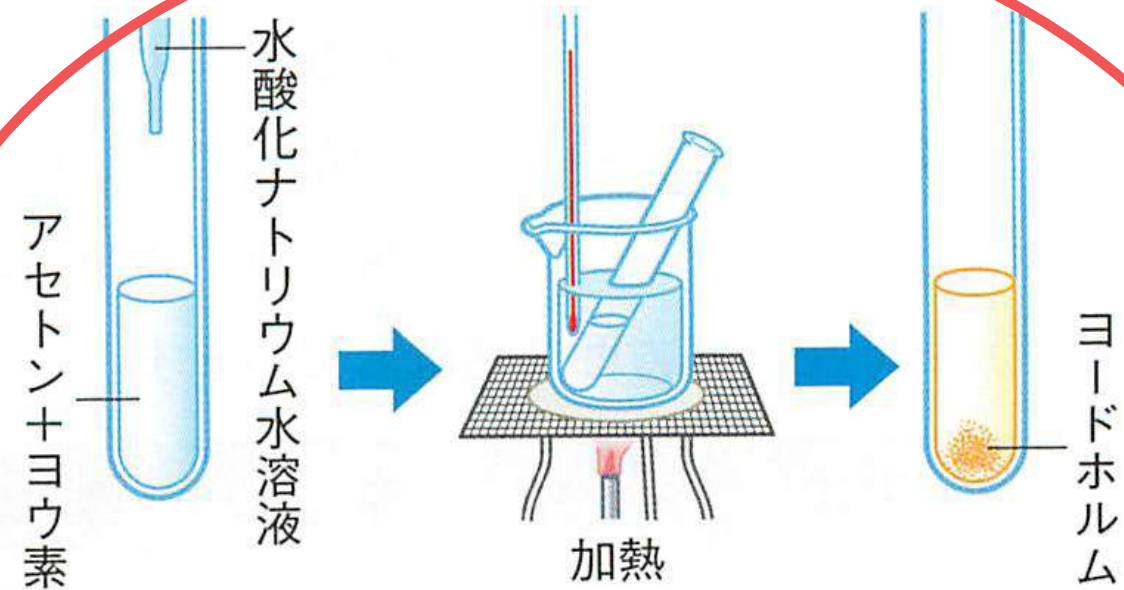
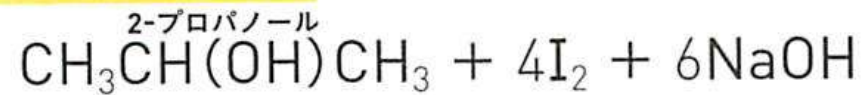
ヨードホルム反応は次ページに詳細。

● ヨードホルム反応の詳細

ヨードホルム反応

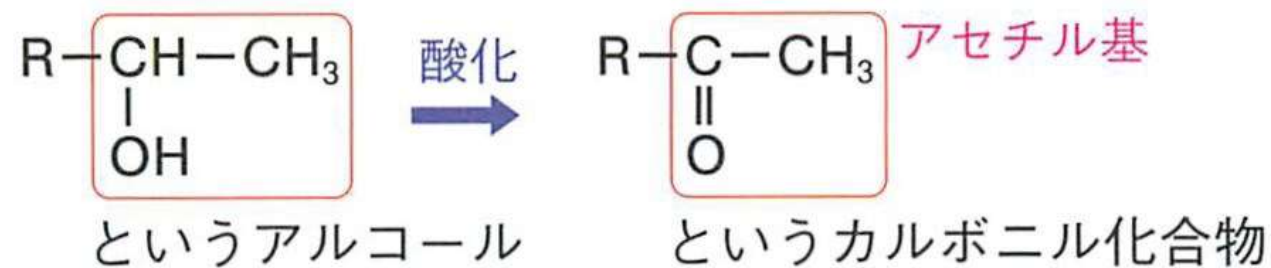
2-プロパノールやその酸化生成物であるアセトンに、ヨウ素 I_2 と水酸化ナトリウム $NaOH$ (もしくは、炭酸ナトリウム Na_2CO_3) 水溶液を加え、場合に応じて加熱すると、特異臭をもつ黄色の沈殿 CHI_3 (ヨードホルム, または, トリヨードメタン) が生成します。この反応は,

iodoform reaction
ヨードホルム反応と呼ばれる鋭敏な反応で、化合物の判別や構造決定などに利用されています。



ヨードホルム反応を示す化合物の構造

ヨードホルム反応を示すのは、右下の構造をもつカルボニル化合物、および、酸化されると右下の構造をもつようになる、左下の構造をもつアルコールです。



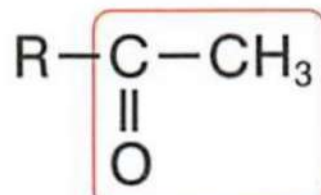
ただし、R は炭化水素基または水素原子です。すなわち、右上の構造で R- が HO- である場合（酢酸）や R- が C₂H₅O- である場合（酢酸エチル）はヨードホルム反応を示しません。

ヨードホルム反応を示す化合物の具体例

ヨードホルム反応 (○：陽性, ×：陰性)					
メタノール	: ×	ホルムアルデヒド	: ×	ギ酸	: ×
エタノール	: ○	アセトアルデヒド	: ○	酢酸	: ×
1-プロパノール	: ×	プロピオンアルデヒド	: ×	プロピオン酸	: ×
2-プロパノール	: ○	アセトン	: ○		

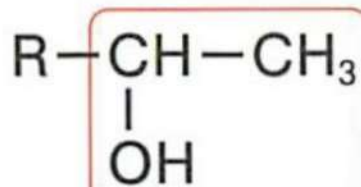
**アイテム3;ヨードホルム反応については
具体的なあれこれをまとめて
おきましょう。**

