各設問ごとに知恵を絞るか、
どの設問も同じ式で解くか、決めておこう。

固体の溶解度の関係式　水に対する溶解度（飽和溶液中で，水 100 g 当たりに溶けている溶質の g 数）を S〔g/ 水 100 g〕とおくと，飽和溶液において，次の関係式が成立します。

$$\frac{\overset{\text{飽和溶液中の}}{\text{溶質の質量(g)}}}{\text{飽和溶液の質量(g)}}=\frac{S}{100+S}$$

または，

$$\frac{\overset{\text{飽和溶液中の}}{\text{溶質の質量(g)}}}{\overset{\text{飽和溶液中の}}{\text{溶媒の質量(g)}}}=\frac{S}{100}$$

飽和溶液（結晶が析出するときなど）においては，必ずこれらの関係式が成立する！

固体の溶解度の関係式って？

飽和溶液（結晶が析出するときなど）においては，必ずこれらの式が成立する。

$$\frac{\text{溶質の質量}}{\text{飽和溶液の質量}}=\frac{S}{100+S}\quad \text{または}\quad \frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}}=\frac{S}{100}$$

結晶の析出量の計算は，これらの式を用いれば解ける！

2－1　固体の溶解度（鳥取大学）

どの設問も同じ式で解く場合には

【解答を導入するために必要な知識】

［式A］ $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液の質量(g)}\pm\text{溶液の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{100+\text{最終温度での溶解度}}$

または，

［式B］ $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶媒の質量(g)}\pm\text{溶媒の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{100}$

【解答を導入するために必要な知識】

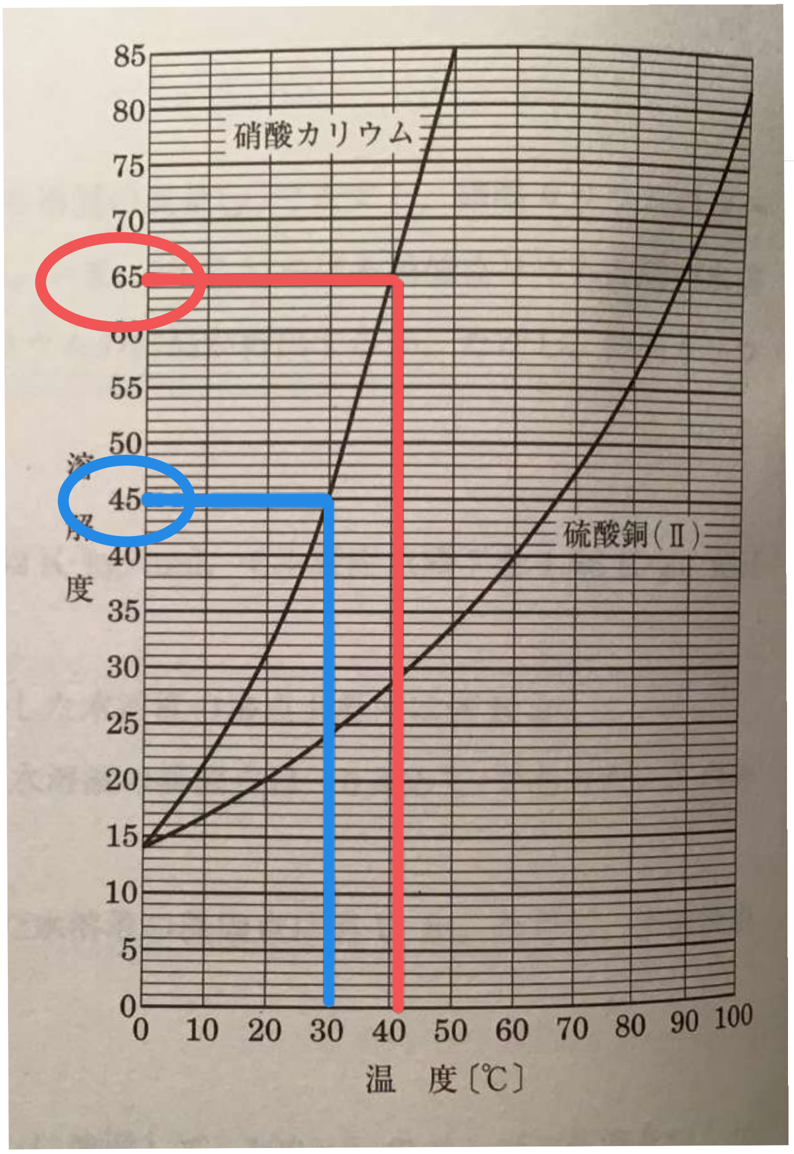
［式Ａ］ $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)±溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液の質量(g)±溶液の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{\text{１００＋最終温度での溶解度}}$

または，

［式Ｂ］ $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)±溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶媒の質量(g)±溶媒の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{\text{１００}}$

AでもBでもよい。

問1の解法例



【解答を導入するために必要な知識】

［式A］ $\dfrac{溶質の質量}{溶液の質量}=\dfrac{最初の溶質の質量(g)\pm 溶質の変化量(g)}{最初の溶液の質量(g)\pm 溶液の変化量(g)}=\dfrac{溶解度}{100+最終温度での溶解度}$

または，

［式B］ $\dfrac{溶質の質量}{溶媒の質量}=\dfrac{最初の溶質の質量(g)\pm 溶質の変化量(g)}{最初の溶媒の質量(g)\pm 溶媒の変化量(g)}=\dfrac{溶解度}{100}$

問1の解法例；例えば，［式B］を用いる（~~ちょっと回りくどい解き方ですが~~）と，加える硝酸カリウムの質量を x（g）とすると，

$$\dfrac{\boxed{最初の溶質の質量\ 100\times\frac{65}{100+65}}\ \boxed{\pm\ -\ 溶質の変化量\ x}}{\boxed{最初の溶媒の質量\ 100\times\frac{100}{100+65}}\ \boxed{\pm\ \pm\ 溶媒の変化量\ 0}}=\dfrac{\boxed{溶解度\ 45}}{100}$$

$\therefore x=12.1\,g$

問1の解答；12 g

次スライドで説明します。

~~簡単な解法があります。~~

【解答を導入するために必要な知識】

［式Ａ］

$$\frac{溶質の質量}{溶液の質量}=\frac{最初の溶質の質量(g)\pm溶質の変化量(g)}{最初の溶液の質量(g)\pm溶液の変化量(g)}=\frac{溶解度}{100+最終温度での溶解度}$$

または，

［式Ｂ］

$$\frac{溶質の質量}{溶媒の質量}=\frac{最初の溶質の質量(g)\pm溶質の変化量(g)}{最初の溶媒の質量(g)\pm溶媒の変化量(g)}=\frac{溶解度}{100}$$

問１の解法例；例えば，［式Ｂ］を用いる（ちょっと回りくどい解き方ですが）と，
加える硝酸カリウムの質量を x（g）とすると，

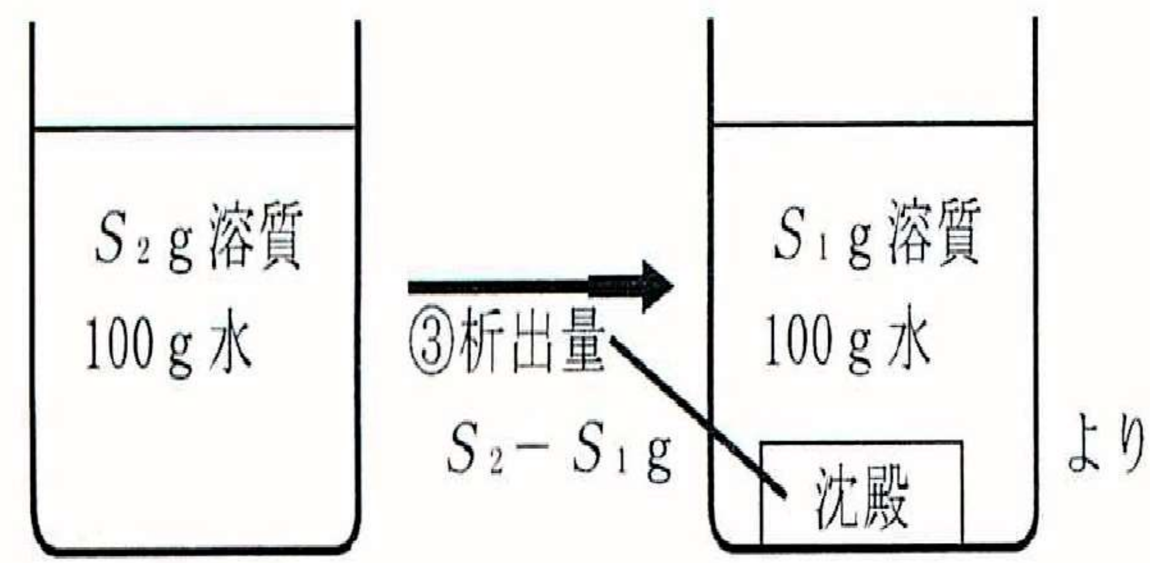
$$\frac{\underbrace{100\times\frac{65}{100+65}}_{最初の溶質の質量}\ \underbrace{-}_{\pm}\ \underbrace{x}_{溶質の変化量}}{\underbrace{100\times\frac{100}{100+65}}_{最初の溶媒の質量}\ \underbrace{\pm}_{\pm}\ \underbrace{0}_{溶媒の変化量}}=\frac{\underbrace{45}_{溶解度}}{100}$$

$\therefore\ x=12.1\,g$

問１の解答；１２ g

『飽和溶液の温度を下げたとき、結晶水を含まない沈殿が生成したとき』には

①高温側の飽和溶液　　②低温側の飽和溶液



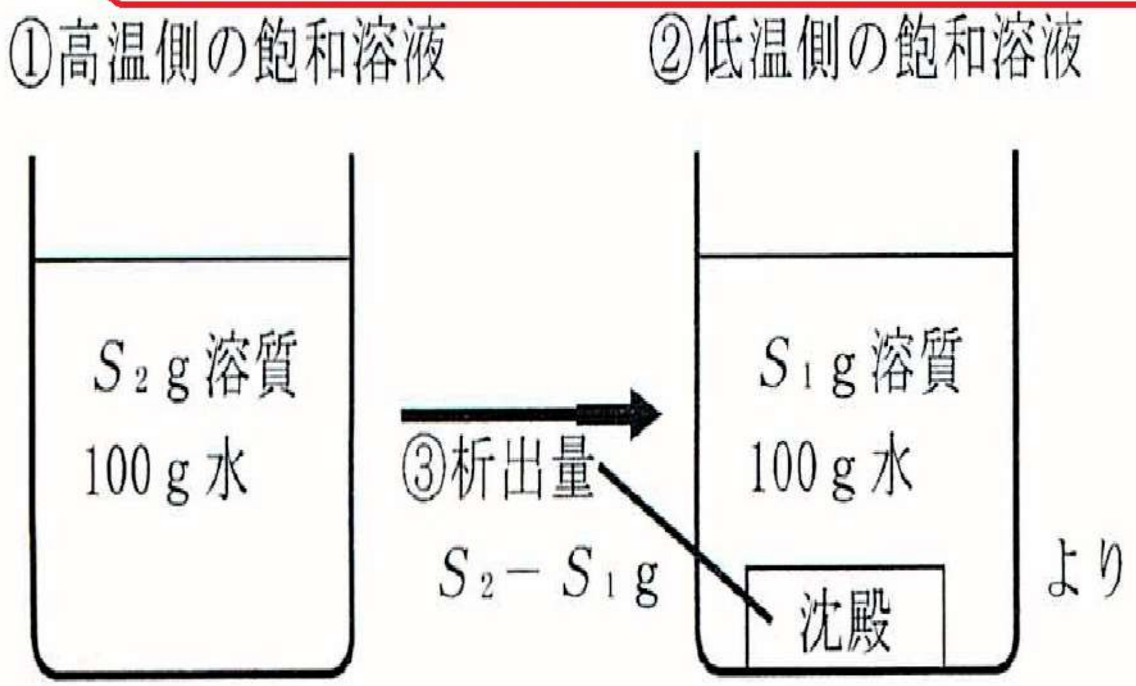
より

④　関係式（Ⅲ式）

$$\frac{\text{析出量(g)}}{\text{溶液の質量(g)}} = \frac{S_2 - S_1}{100 + S_2}$$

が成立する。

『飽和溶液の温度を下げたとき、結晶水を含まない沈殿が生成したとき』には



より

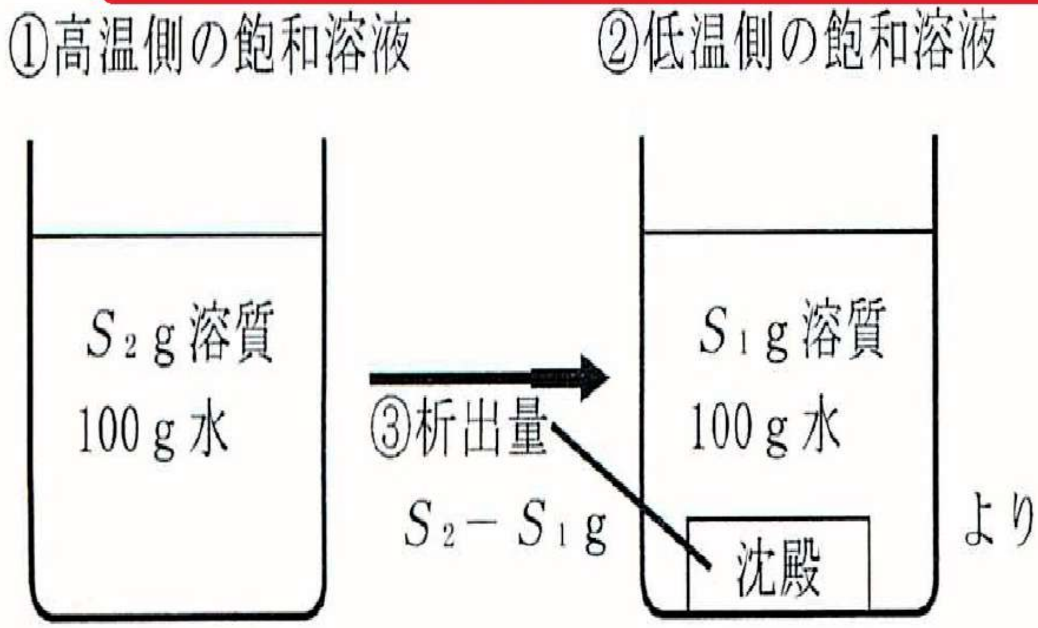
④ 関係式（Ⅲ式）

$$\frac{析出量(g)}{溶液の質量(g)} = \frac{S_2 - S_1}{100 + S_2}$$

が成立する。

$$析出量(g) = 溶液の質量(g) \times \frac{S_2 - S_1}{100 + S_2}$$

『飽和溶液の温度を下げたとき、結晶水を含まない沈殿が生成したとき』には



より

④ 関係式（Ⅲ式）

$$\frac{析出量(g)}{溶液の質量(g)} = \frac{S_2 - S_1}{100 + S_2}$$

が成立する。

$$析出量(g) = 溶液の質量(g) \times \frac{S_2 - S_1}{100 + S_2}$$

問1の場合　$\chi = 100 \times \dfrac{65 - 45}{100 + 65} = 12.1\,(g)$

どの設問も同じ式で解く場合には

【解答を導入するために必要な知識】

[式A]

$$\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}}=\frac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液の質量(g)}\pm\text{溶液の変化量(g)}}=\frac{\text{溶解度}}{100+\text{最終温度での溶解度}}$$