アイテム3;ヨードホルム反応については
具体的なあれこれをまとめて
おきましょう。



というカルボニル化合物

アセトアルデヒドは、ヨードホルム反応を示す唯一のアルデヒド



というアルコール

エタノールは、ヨードホルム反応を示す唯一の第一級アルコール

ちなみに、ヨードホルム反応を示すアルコールは、

RがHまたはCH₃の場合を除き、不斉炭素原子をもっています。

エステルを構成する。

【step 5 ; Dに関する情報の収集→ ①中性の脂肪族化合物、 ②分子式はC₃H₈O、 ③ヨードホルム反応を示す】

3 知識（ヨードホルム反応）の活用 & 推論とその検証

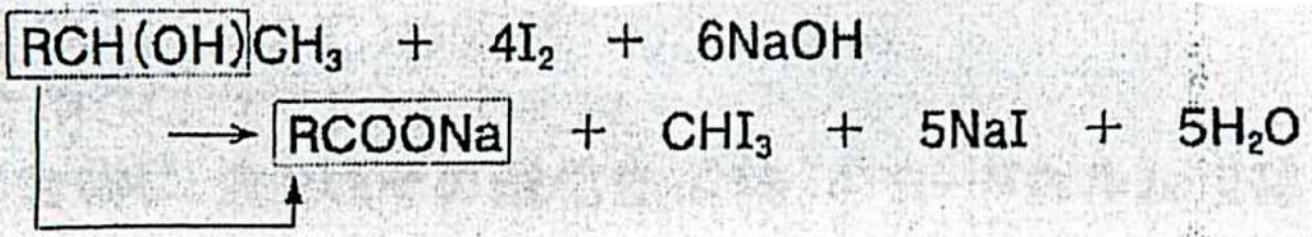
ヨードホルム反応 (○：陽性, x：陰性)

メタノール : x	ホルムアルデヒド : x	ギ酸 : x
エタノール : ○	アセトアルデヒド : ○	酢酸 : x
1-プロパノール : x	プロピオンアルデヒド : x	プロピオン酸 : x
2-プロパノール : ○	アセトン : ○	

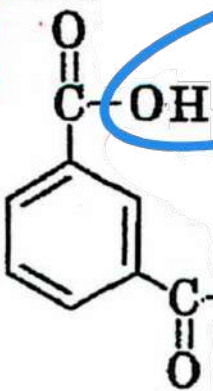
問3の解答
化合物D ;
CC(O)C

問3の解答
化合物F ;
CC(=O)O

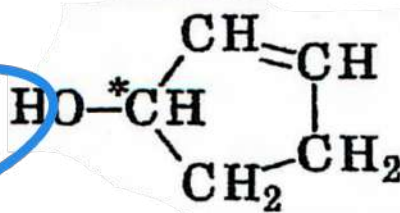
ヨードホルム反応の生成物



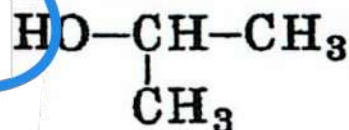
化合物B



問3の解答
化合物A:



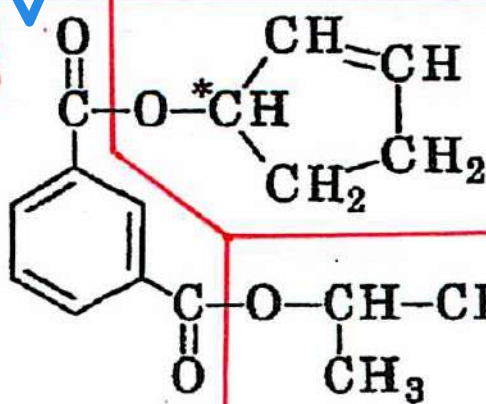
化合物C



化合物D

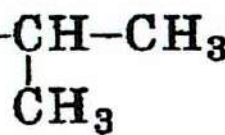
【step 6 : 結論】

化合物B



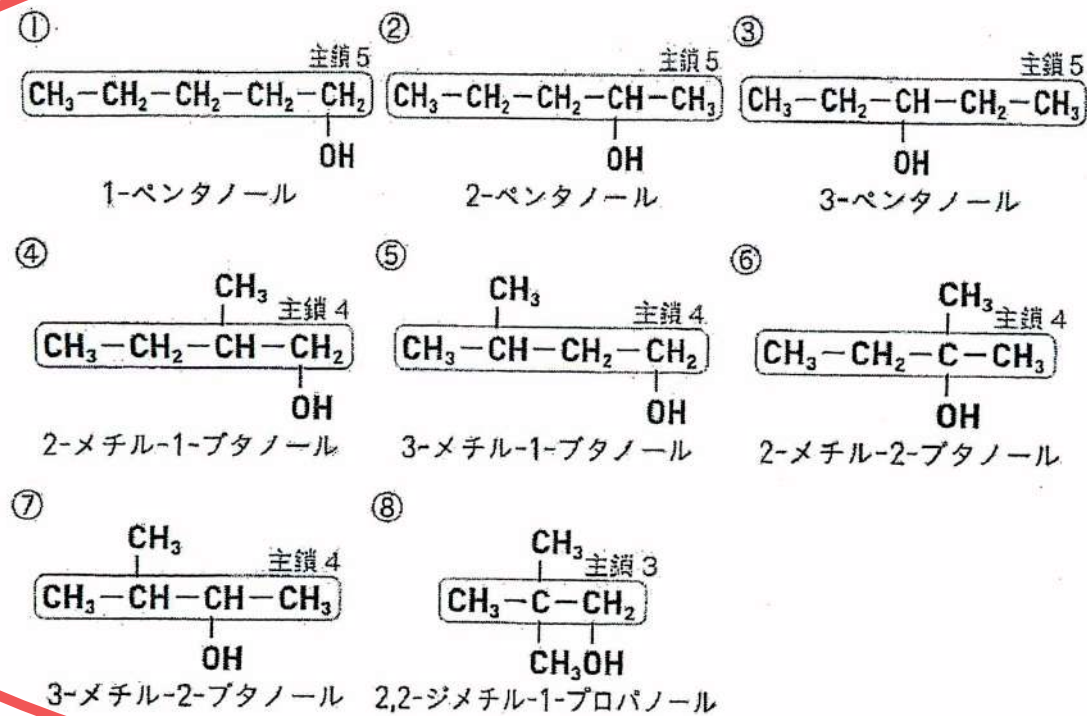
化合物C

問3の解答
化合物A:

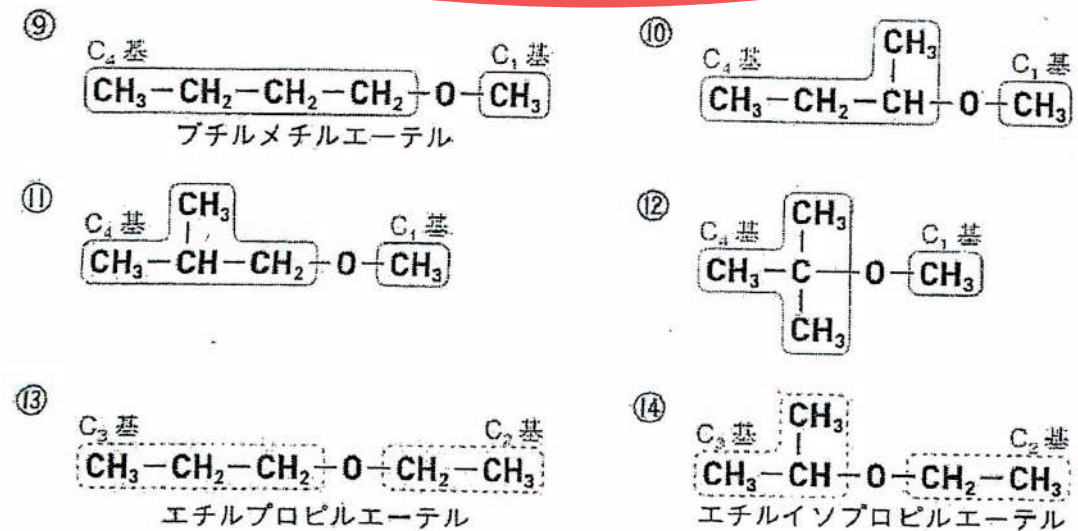


化合物D

分子式 $C_5H_{12}O$ の化合物には、14種類の構造異性体があります。その中で、アルコールであるものは、次の8種類の構造異性体です。



また、エーテルであるものは、次の6種類の構造異性体です。



		構造異性体	Naとの反応	アルコールの級数/酸化生成物の還元性	不斉炭素原子(C*)	ヨードホルム反応	本セクションで解説した特徴
主鎖の炭素原子数が5個	化合物①	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ 1-ペンタノール		第一級アルコール/酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	最も沸点が高い。
	化合物②	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}^*(\text{H})(\text{OH})-\text{CH}_3$ 2-ペンタノール		第二級アルコール/酸化生成物(ケトン)には還元性がなく、銀鏡反応は陰性で、フェーリング液も還元しない。	あり 一对の光学異性体がある。	陽性 酸化生成物も陽性である。	第二級アルコールの中でただ一つ、脱水生成物が3種類(幾何異性体を含む)ある。
	化合物③	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 3-ペンタノール		第二級アルコール/酸化生成物(ケトン)には還元性がなく、銀鏡反応は陰性で、フェーリング液も還元しない。	×	×	第二級アルコールの中でただ一つ、ヨードホルム反応を示さず、不斉炭素原子をもたない。
主鎖の炭素原子数が4個	化合物④	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}^*(\text{H})(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 2-メチル-1-ブタノール	反応して水を発生する。	第一級アルコール/酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	あり 一对の光学異性体がある。	×	第一級アルコールの中でただ一つ、不斉炭素原子をもち、一对の光学異性体が存在する。
	化合物⑤	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$ 3-メチル-1-ブタノール		第一級アルコール/酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	
	化合物⑥	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$ 2-メチル-2-ブタノール		第三級アルコール/他のアルコールと同様の、穏やかな酸化条件下では、酸化されない。	×	×	ただ一つの第三級アルコールである。ちなみに、最も沸点が低い。
	化合物⑦	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{C}^*(\text{H})(\text{OH})-\text{CH}_3$ 3-メチル-2-ブタノール		第二級アルコール/酸化生成物(ケトン)には還元性がなく、銀鏡反応は陰性で、フェーリング液も還元しない。	あり 一对の光学異性体がある。	陽性 酸化生成物も陽性である。	第二級アルコールの中でただ一つ、脱水生成物中に幾何異性体が含まれない。
	化合物⑧	$\text{CH}_3-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{OH}$ 2,2-ジメチル-1-プロパノール		第一級アルコール/酸化生成物(アルデヒド)には還元性があり、銀鏡反応を示し、フェーリング液を還元する。	×	×	分子内脱水生成物が得られない。