または，

[式B]

$$\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}}=\frac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶媒の質量(g)}\pm\text{溶媒の変化量(g)}}=\frac{\text{溶解度}}{100}$$

AでもBでもよい。

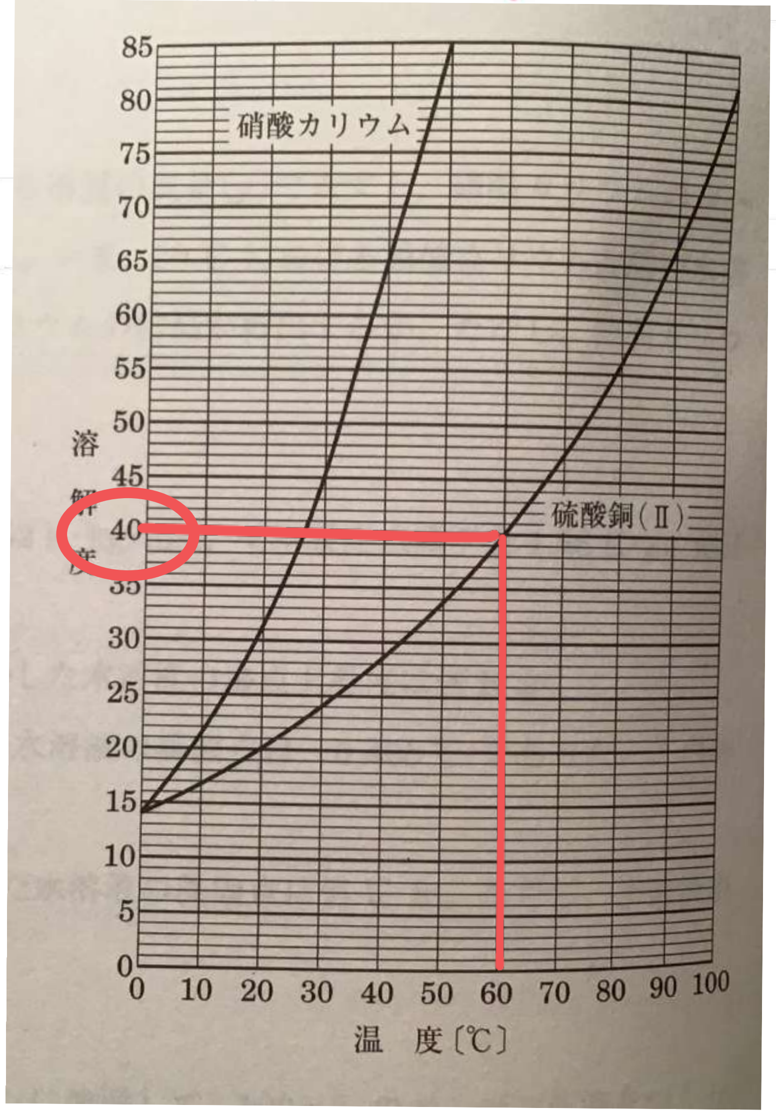
【解答を導入するために必要な知識】

［式A］ $\dfrac{溶質の質量}{溶液の質量}=\dfrac{最初の溶質の質量(g)\pm溶質の変化量(g)}{最初の溶液の質量(g)\pm溶液の変化量(g)}=\dfrac{溶解度}{100+最終温度での溶解度}$

または，

［式B］ $\dfrac{溶質の質量}{溶媒の質量}=\dfrac{最初の溶質の質量(g)\pm溶質の変化量(g)}{最初の溶媒の質量(g)\pm溶媒の変化量(g)}=\dfrac{溶解度}{100}$

問2の解法例；



【解答を導入するために必要な知識】

［式Ａ］ $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液の質量(g)}\pm\text{溶液の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{100+\text{最終温度での溶解度}}$

または，

［式Ｂ］ $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶媒の質量(g)}\pm\text{溶媒の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{100}$

問２の解法例；例えば，［式Ａ］を用いる（ちょっと回りくどい解き方ですが)と，
求める五水和物の質量を y（g）とすると，この五水和物中に含まれている溶質の質量は
$y\times\dfrac{160}{250}$（g）なので，

$$\dfrac{\boxed{\text{最初の溶質の質量}\quad y\times\frac{160}{250}}\ \boxed{\pm\ \text{溶質の変化量}\quad \pm\ 0}}{\boxed{\text{最初の溶液の質量}\pm\text{溶液の変化量}\quad\text{つまり、最終的な溶液の質量}\quad 100}}=\dfrac{\boxed{\text{溶解度}\quad 40}}{100+\boxed{\text{溶解度}\quad 40}}$$

$y=44.6\,\mathrm{g}$ **問２の解答**：４５ g

【解答を導入するために必要な知識】

[式A] $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液の質量(g)}\pm\text{溶液の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{100+\text{最終温度での溶解度}}$

または，

[式B] $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶媒の質量(g)}\pm\text{溶媒の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{100}$

ついでに，

[式C] $\text{飽和溶液中の溶質の質量(g)}=\text{飽和溶液の質量(g)}\times\dfrac{\text{溶解度}}{100+\text{溶解度}}$

問2の解法例；例えば，[式A]を用いる（ちょっと回りくどい解き方ですが）と，

求める五水和物の質量を y（g）とすると，この五水和物中に含まれている溶質の質量は $y\times\dfrac{160}{250}$（g）なので，

$$\dfrac{\boxed{y\times\dfrac{160}{250}}_{\text{最初の溶質の質量}}\ \boxed{\pm\ 0}_{\pm\text{溶質の変化量}}}{\boxed{100}_{\text{最初の溶液の質量}\pm\text{溶液の変化量}}}=\dfrac{\boxed{40}_{\text{溶解度}}}{100+\boxed{40}_{\text{溶解度}}}$$

最初の溶液の質量±溶液の変化量
つまり、最終的な溶液の質量

$y=44.6g$

；あるいは，[式C]を用いてもよい。

問2の解答；４５　g

$y\times\dfrac{160}{250}=100\times\dfrac{40}{100+40}\quad y=44.6g$

どの設問も同じ式で解く場合には

【解答を導入するために必要な知識】

［式A］

$$\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}}=\frac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液の質量(g)}\pm\text{溶液の変化量(g)}}=\frac{\text{溶解度}}{100+\text{最終温度での溶解度}}$$

または，

［式B］

$$\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}}=\frac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶媒の質量(g)}\pm\text{溶媒の変化量(g)}}=\frac{\text{溶解度}}{100}$$

AでもBでもよい。

【解答を導入するために必要な知識】

[式A]

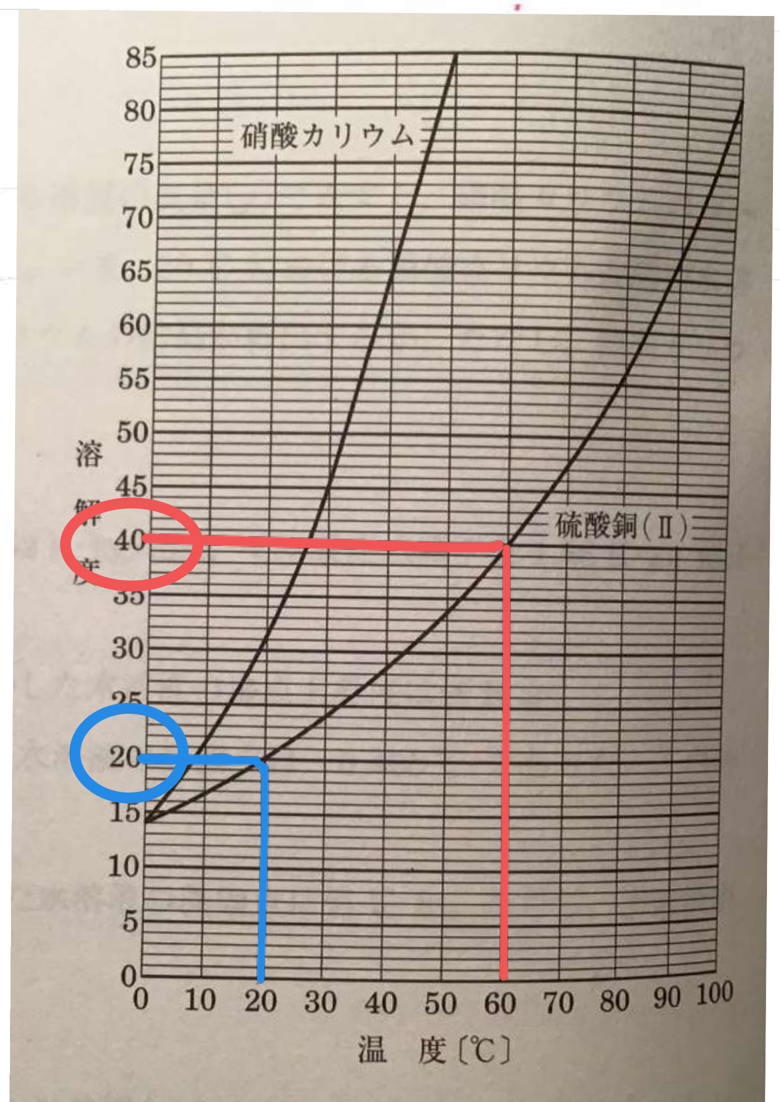
$$\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}}=\frac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液の質量(g)}\pm\text{溶液の変化量(g)}}=\frac{\text{溶解度}}{\text{100+最終温度での溶解度}}$$

または，

[式B]

$$\frac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}}=\frac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶媒の質量(g)}\pm\text{溶媒の変化量(g)}}=\frac{\text{溶解度}}{100}$$

問3の解法例



【解答を導入するために必要な知識】

[式A] $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶液の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶液の質量(g)}\pm\text{溶液の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{100+\text{最終温度での溶解度}}$

または，

[式B] $\dfrac{\text{溶質の質量}}{\text{溶媒の質量}}=\dfrac{\text{最初の溶質の質量(g)}\pm\text{溶質の変化量(g)}}{\text{最初の溶媒の質量(g)}\pm\text{溶媒の変化量(g)}}=\dfrac{\text{溶解度}}{100}$

問3の解法例；例えば，[式A] を用いると，

求める五水和物の質量を z（g）とすると，この五水和物中に含まれている溶質の質量は $z\times\dfrac{160}{250}$（g）であり，また，最初の飽和溶液１００（g）中に含まれている溶質の質量は $100\times\dfrac{40}{100+40}$（g）なので、

$$\dfrac{\boxed{\text{最初の溶質の質量}\quad 100\times\dfrac{40}{100+40}}\ \boxed{\pm\ \text{溶質の変化量}\quad -z\times\dfrac{160}{250}}}{\boxed{\text{最初の溶液の質量}\quad 100}\ \boxed{\pm\ \text{溶液の変化量}\quad -z}}=\dfrac{\boxed{\text{溶解度}\quad 20}}{100+\boxed{\text{溶解度}\quad 20}}$$

問３の解答；２５ g

$z=25.1$(g)

硫酸銅(Ⅱ)の水に対する溶解度はある温度 T_2（高温側）で S_2 である。いま，温度 T_2 で硫酸銅（Ⅱ）の飽和水溶液を作成し，その W〔g〕をとって徐々に温度 T_1（低温側）にまで冷却して硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶を析出させた。このとき，何gの $CuSO_4\cdot5H_2O$ が析出したか。ただし，硫酸銅（Ⅱ）の T_1 における溶解度は S_1 である。x g が析出したとして，x を求めよ。

《もしも，どーしても，上述のタイプの問題を公式化したければ（ただし，Cu=64 とする）》

$$\text{析出量}\,x\,(\text{g}) = \frac{250}{160-0.9S_1}\times\frac{S_2-S_1}{S_2+100}\times W\,(\text{g})$$

とんでもなく極端なことを言うと、たいていの場合には、Cuの原子量は64と与えられ、温度変化による溶解度の変化は40→20と与えられるので、

『析出量＝0. 251×最初の飽和溶液の質量』

で求まってしまいます。

問3の場合;100×0.251=25.1(g)