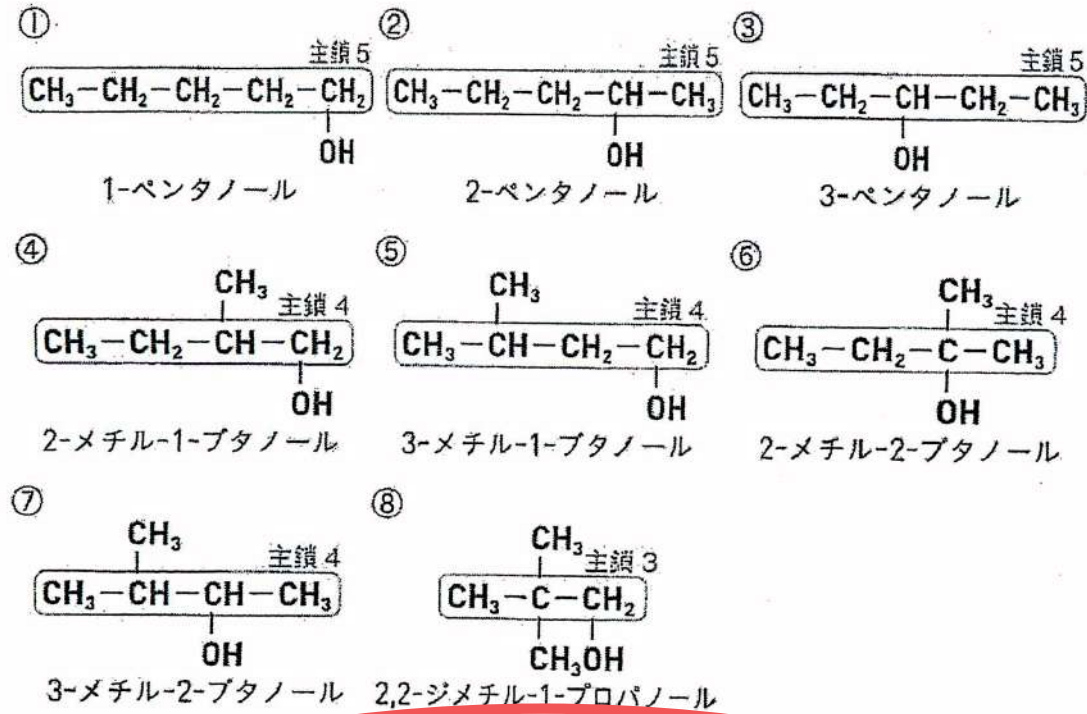
比較的判別しやすい。

判別しやすい。

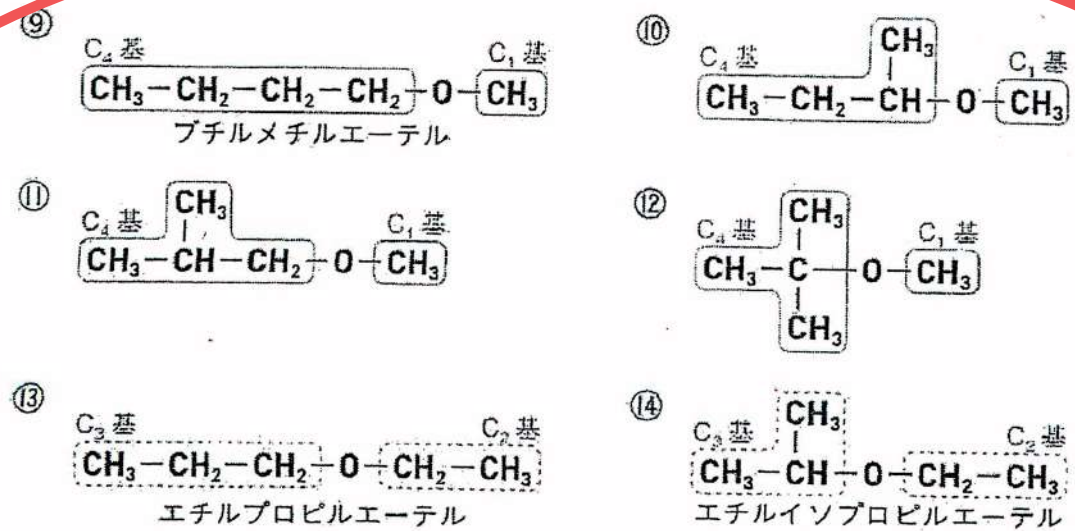
判別しやすい。

判別しやすい。

分子式 $C_5H_{12}O$ の化合物には、14 種類の構造異性体があります。その中で、アルコールであるものは、次の 8 種類の構造異性体です。



また、エーテルであるものは、次の 6 種類の構造異性体です。



4-1

二つの二重結合をもった炭化水素のことをジエンとよぶが、分子式 C_4H_4 からなるシクロブタジエン(シクロブタ-1, 3-ジエン)は環状の不飽和炭化水素であり、有機化学において重要な化合物として知られている。シクロブタジエンの構造異性体の一つとして、次の図に示すような最小の多面体である正四面体構造を有しているテトラヘドランとよばれる飽和炭化水素が挙げられる。

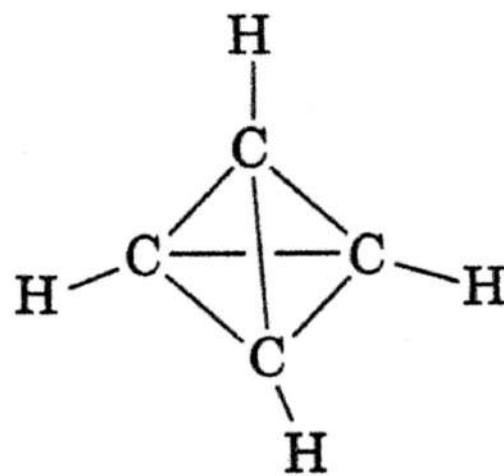


図 テトラヘドラン

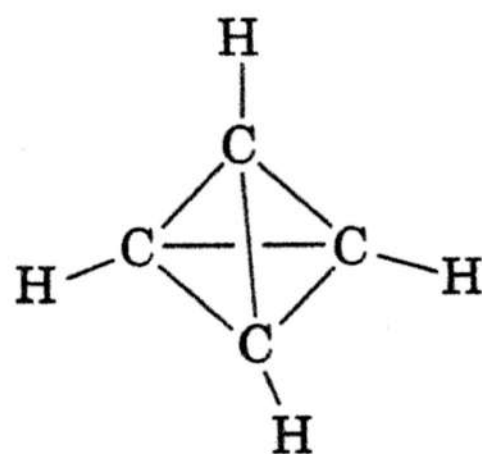


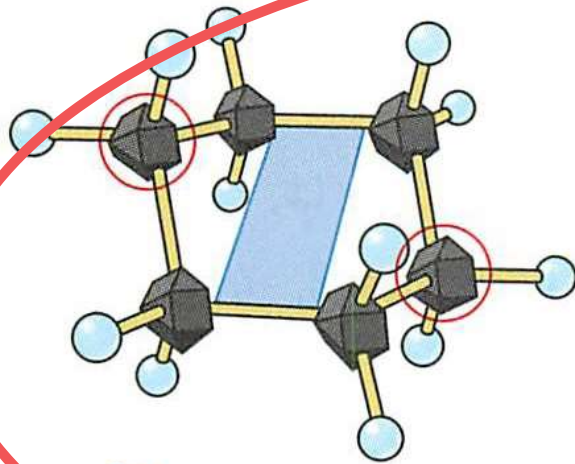
図 テトラヘドラン

テトラヘドランは四つのシクロプロパン環で構成されているために、すべてのC-C-Cのなす角が 60° でなければならない。この値はメタンで見られるH-C-Hのなす角 109.5° よりも大幅に小さくなっており、そのためテトラヘドランはひずみによる分子の不安定化が生じている。この不安定化はひずみによる過剰なエネルギーが分子に蓄えられたために起こり、そのエネルギーは「ひずみエネルギー」とよばれる。テトラヘドランを安定な化合物として合成することには成功していなかったが、1978年にドイツの化学者らによってテトラヘドランの四つの水素原子が*tert*-ブチル基-C(CH₃)₃に置換した化合物が初めて合成されている。

● シクロアルカンの構造：立体構造

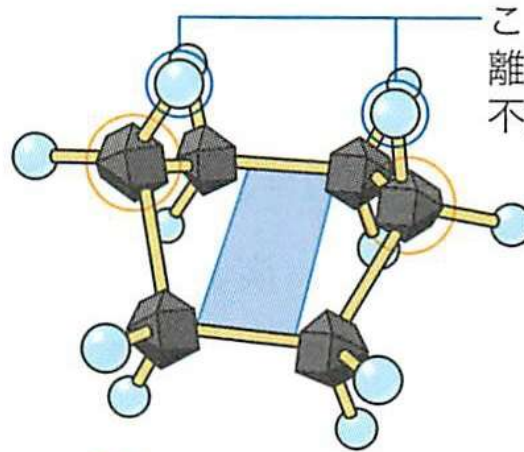
シクロヘキサンの場合

いす形 (安定)



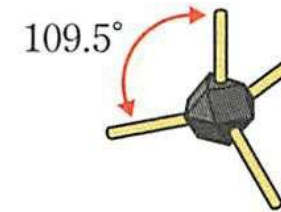
■に対して○と○が逆側にある。

舟形 (不安定)



■に対して○と○が同じ側にある。

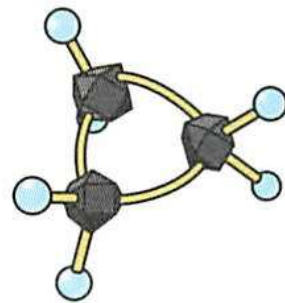
この2つの水素原子の距離が近く、反発が生じて不安定になる。



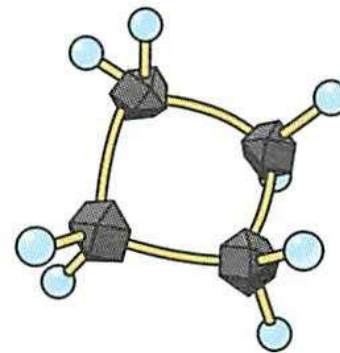
この炭素原子で無理なくつくれる。

シクロプロパン, シクロブタンの場合

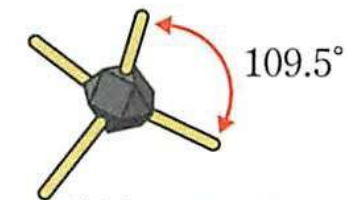
シクロプロパン



シクロブタン



であり、平面構造ではない。



この炭素原子でつくと無理な力がかかる。

● シクロアルカンの反応性

炭素原子数が 5, 6 (C_nH_{2n} : $n=5, 6$) のシクロアルカンは、アルカンと同様に、化学的に安定です。5以上 ($n \geq 5$) 一方、炭素原子数が 4 以下 ($n=3, 4$) のシクロアルカンは、化学的に不安定で、反応性に富んでいます。

生徒 『なぜ、シクロプロパン ($n=3$) やシクロブタン ($n=4$) は、化学的に不安定なのですか?』

先生 『シクロアルカンの立体構造で述べた通り、シクロプロパン ($n=3$) やシクロブタン ($n=4$) のモデルには無理な力がかかり、モデルは歪んでいる。この、歪みは、実際の分子にもあって、“ひずみエネルギー”として蓄えられている。そして、シクロプロパンやシクロブタンの“ひずみエネルギー”は、他のシクロアルカンと比べて飛び抜けて大きい』

炭素原子数	ひずみエネルギー	炭素原子数	ひずみエネルギー
$n=3$	38 kJ/mol	$n=6$	0 kJ/mol
$n=4$	27 kJ/mol	$n=7$	3 kJ/mol
$n=5$	5 kJ/mol	$n=8 \sim 10$	5 kJ/mol

問1 一般的な飽和炭化水素と不飽和炭化水素を見分ける実験方法とその結果を記せ。

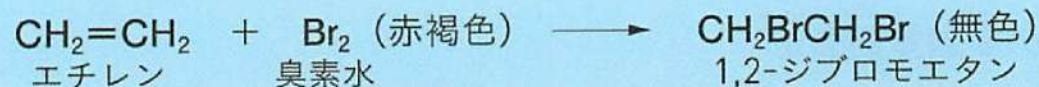
問1 臭素水を加えて赤褐色が消えるかどうかを確認する。

過マンガン酸カリウム水溶液を加えて赤紫色が消えるかどうかを確認する。

エチレン (アルケン) の確認法

生徒 『エチレンが発生したことの確認法は？』

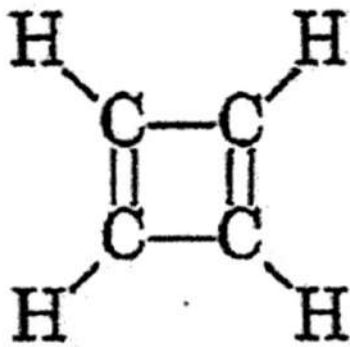
先生 『エチレン (C=C) がもつ、付加反応を起こしやすいという性質や、酸化されやすいという性質を利用しよう。例えば、発生した気体を臭素水に通して、脱色の有無を確認すればいい。発生した気体がエチレンなら、臭素 Br₂ (赤褐色) がエチレンに付加して消失し、臭素水が脱色される。



あるいは、発生した気体を塩基性の過マンガン酸カリウム KMnO₄ 水溶液に通して、脱色の有無を確認すればいい。発生した気体がエチレンなら、過マンガン酸イオン MnO₄⁻ (赤紫色) がエチレンと反応して消失し、KMnO₄ 水溶液が脱色される。ちなみに、そのときには、エチレンはヒドロキシ化されてグリコール (1,2-ジオール) になり、MnO₄⁻ は還元されて酸化マンガン(IV) MnO₂ の黒色沈殿になるよ。実験は慎重に！臭素は、蒸気の吸引はもちろん、皮膚への付着も避けるべきだよ』