2－2　希薄溶液の性質　（日本歯科大学）

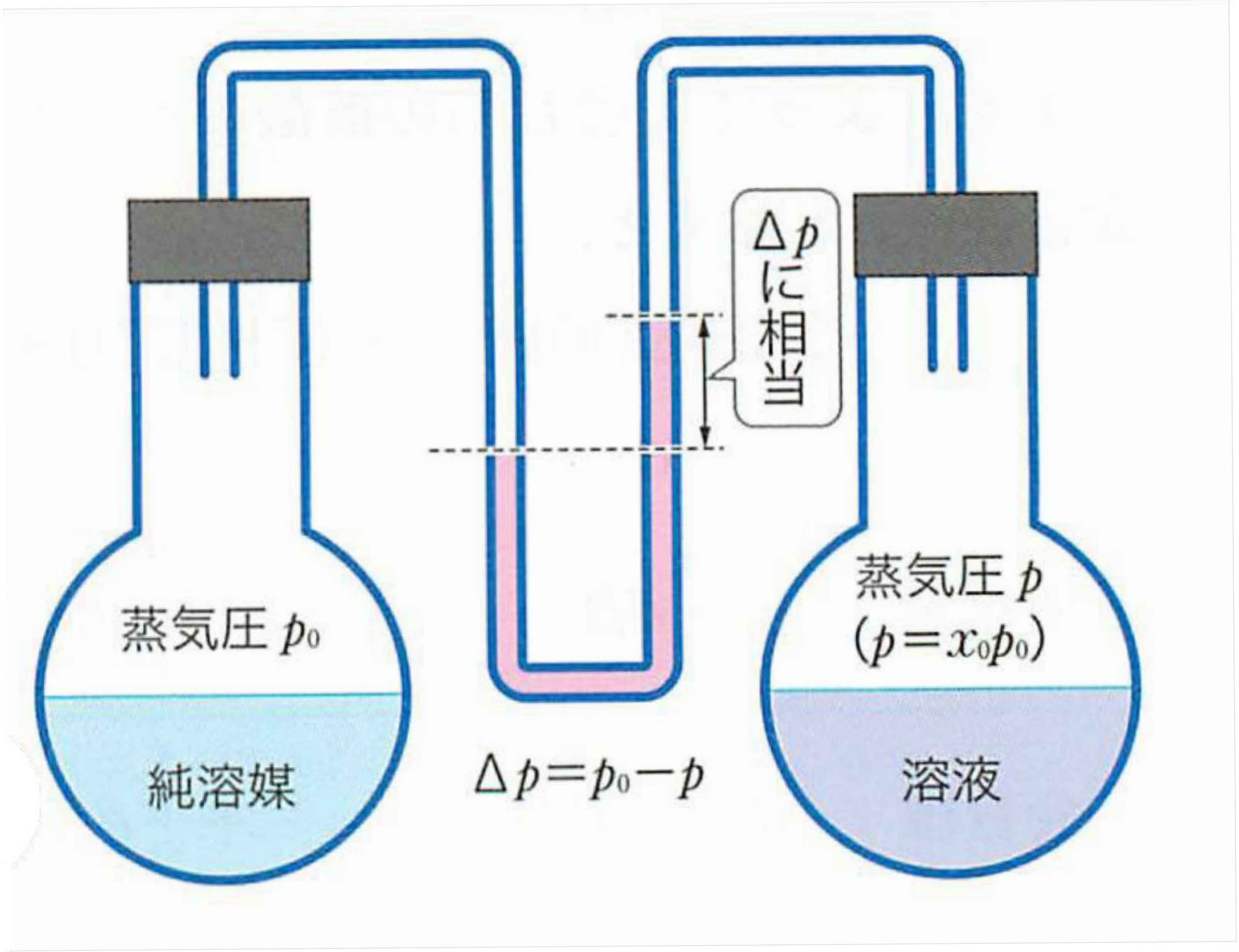
1行目～6行目　蒸気圧降下

蒸気圧降下って？

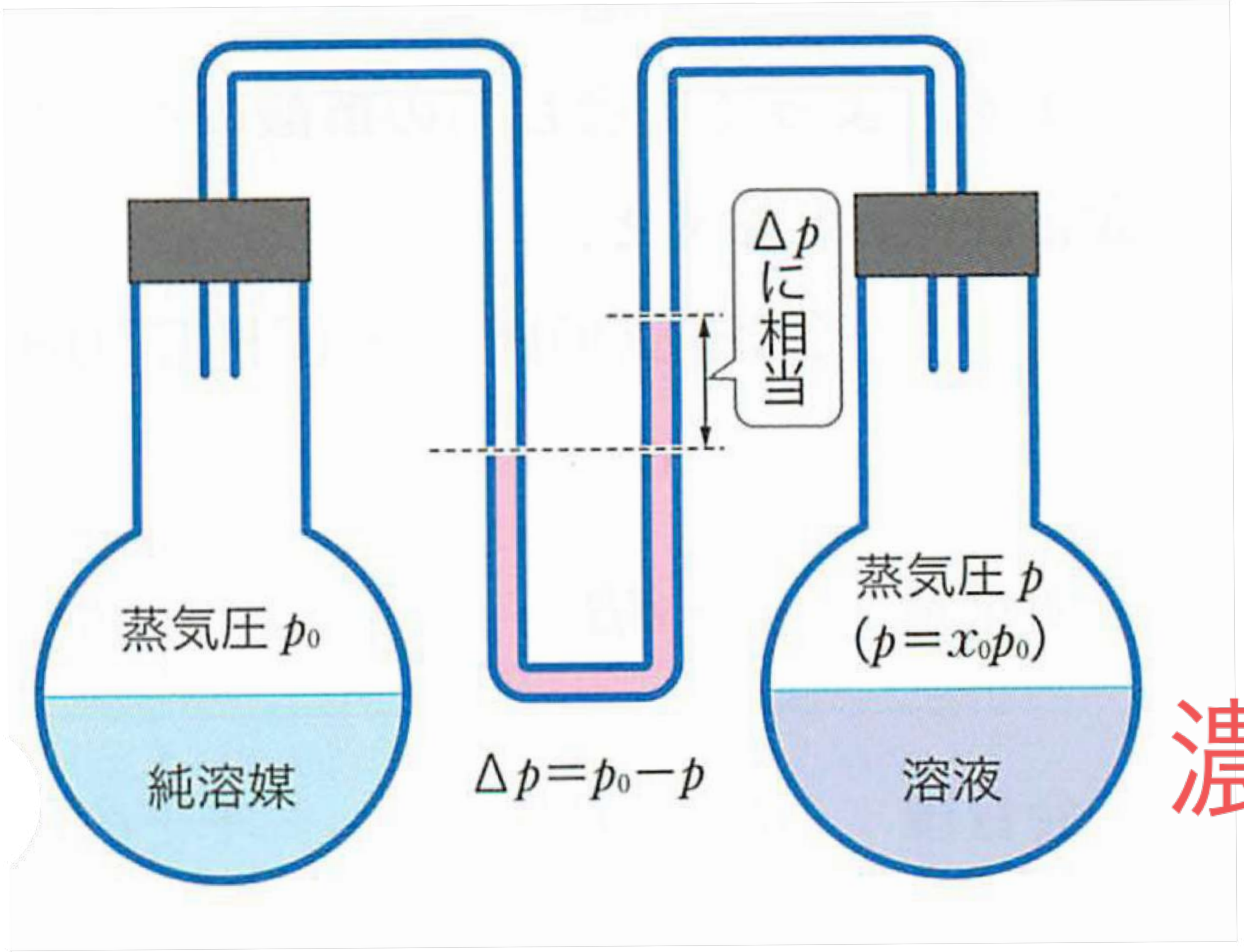
溶液の蒸気圧が，純粋な溶媒の蒸気圧に比べて，低くなる現象。

ただし，溶質が不揮発性の物質であるときに起こる現象！

次ページ参照

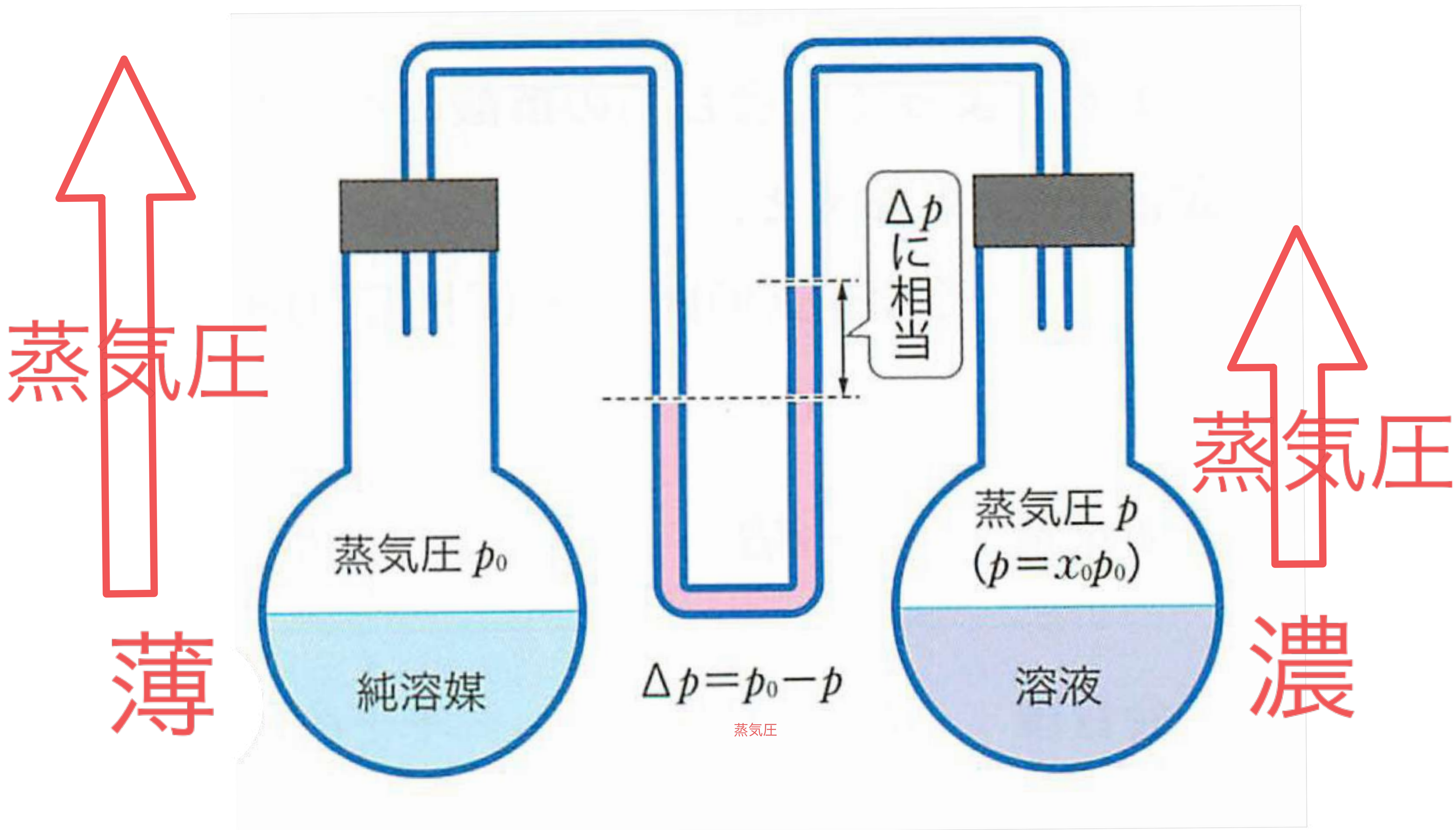


Δp
に
相当
蒸気圧 p_0
純溶媒
$\Delta p = p_0 - p$
蒸気圧 p
$(p = x_0 p_0)$
溶液



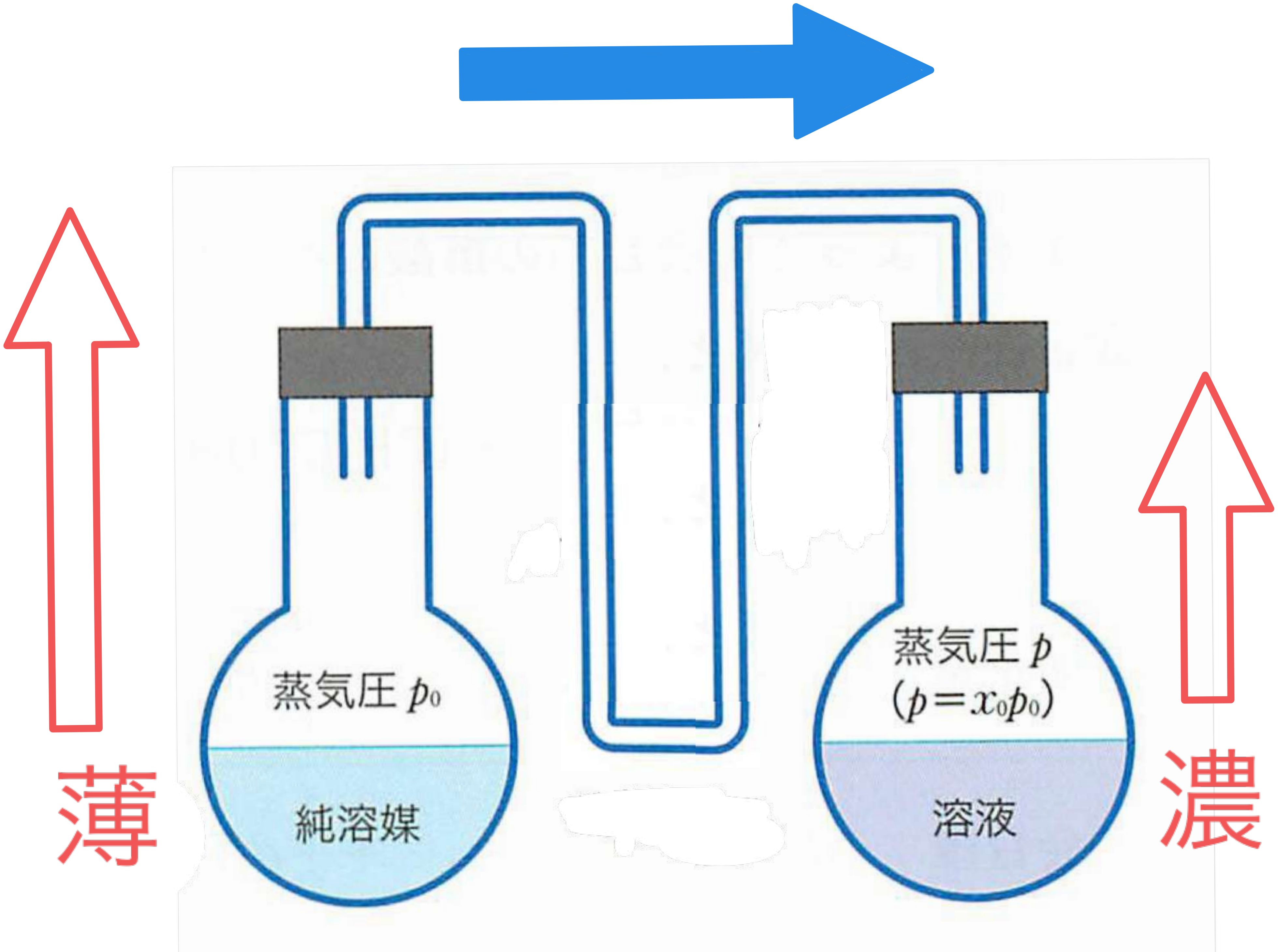
薄

濃



蒸気圧
薄
蒸気圧
濃
Δp に相当
蒸気圧 p₀
純溶媒
蒸気圧 p
(p=x₀p₀)
溶液
Δp=p₀−p
蒸気圧

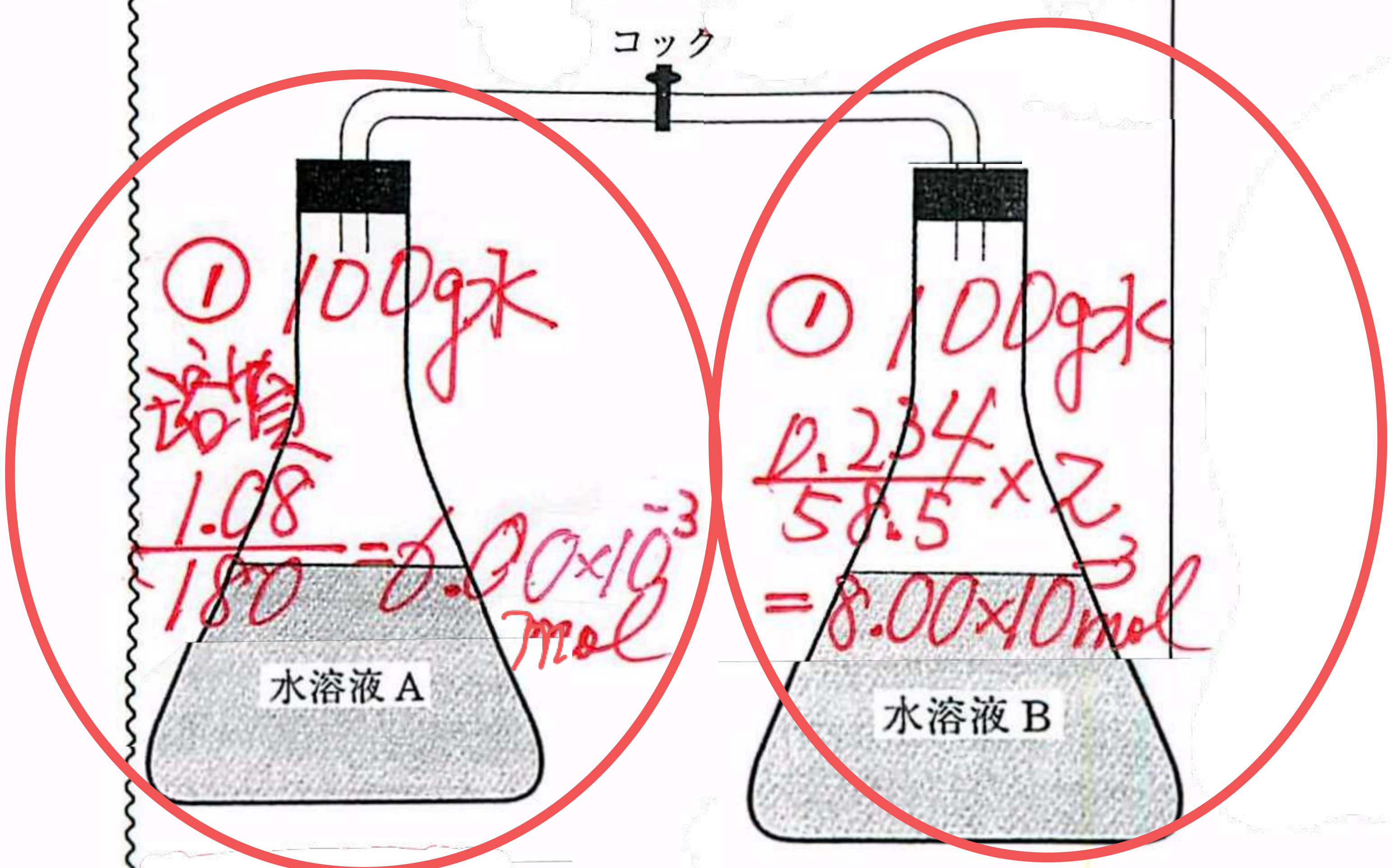
水の移動方向



問3　溶媒の移動

① 溶媒は、濃度がより薄い方の溶液から、より濃い方の溶液に移動する。
② より薄い方は次第に濃度が濃くなり、より濃い方は次第に濃度が薄くなる。
③ やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。

水の移動**前**



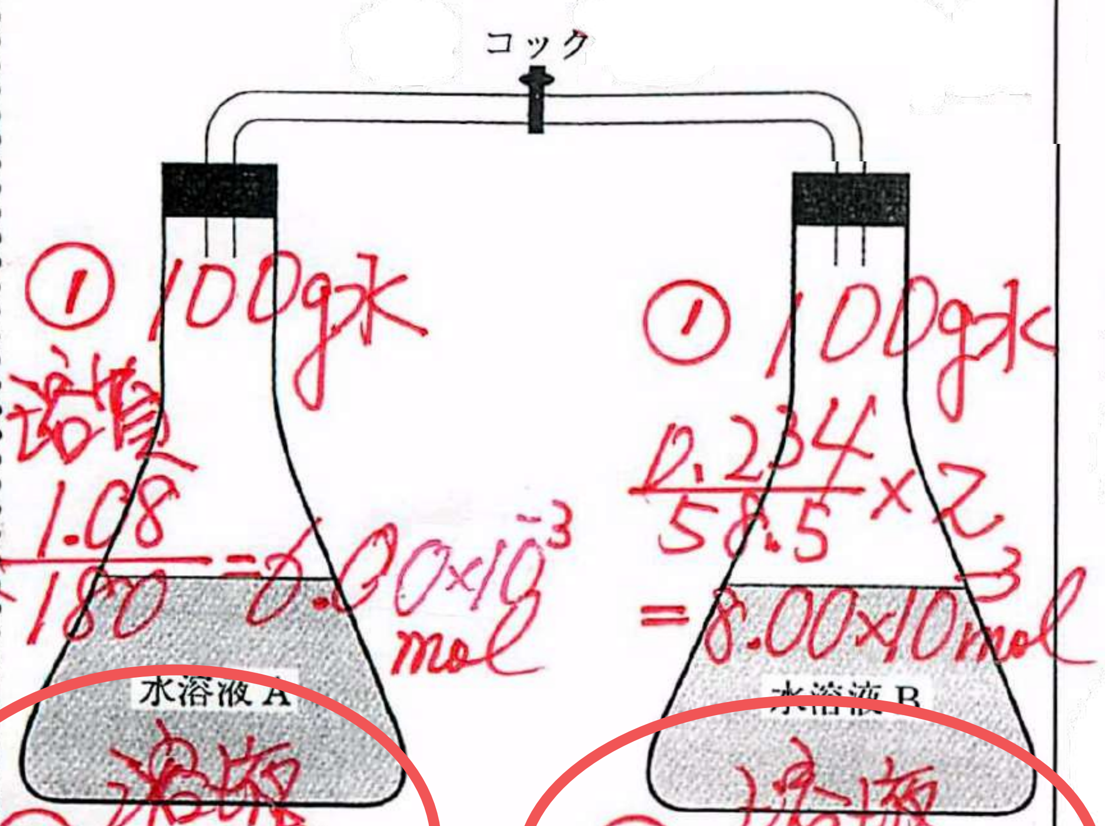
水の移動**後**

問3（1）の解答；水溶液A

問3　溶媒の移動