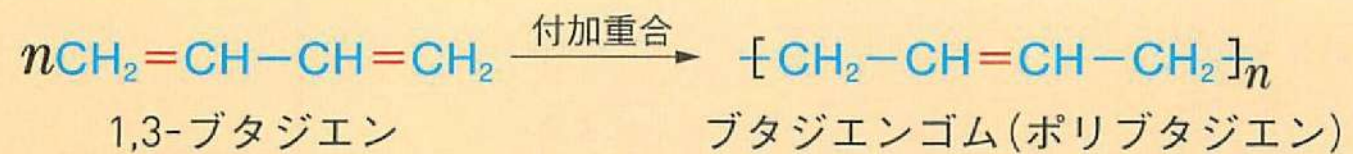
問2 シクロブタジエンの構造式を記せ。

問2



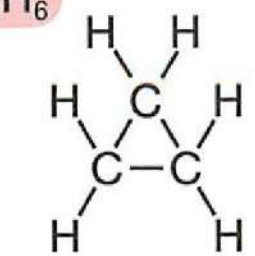
● ブタジエン

四塩化チタンなどを触媒に用いて、1,3-ブタジエンを付加重合させると、ブタジエンゴム（ポリブタジエン）が得られます。



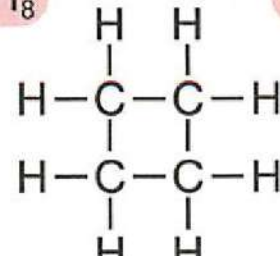
● シクロアルカンの代表例

C_3H_6



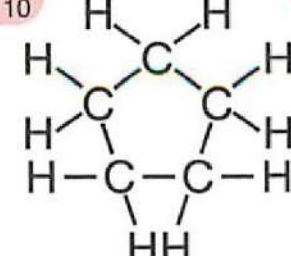
シクロプロパン

C_4H_8



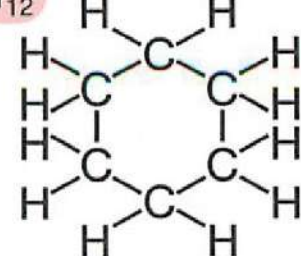
シクロブタン

C_5H_{10}



シクロペンタン

C_6H_{12}



シクロヘキサン

問3 分子式 C_4H_4 からなる鎖式炭化水素の構造式をすべて記せ。

問3 $HC\equiv C-CH=CH_2$, $H_2C=C=C=CH_2$

不飽和度 (不飽和数)

不飽和度=3 1×3 か $1+2$

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。 ③ 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) を2つもつ。 ④ 環状構造を2つもつ。 ⑤ 二重結合 ($C=C$ または $C=O$) と環状構造を1つずつもつ。 ⑥ 三重結合 ($C\equiv C$) を1つもつ。

問3 分子式 C_4H_4 からなる鎖式炭化水素の構造式をすべて記せ。

問3 $HC\equiv C-CH=CH_2$, $H_2C=C=C=CH_2$

不飽和度 (不飽和数)

不飽和度=3

1×3 か 1+2

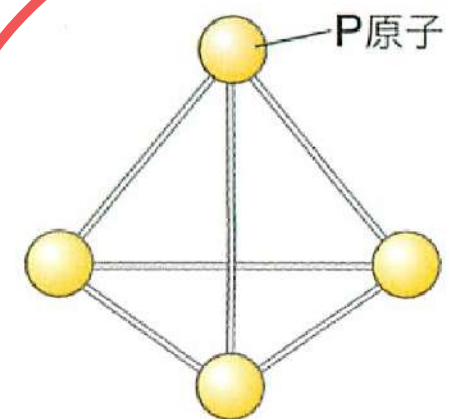
分子式 C_nH_mO について $\frac{1}{2}(2n+2-m)$ を計算し、その値を不飽和度 (不飽和数) と定義することになります。この不飽和度 $\left(\text{不飽和度} = \frac{1}{2}(2n+2-m) \right)$ は、次表のように、不飽和の状況 ($C=C$, $C\equiv C$, 環状構造の所有状況) を表しています。

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。

問4 テトラヘドランと同様の正四面体構造をもつ
典型元素の同素体の名称を記せ。

問4 黄リン (白リン)

【黄リン P_4 の構造】 黄リンは、淡黄色のロウ状固体で、リンの同素体のひとつ^{*1}です。黄リンは、おもに、4個のリン原子が共有結合してできた正四面体構造をもつ分子からなり、その表記には分子式 P_4 が用いられます。ちなみに、黄リンの高い反応性は、このような構造と無関係ではありません。また、黄リンは、精製すると白色になるために、白リンと呼ばれることもあります。



問5 (1) ブタンが完全燃焼するときの熱化学方程式を記せ。

化合物は分子式で記すこと。

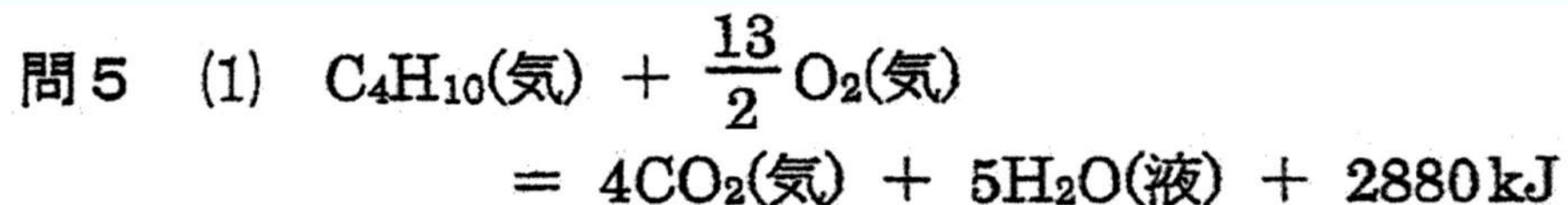


表 直鎖アルカンおよびシクロプロパンの燃焼熱

化合物名	燃焼熱 [kJ/mol]
ペンタン	3540
ブタン	2880
プロパン	2220
シクロプロパン	2090

問5 (2) 表の燃焼熱の値から、直鎖アルカンのメチレン基(-CH₂-)1 mol が燃焼したと仮定した場合の燃焼熱[kJ/mol]を推測せよ。

問5 (2) 660 kJ/mol

表 直鎖アルカンおよびシクロプロパンの燃焼熱

化合物名	燃焼熱 [kJ/mol]
------	--------------

ブタン 2880

ブタン C₄H₁₀

差 CH₂ 1個:

プロパン 2220

プロパン C₃H₈

$$2880 \text{ kJ/mol} - 2220 \text{ kJ/mol} = 660 \text{ kJ/mol}$$

よって、CH₂の燃焼熱は 660kJ/mol と推測される。

化合物名	燃焼熱 [kJ/mol]
------	--------------

ペンタン 3540

ペンタン C₅H₁₂

差 CH₂ 1個:

ブタン 2880

ブタン C₄H₁₀

$$3540 \text{ kJ/mol} - 2880 \text{ kJ/mol} = 660 \text{ kJ/mol}$$

よって、CH₂の燃焼熱は 660kJ/mol と推測される。

問5 (3)

シクロプロパンに蓄えられているひずみエネルギー[kJ/mol]を記せ。

ただし、ここではシクロプロパンの実際の燃焼熱と、

表より

2090 kJ/mol

ひずみがないと仮定した場合のシクロプロパンから予測される燃焼熱

との差をひずみエネルギーとする。

(3) 110 kJ/mol

問5 (3)

シクロプロパンに蓄えられているひずみエネルギー[kJ/mol]を記せ。

ただし、ここではシクロプロパンの実際の燃焼熱と、

2090 kJ/mol

前問の結論より、ひずみがないと仮定した場合のシクロプロパンから予測される燃焼熱

シクロプロパン C_3H_6 は CH_2 を 3 つもつので、
ひずみがないと仮定したときの燃焼熱は、
 $660 \text{ kJ/mol} \times 3 = 1980 \text{ kJ/mol}$

との差をひずみエネルギーとする。

(3) 110 kJ/mol

問5 (3)