① 溶媒は、濃度がより薄い方の溶液から、より濃い方の溶液に移動する。
② より薄い方は次第に濃度が濃くなり、より濃い方は次第に濃度が薄くなる。
③ やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。

水の移動**前**



① 100g水
溶質 $\frac{1.08}{180} = 6.00\times10^{-3}$ mol
② 溶液 薄

① 100g水
$\frac{0.234}{58.5}\times2 = 8.00\times10^{-3}$ mol
② 溶液 濃

水の移動**後**

問３（１）の解答；水溶液Ａ

問3　**溶媒の移動**

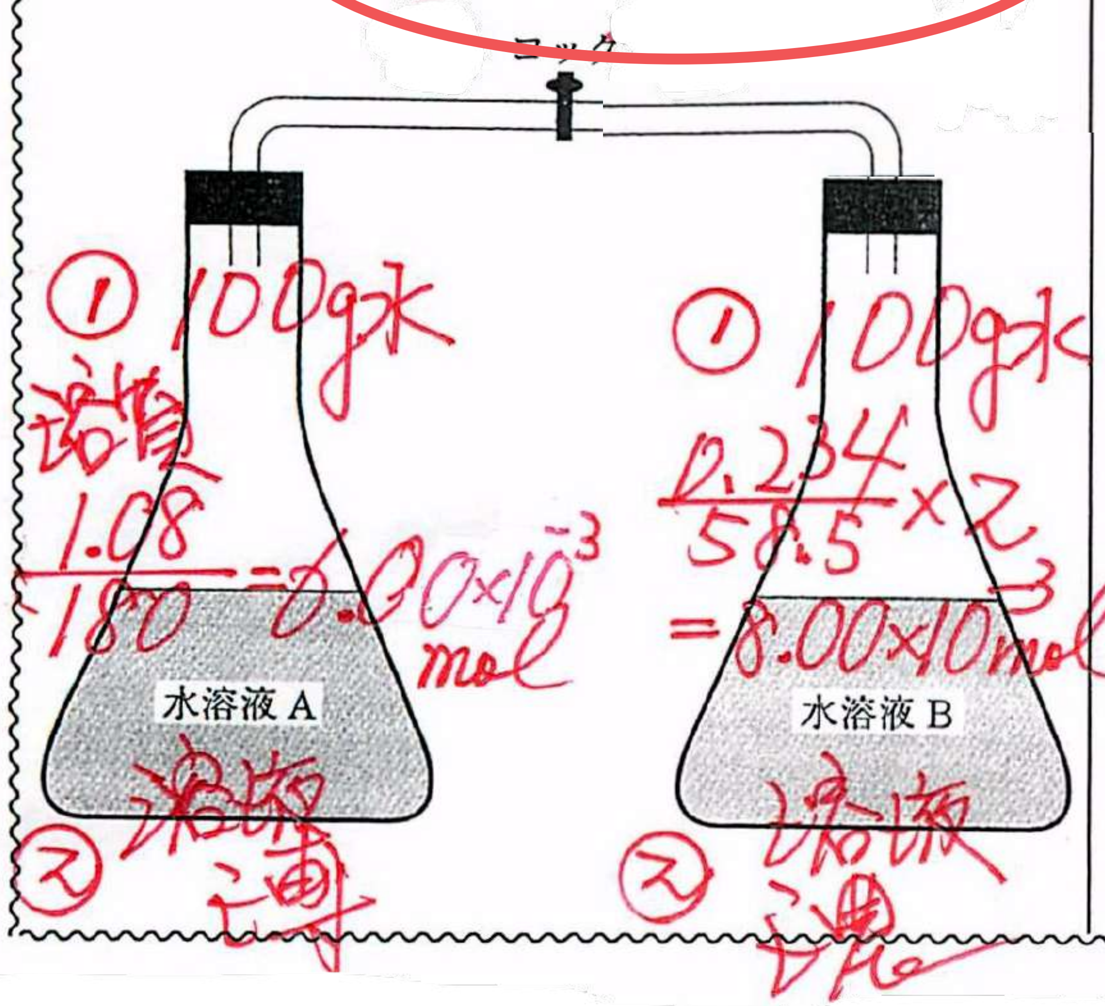
① 溶媒は、濃度がより薄い方の溶液から、より濃い方の溶液に移動する。

② より薄い方は次第に濃度が濃くなり、より濃い方は次第に濃度が薄くなる。

③ やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。

水の移動**前**

③ 蒸気圧 A>B



水の移動**後**

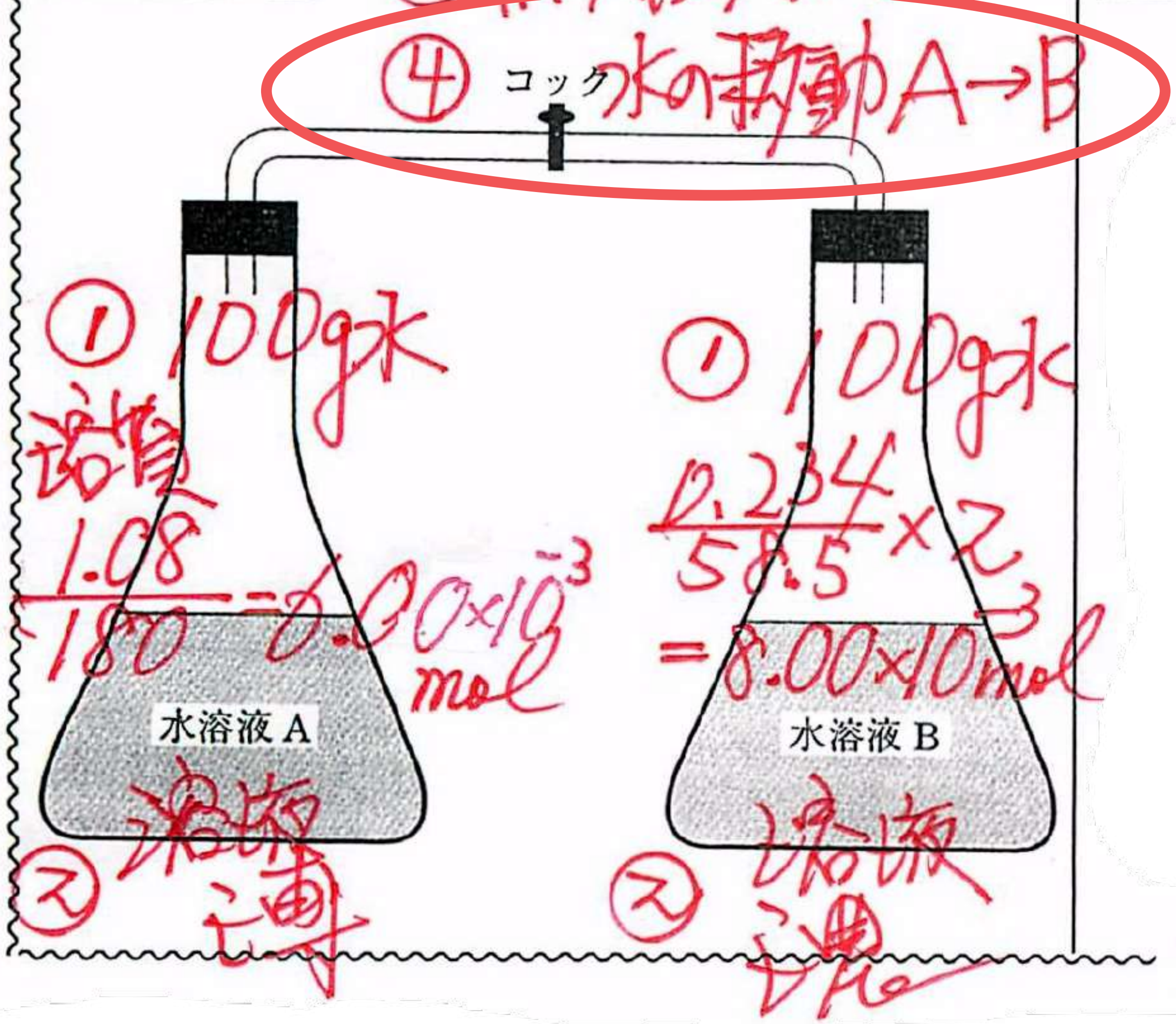
問3（1）の解答；水溶液A

問3　溶媒の移動

①　溶媒は、濃度がより薄い方の溶液から、より濃い方の溶液に移動する。
②　より薄い方は次第に濃度が濃くなり、より濃い方は次第に濃度が薄くなる。
③　やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。

水の移動**前**

③ 蒸気圧 A>B



水の移動**後**

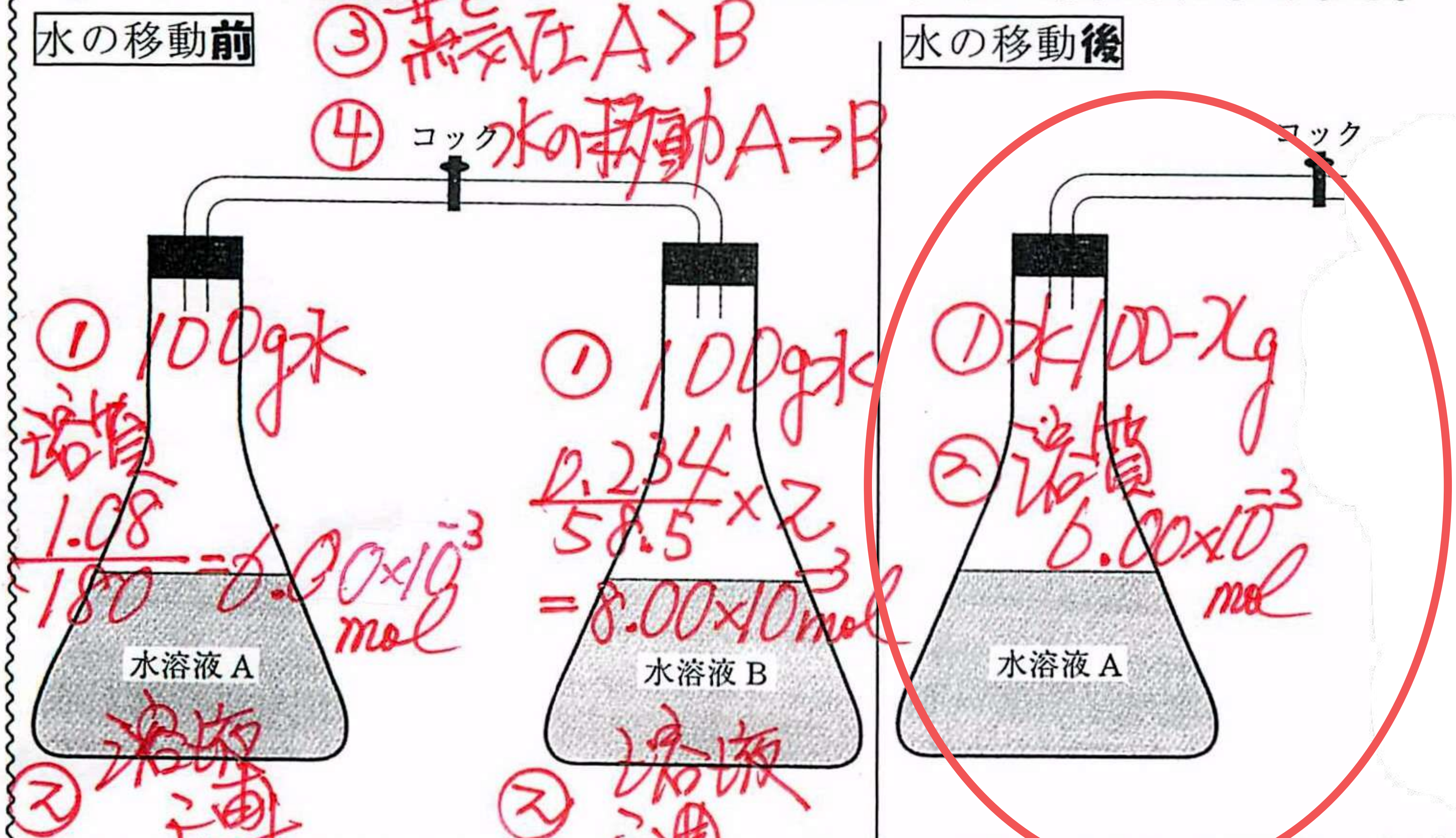
問3（1）の解答；水溶液A

問3　溶媒の移動

① 溶媒は、濃度がより薄い方の溶液から、より濃い方の溶液に移動する。

② より薄い方は次第に濃度が濃くなり、より濃い方は次第に濃度が薄くなる。

③ やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。



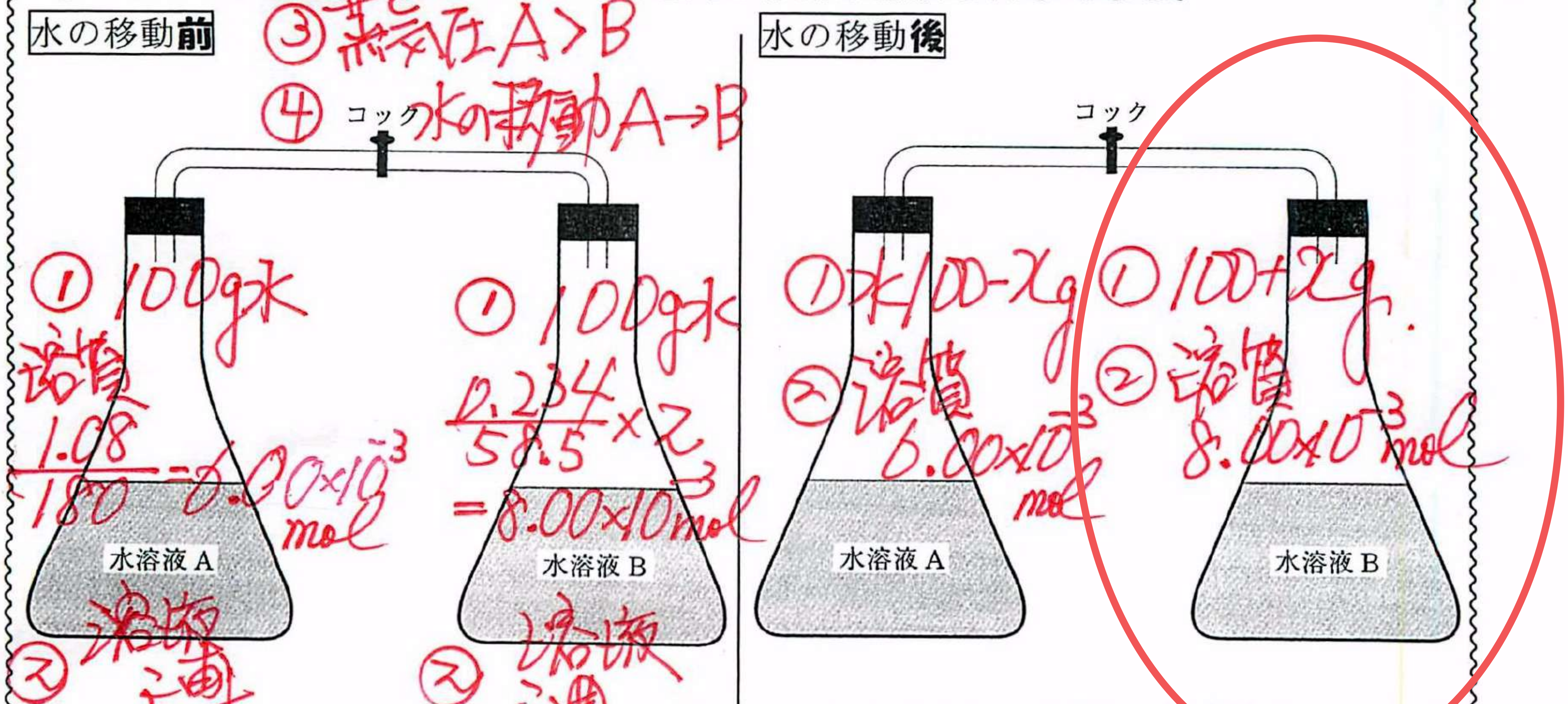
問3（1）の解答；水溶液Ａ

問3　溶媒の移動

① 溶媒は、濃度がより薄い方の溶液から、より濃い方の溶液に移動する。

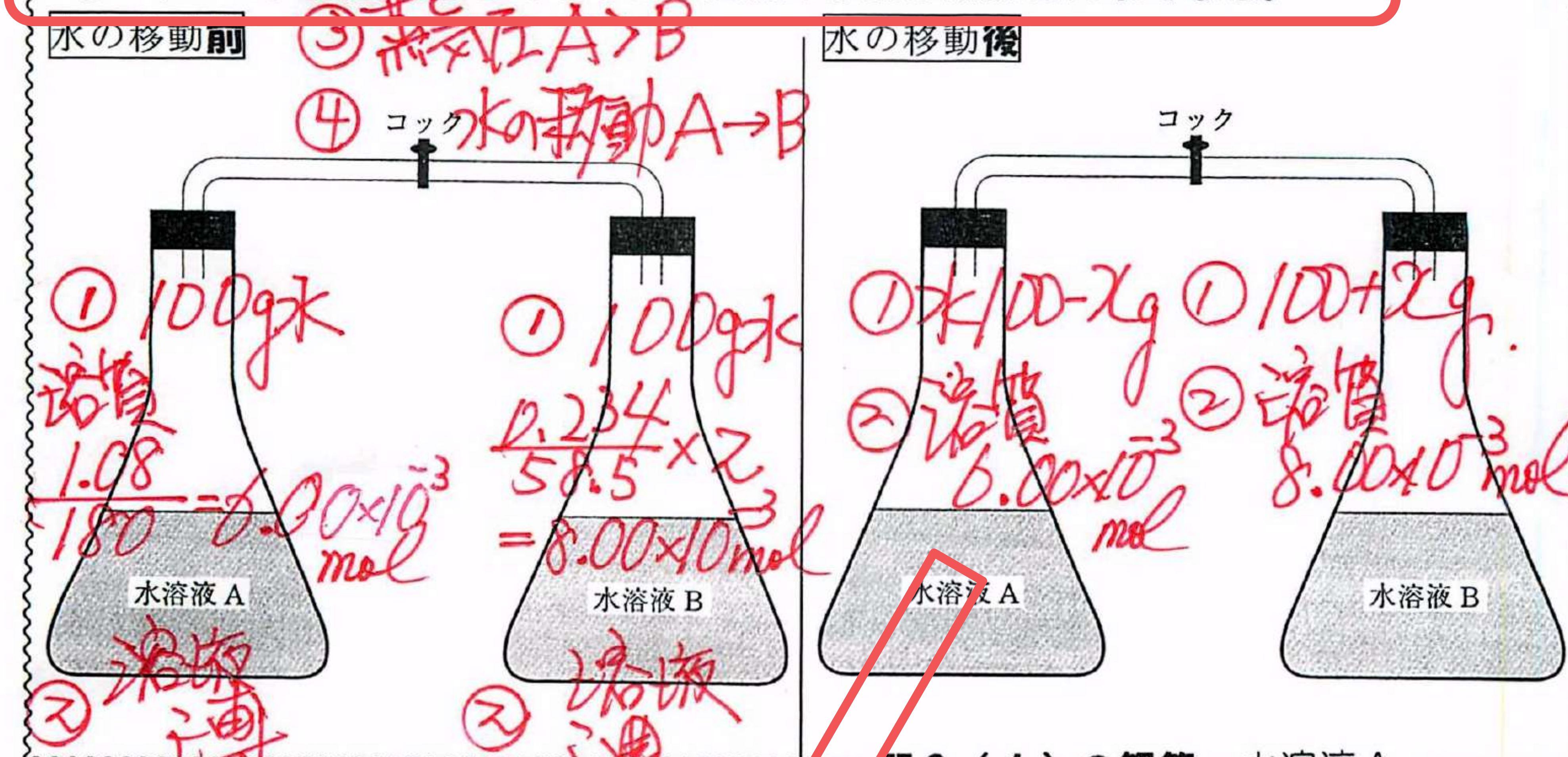
② より薄い方は次第に濃度が濃くなり、より濃い方は次第に濃度が薄くなる。

③ やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。



問3（1）の解答；水溶液A

③　やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。



問３（１）の解答；水溶液Ａ

問３の計算

移動した水の質量を　x　g　とおくと、両水溶液の濃度（質量モル濃度）には、

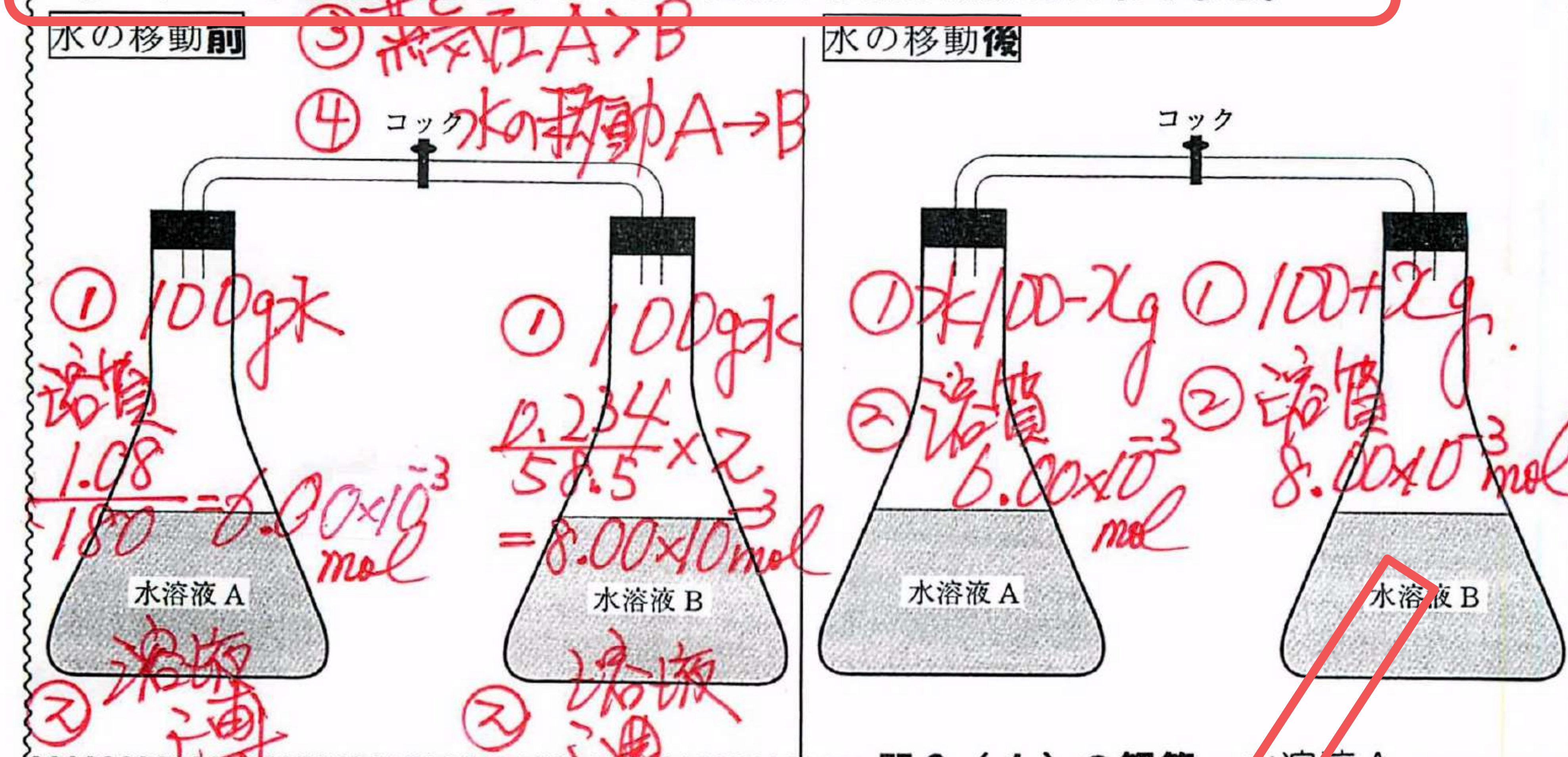
$\boxed{\text{水溶液A(グルコース水溶液)の濃度}}=\boxed{\text{水溶液B(NaCl水溶液)の濃度(電離を考慮)}}$