シクロプロパンに蓄えられているひずみエネルギー[kJ/mol]を記せ。

ただし、ここではシクロプロパンの実際の燃焼熱と、

$$2090 \text{ kJ/mol}$$

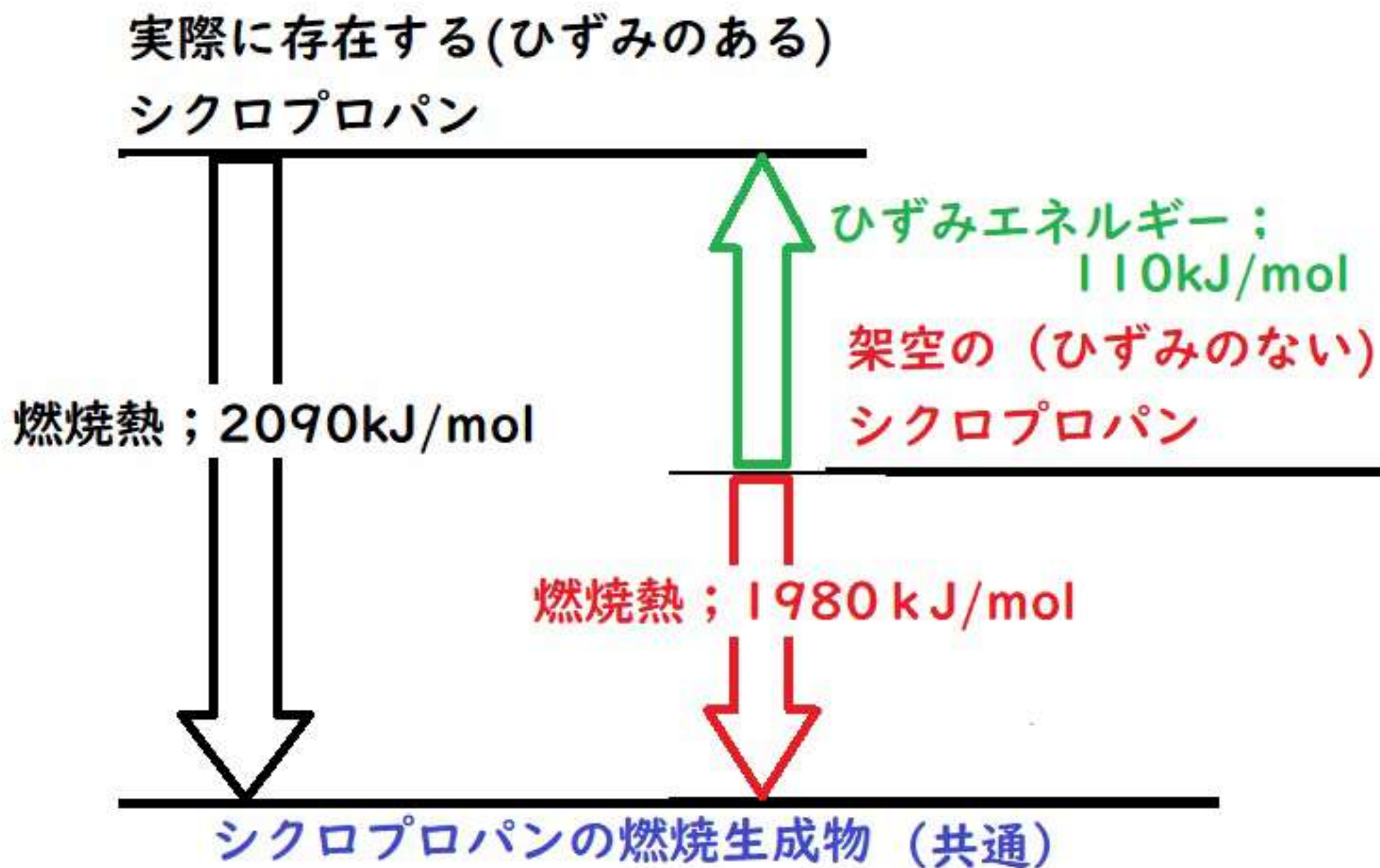
ひずみがないと仮定した場合のシクロプロパンから予測される燃焼熱

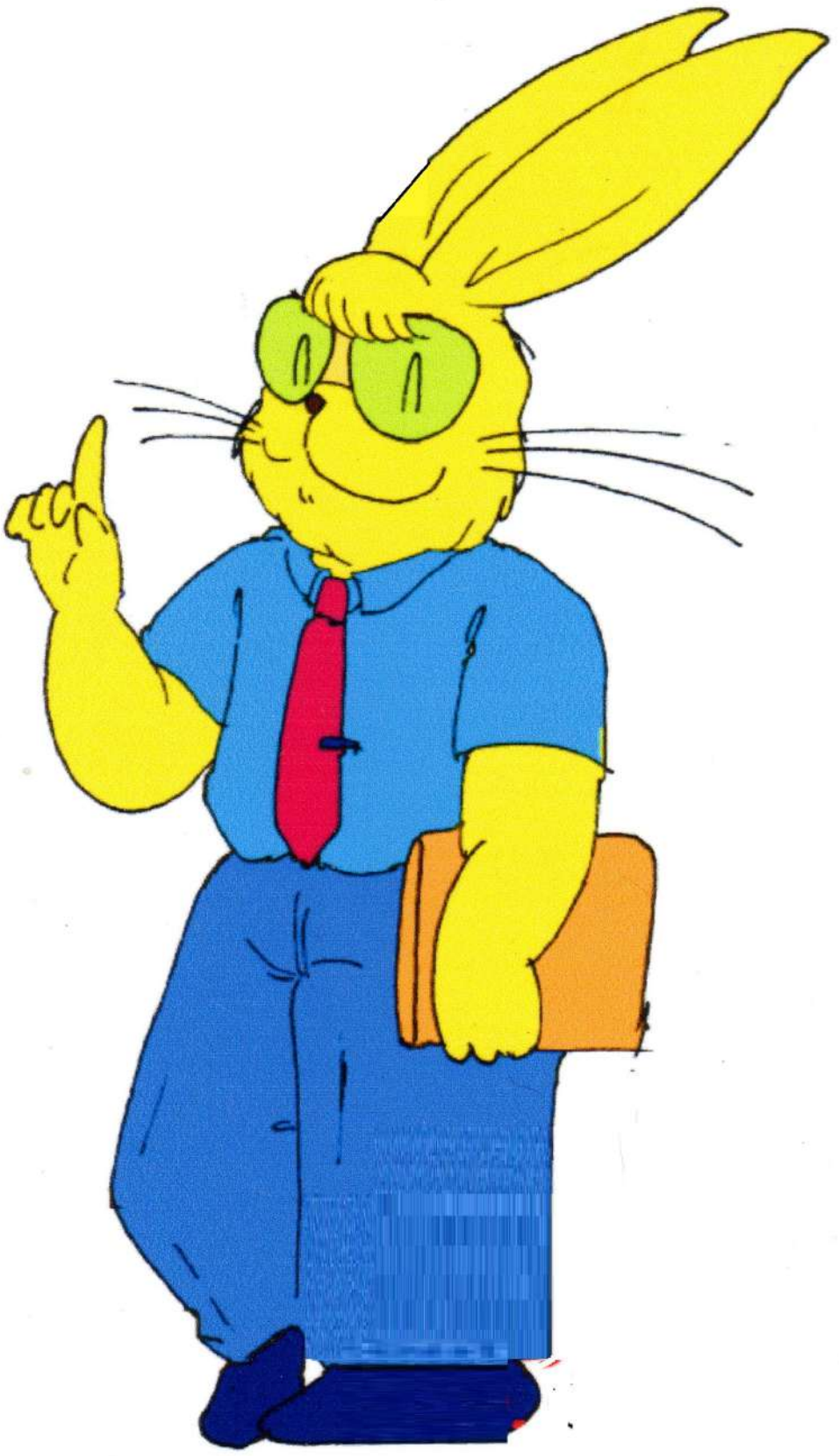
$$\begin{aligned} & \text{シクロプロパン } \text{C}_3\text{H}_6 \text{ は } \text{CH}_2 \text{ を } 3 \text{ つもつので,} \\ & \text{ひずみがないと仮定したときの燃焼熱は,} \\ & 660 \text{ kJ/mol} \times 3 = 1980 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

との差をひずみエネルギーとする。

$$\begin{aligned} & \text{よって, シクロプロパンに蓄えられたひずみエネルギーは,} \\ & 2090 \text{ kJ/mol} - 1980 \text{ kJ/mol} = 110 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$(3) \quad 110 \text{ kJ/mol}$$

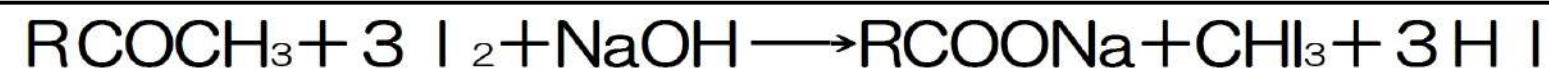
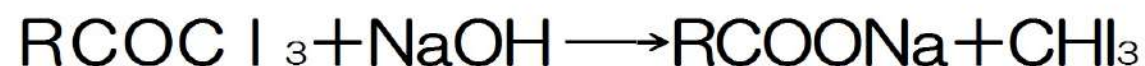
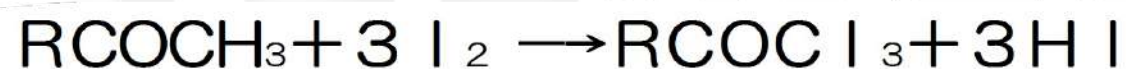




【アルコールのヨードホルム反応の反応式】



【ケトンのヨードホルム反応の反応式】



ちなみに、次式は第2級アルコールからケトンへの酸化
反の反応式である。これに「ケトンのヨードホルム反応
の反応式」を足し加えると、「アルコールのヨードホルム
反応の反応式」になる。