の関係がある。

$$\frac{\text{溶質(mol)}}{\text{溶媒(kg)}} = \frac{6.00\times10^{-3}}{\frac{100-x}{1000}}$$

問３（２）の解答；８６．８ g

③　やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。



問３（１）の解答；水溶液Ａ

問３の計算

移動した水の質量を x g とおくと、両水溶液の濃度（質量モル濃度）には、

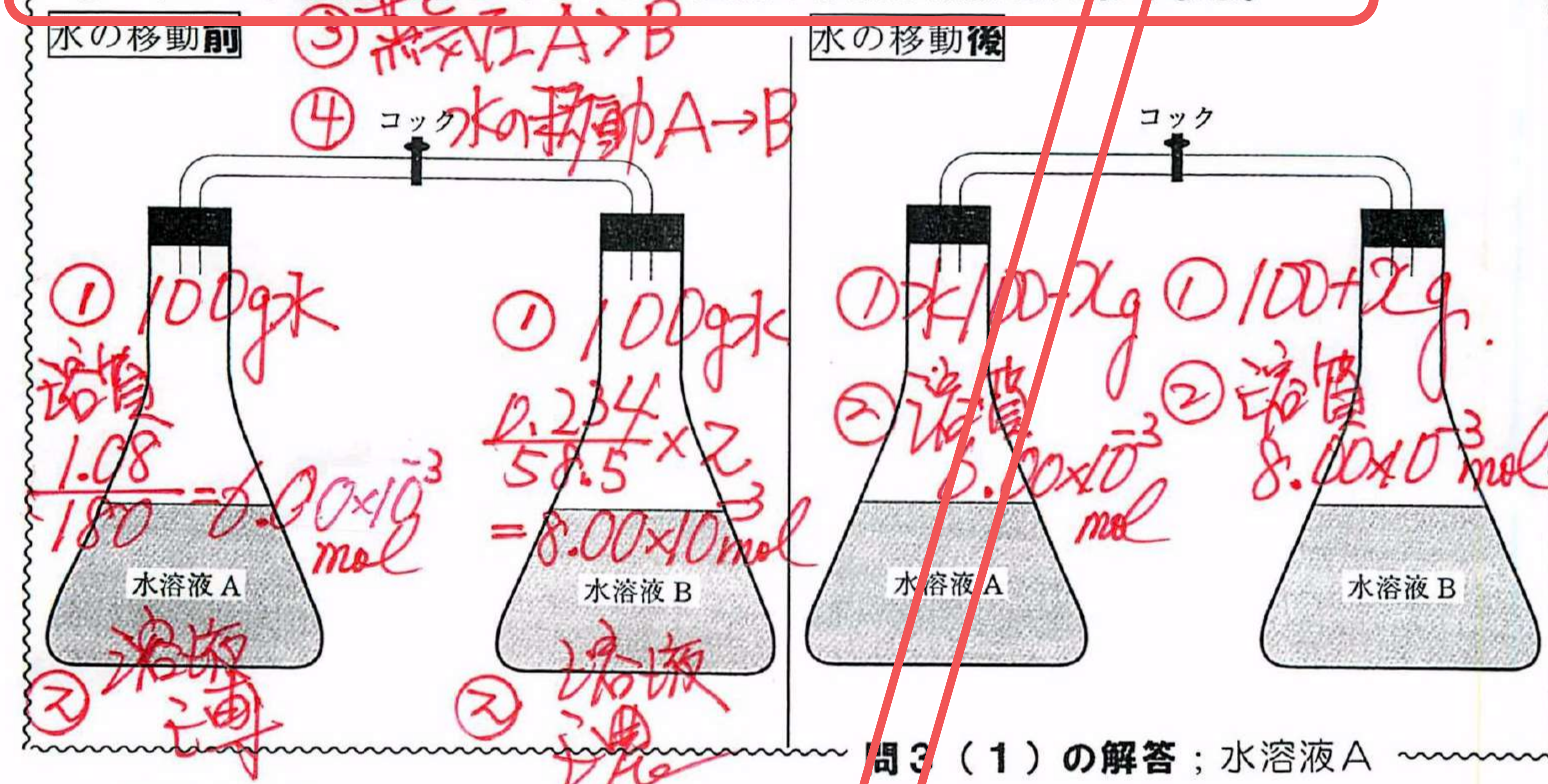
$\boxed{\text{水溶液A(グルコース水溶液)の濃度}}$＝$\boxed{\text{水溶液B(NaCl水溶液)の濃度(電離を考慮)}}$

の関係がある。

$$\frac{\text{溶質(mol)}}{\text{溶媒(kg)}} = \frac{6.00\times10^{-3}}{\frac{100-x}{1000}} \qquad \frac{8.00\times10^{-3}}{\frac{100+x}{1000}}$$

問３（２）の解答；86.8 g

③　やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。



問３（１）の解答；水溶液Ａ

問３の計算

移動した水の質量を x g とおくと、両水溶液の濃度（質量モル濃度）には、

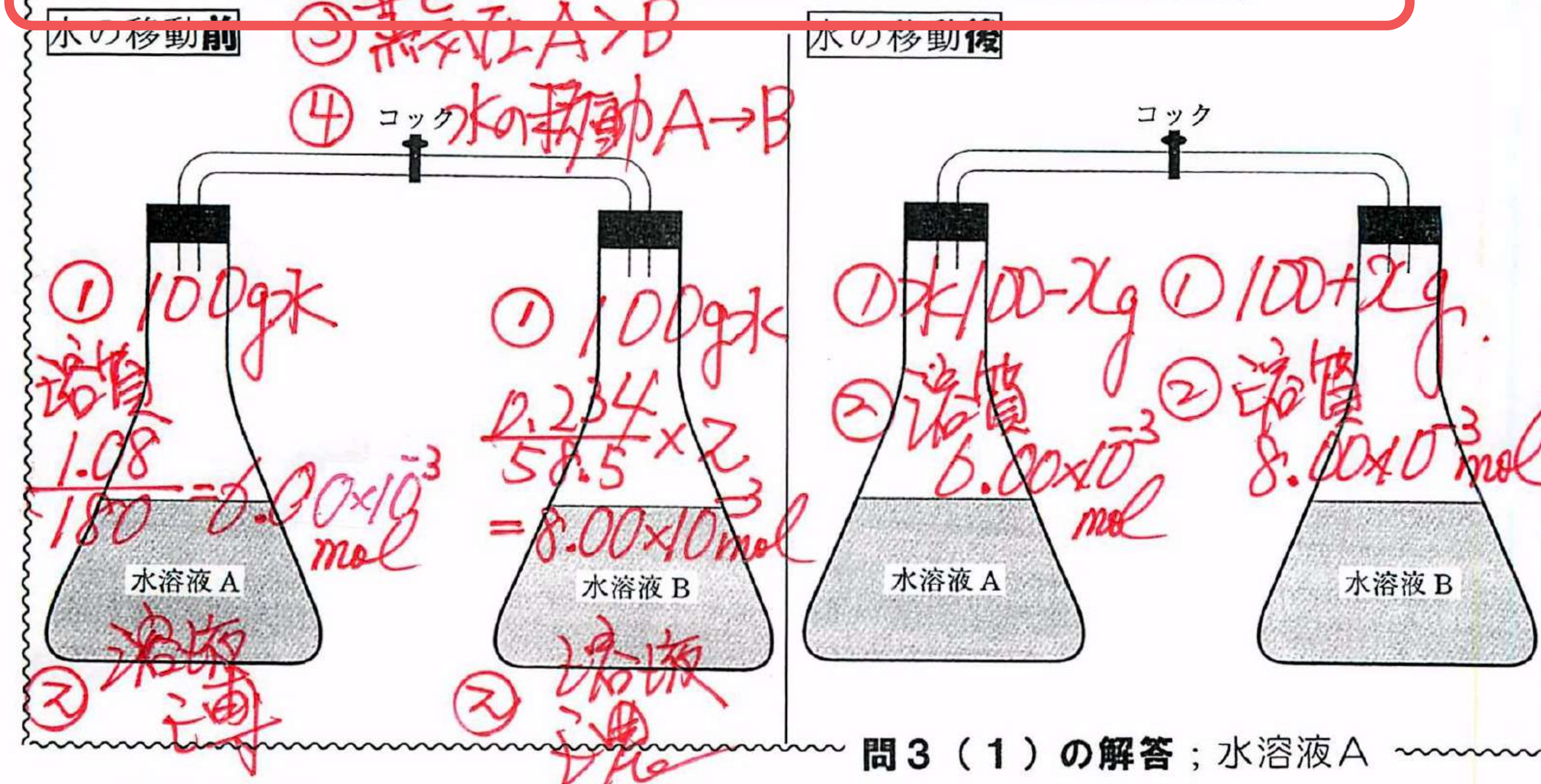
水溶液A(グルコース水溶液)の濃度＝水溶液B(ＮａＣｌ水溶液)の濃度(電離を考慮)

の関係がある。

$$\frac{溶質(mol)}{溶媒(kg)} = \frac{6.00\times10^{-3}}{\frac{100-x}{1000}} = \frac{8.00\times10^{-3}}{\frac{100+x}{1000}}$$

問３（２）の解答；８６．８ g

③　やがて、濃度が等しくなると、溶媒の移動は観察されなくなる。



問３（１）の解答；水溶液Ａ

問３の計算

移動した水の質量を　x　g　とおくと、両水溶液の濃度（質量モル濃度）には

水溶液Ａ(グルコース水溶液)の濃度＝水溶液Ｂ(ＮａＣｌ水溶液)の濃度(電離を考慮)

の関係がある。

$$\frac{溶質(mol)}{溶媒(kg)} = \frac{6.00\times10^{-3}}{\frac{100-x}{1000}} = \frac{8.00\times10^{-3}}{\frac{100+x}{1000}}$$

$$\therefore x = \frac{100}{7} = 14.28\,g$$

問３（２）の解答；８６．８ g

問３の計算

移動した水の質量を x g とおくと、両水溶液の濃度（質量モル濃度）には、

水溶液Ａ(グルコース水溶液)の濃度＝水溶液Ｂ(ＮａＣｌ水溶液)の濃度(電離を考慮)

の関係がある。

$$\frac{\text{溶質(mol)}}{\text{溶媒(kg)}} = \frac{6.00\times10^{-3}}{\frac{100-x}{1000}} = \frac{8.00\times10^{-3}}{\frac{100+x}{1000}} \qquad \therefore x = \frac{100}{7} = 14.28\text{g}$$

問３（２）の解答；８６．８ g

注；水溶液Ａの重さ(g)＝１００+１．０８−１００÷７＝８６．７９(g)

7行目～16行目　**沸点上昇**

沸点上昇度 Δt_b と質量モル濃度 m との関係は？

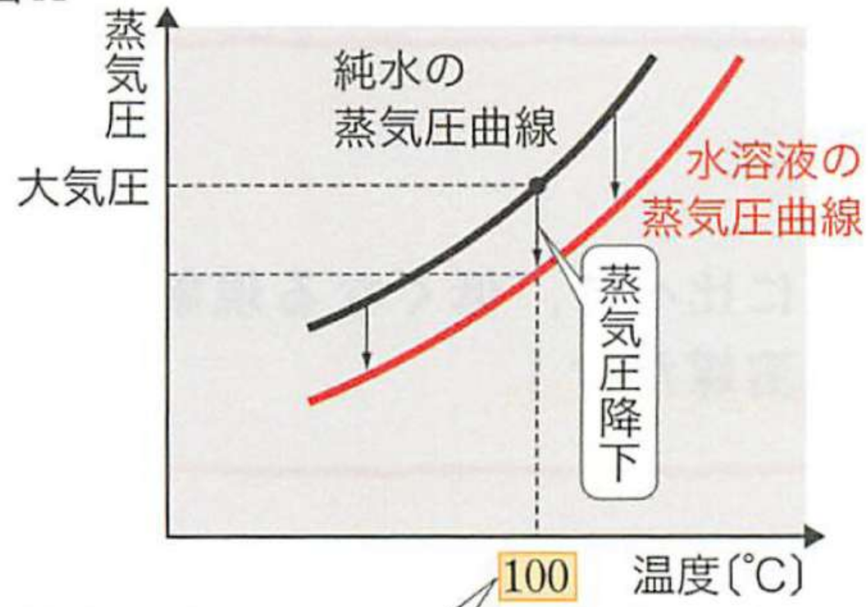
希薄溶液（溶質は不揮発性）において，次の比例式が成立する。

$$\Delta t_b = K_b m \qquad K_b：\text{モル沸点上昇}$$

ただし，m には，電離や会合の効果を考慮する必要がある！

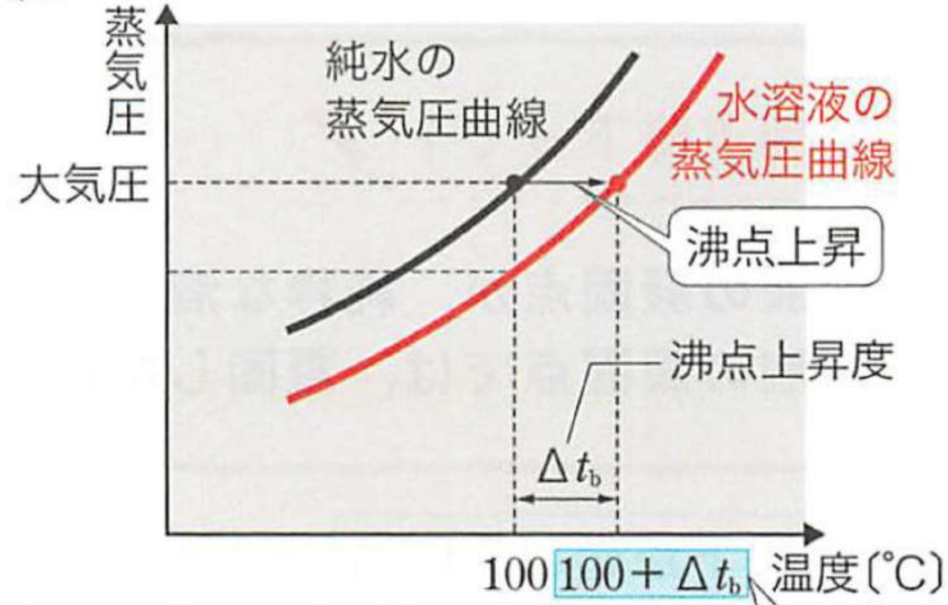
次ページ参照

図 A



この温度で，純水の蒸気圧はちょうど大気圧に達するが，水溶液の蒸気圧はまだ大気圧に達していない。よって，この温度は，純水の沸点であるが，水溶液にとっては沸点前の温度である。

図 B



この温度で，水溶液の蒸気圧もちょうど大気圧に達する。よって，この温度が水溶液の沸点であり，純水の沸点との差（Δt_b〔K〕）を沸点上昇度という。

沸点上昇度 Δt_b と質量モル濃度 m との関係は？

希薄溶液（溶質は不揮発性）において，次の比例式が成立する。

$\Delta t_b = K_b m$　　K_b：モル沸点上昇

比例定数

ただし，m には，電離や会合の効果を考慮する必要がある！

後述する

7行目～16行目 **沸点上昇**

沸点上昇度 Δt_b と質量モル濃度 m との関係は？

希薄溶液（溶質は不揮発性）において，次の比例式が成立する。

$\Delta t_b = K_b m$　　K_b：モル沸点上昇

ただし，m には，電離や会合の効果を考慮する必要がある！

問１の計算

$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$

$\Delta t_b = 0.52 \times 0.10 \times 2 = 0.104$ ℃

問１の解答；０．１０ ℃

17行目～最終行 **凝固点降下**

凝固点降下度Δt_fと質量モル濃度mとの関係は？

希薄溶液（溶質は不揮発性）において，次の比例式が成立する。

$$\Delta t_f = K_f m \qquad K_f：モル凝固点降下$$

ただし，mには，電離や会合の効果を考慮する必要がある！

沸点上昇，凝固点降下を利用した分子量測定法って？

電離も会合もしない溶質 w〔g〕を溶媒 W〔g〕に溶かし，その溶液の沸点上昇度 Δt_b，または，凝固点降下度 Δt_f を測定すれば，③式，④式，または，次式によって，溶質の分子量 M を求めることができる。

$$M=\frac{1000K_bw}{\Delta t_bW}, \quad M=\frac{1000K_fw}{\Delta t_fW}$$

ただし，この分子量測定法は，高分子量の測定には適さない。

凝固点降下度について　$\Delta t_f=K_f\boxed{m}$

$$\boxed{\text{質量モル濃度 } m}=\frac{\text{溶質の物質量(mol)}}{\text{溶媒の質量(kg)}}=\frac{\frac{w}{M}}{\frac{W}{1000}}=\frac{w}{M}\times\frac{1000}{W}$$

沸点上昇，凝固点降下を利用した分子量測定法って？

電離も会合もしない溶質 w〔g〕を溶媒 W〔g〕に溶かし，その溶液の沸点上昇度 Δt_b，または，凝固点降下度 Δt_f を測定すれば，③式，④式，または，次式によって，溶質の分子量 M を求めることができる。

$$M=\frac{1000K_b w}{\Delta t_b W},\quad M=\frac{1000K_f w}{\Delta t_f W}$$

ただし，この分子量測定法は，高分子量の測定には適さない。

問２（１）の計算

$$M=\frac{1000\times1.85\times2.4}{0.74\times100}=60$$

問２（１）の解答；６０

17行目～最終行　**凝固点降下**

凝固点降下度Δt_fと質量モル濃度mとの関係は？

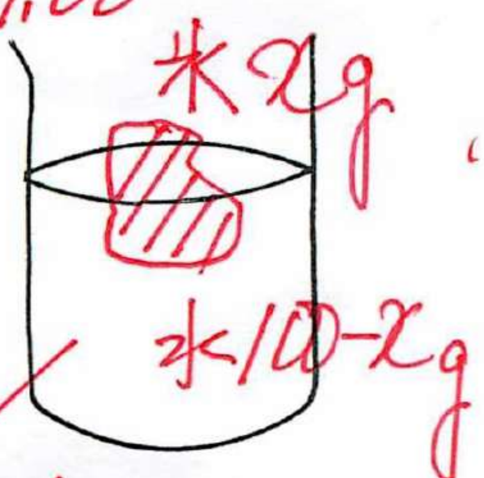
希薄溶液（溶質は不揮発性）において，次の比例式が成立する。

$\Delta t_f = K_f m$　　K_f：モル凝固点降下

ただし，mには，電離や会合の効果を考慮する必要がある！

問２（２）の計算

$\Delta t_f = 1.00$



X 2.4g
分子量M
(M=60)

ここでは、問2（1）で求まる分子量（＝６０）を用いる。

問２（２）の解答；２６ g

17行目～最終行　凝固点降下

凝固点降下度Δt_fと質量モル濃度mとの関係は？

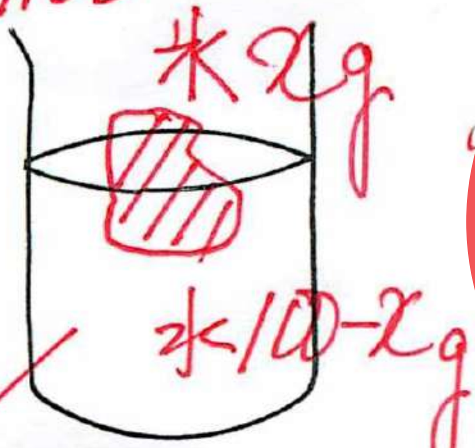
希薄溶液（溶質は不揮発性）において，次の比例式が成立する。

$\Delta t_f = K_f m$　　K_f：モル凝固点降下

ただし，mには，電離や会合の効果を考慮する必要がある！

問２（２）の計算

$\Delta t_f = 1.00$



X 2.4g
分子量M
(M=60)

$$\Delta t_f = K_f m = K_f \times \frac{\text{溶質(mol)}}{\text{溶媒(kg)}}$$

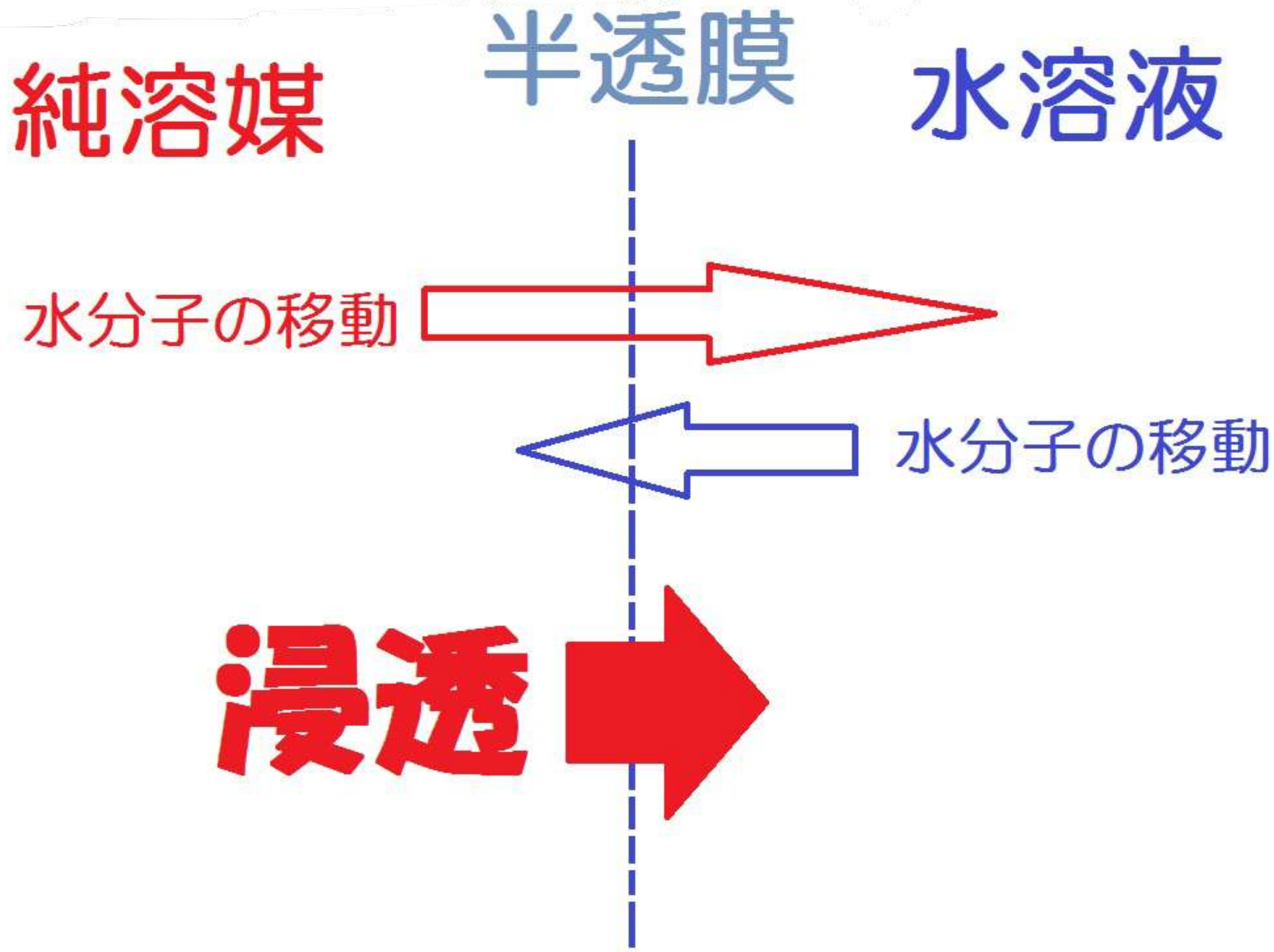
$$1.00 = 1.85 \times \frac{\frac{2.4}{60}}{\frac{100-x}{1000}} \quad \therefore x = 26\,\text{g}$$

ここでは、問２（1）で求まる分子量（＝６０）を用いる。

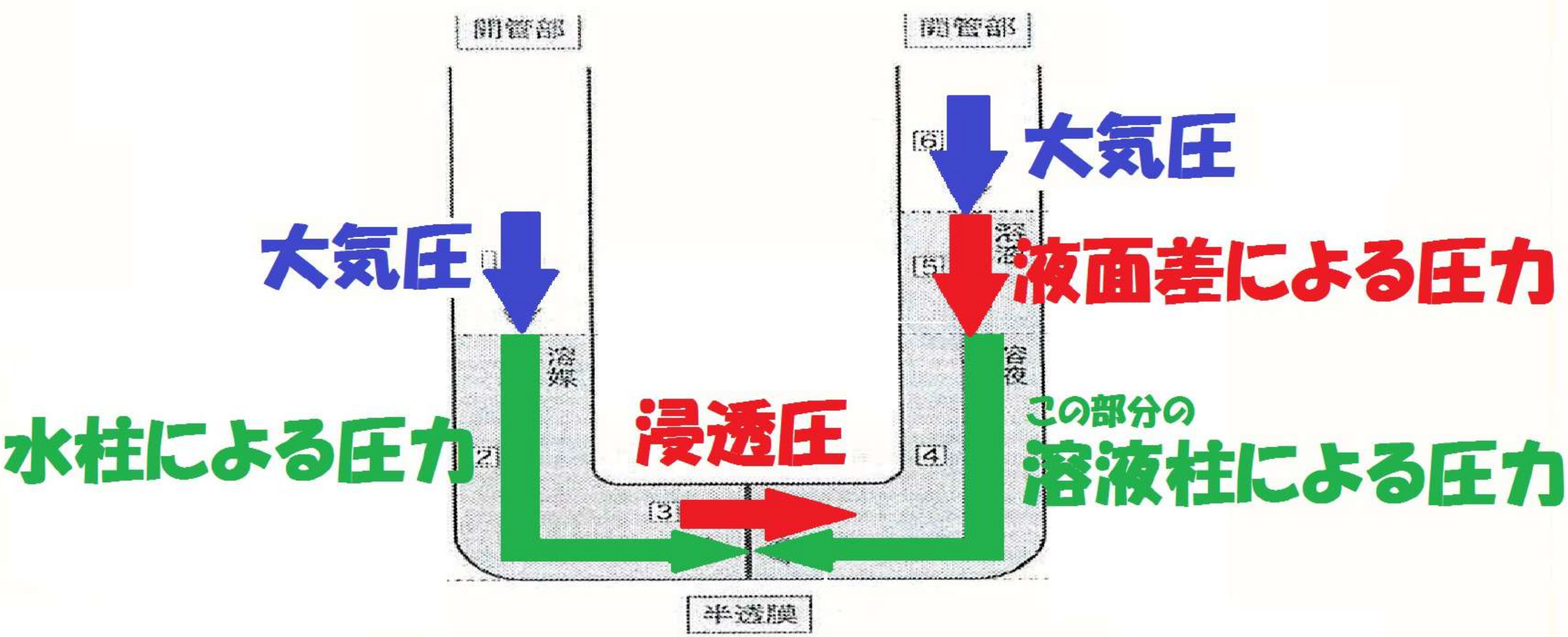
問２（２）の解答；２６ ｇ

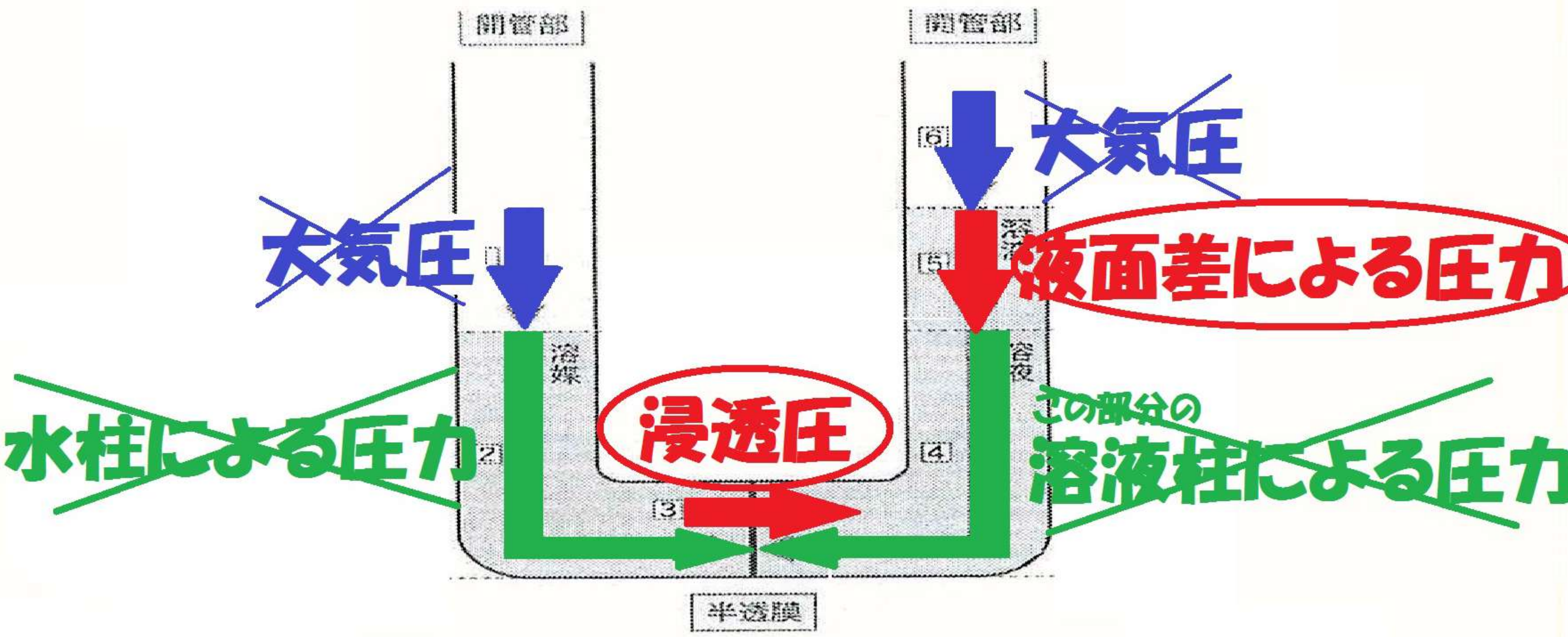
2－3　浸透圧（岐阜薬科大学）

浸透という現象について，自分なりに納得できていますか？



液面差の示す圧力と浸透圧の釣り合い
について，自分なりに納得できていますか？



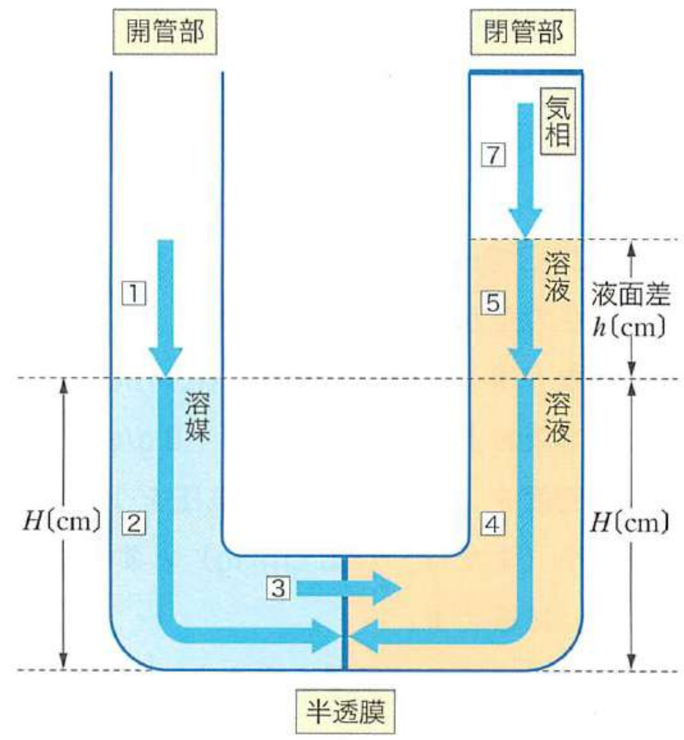


開管部
開管部
~~大気圧~~
~~大気圧~~
液面差による圧力
溶媒
溶液
~~水柱による圧力~~
浸透圧
この部分の
~~溶液柱による圧力~~
半透膜

一端が開管，他端が閉管の場合

右図は，純溶媒と溶液を等しい高さに入れた後，素早くU字管の一端を閉じて空気を閉じ込め，さらに長時間放置した後の様子です。前ページと同じ1～5以外に，溶液側から気相の圧力（7）がかかっています。1～5，7の間には，1＋2＋3＝4＋5＋7という関係がありますが，2≒4より，次式のように近似できます。

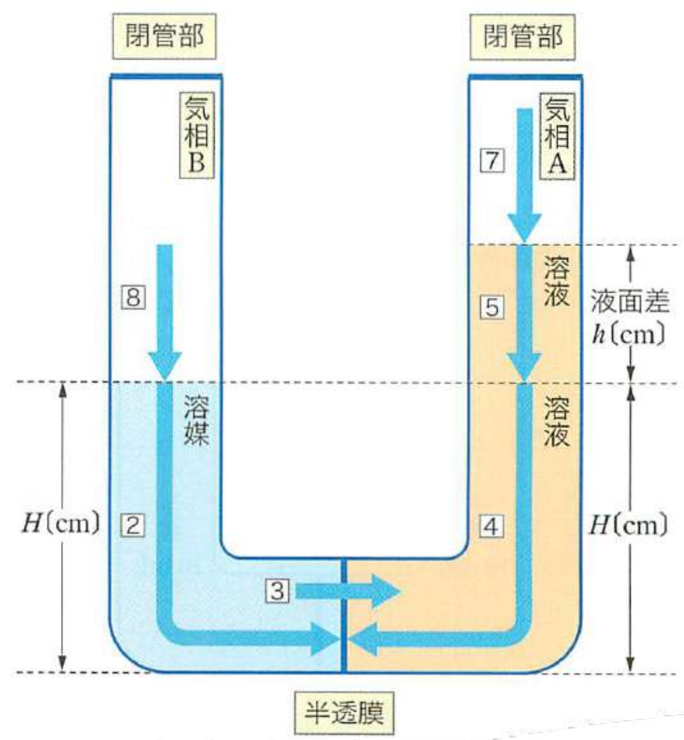
1＋3≒5＋7



両端が閉管の場合

右図は，一端のみではなく，両端を閉じて空気を閉じ込め，さらに長時間放置した後の様子です。前ページと同じ2～5以外に，溶液側から気相Aの圧力（7），溶媒側から気相Bの圧力（8）がかかっています。2～5，7，8の間には，8＋2＋3＝4＋5＋7という関係がありますが，2≒4より，次式のように近似できます。

8＋3≒5＋7



液面差を圧力に換算する式

について，自分なりに納得できていますか？

液面差を圧力に換算する式

$$\text{液面差の示す圧力(Pa)} = h\,[\mathrm{mm}] \times \frac{\text{溶液の密度}(\mathrm{g/cm^3})}{\text{水銀の密度}(\mathrm{g/cm^3})} \times \frac{1.01\times10^5}{760} \qquad 9.77h$$

$$\text{液面差の示す圧力(Pa)} = h\,[\mathrm{cm}] \times \frac{\text{溶液の密度}(\mathrm{g/cm^3})}{\text{水銀の密度}(\mathrm{g/cm^3})} \times \frac{1.01\times10^5}{76} \qquad 97.7h$$

h mm水柱

$$h \times \frac{\overset{\fallingdotseq 1.00}{d_{水}}}{\underset{\fallingdotseq 13.6}{d_{水銀}}} \text{ mm水銀柱 (mmHg)}$$

$760\,\mathrm{mmHg} = 1.01\times10^5\,\mathrm{Pa}$

$\therefore\ 1\,\mathrm{mmHg} = \frac{1.01\times10^5}{760}\,\mathrm{Pa}$

⇩

$$h \times \frac{d_{水}}{d_{水銀}} \times \frac{1.01\times10^5}{760}\ \mathrm{Pa}$$

高分子量の測定法としては、
凝固点降下法と浸透圧法は
どちらが有利だと思いますか？

【凝固点降下法】

$$\Delta t_f = K_f \times \frac{w}{M} \times \frac{1000}{W} \Rightarrow M = \frac{1000 K_f w}{\Delta t_f W}$$

（凝固点降下法は高分子の 分子量測定に不向き）

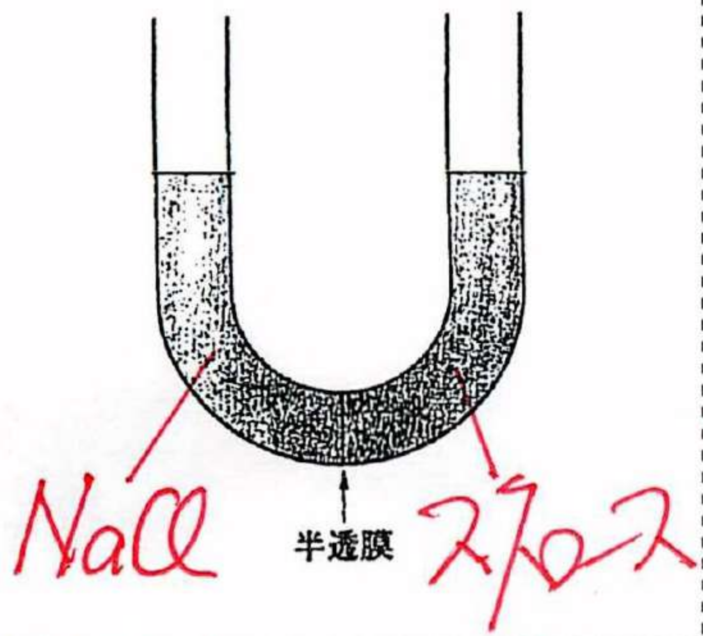
【浸透圧法】

$$\Pi V = \frac{w}{M} RT \Rightarrow M = \frac{wRT}{\Pi V}$$

高分子の分子量測定に利用できる。

2－3　浸透圧 （岐阜薬科大学）

【実験１の検討】



スクロースの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times8.3\times10^{3}\times300$

$= 2.49\times10^{2}$ Pa　右向き

ＮａＣｌの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times2\times8.3\times10^{3}\times300$

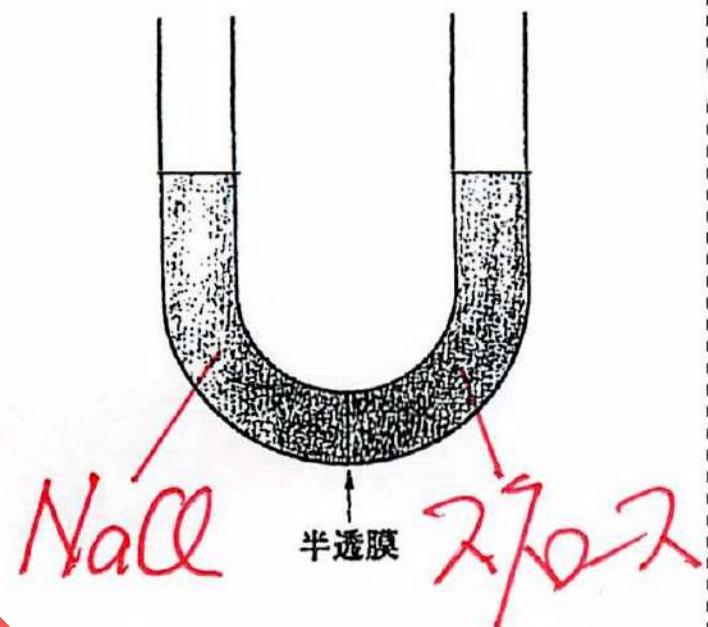
$= 4.98\times10^{2}$ Pa　左向き

液面差の計算式

問１の解答；（１）　５．０×１０^{2} Ｐａ、（２）　左側が２．５ｃｍ高い。

2－3　浸透圧（岐阜薬科大学）

【実験Ⅰの検討】



スクロースの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

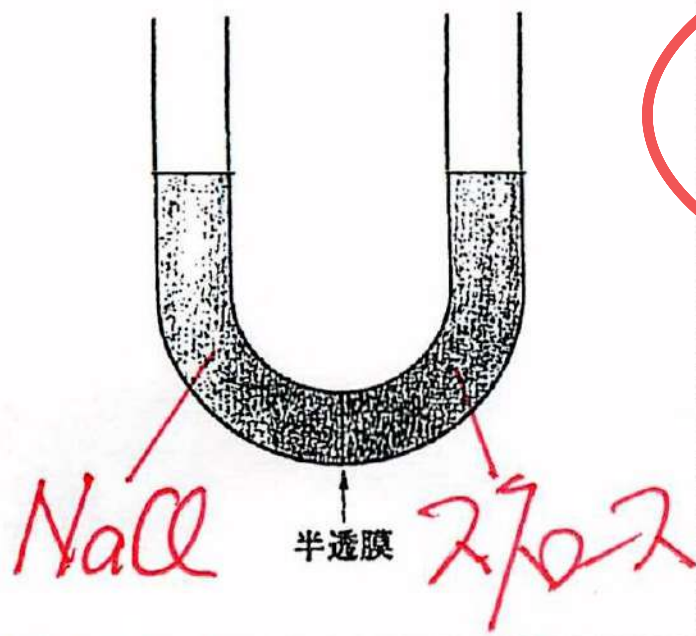
ＮａＣｌの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

液面差の計算式

問１の解答；（１）　５．０×１０^{2} Ｐａ、（２）　左側が２．５ｃｍ高い。

2－3　浸透圧（岐阜薬科大学）

【実験１の検討】



スクロースの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times8.3\times10^{3}\times300$
$= 2.49\times10^{2}$ Pa　右向き

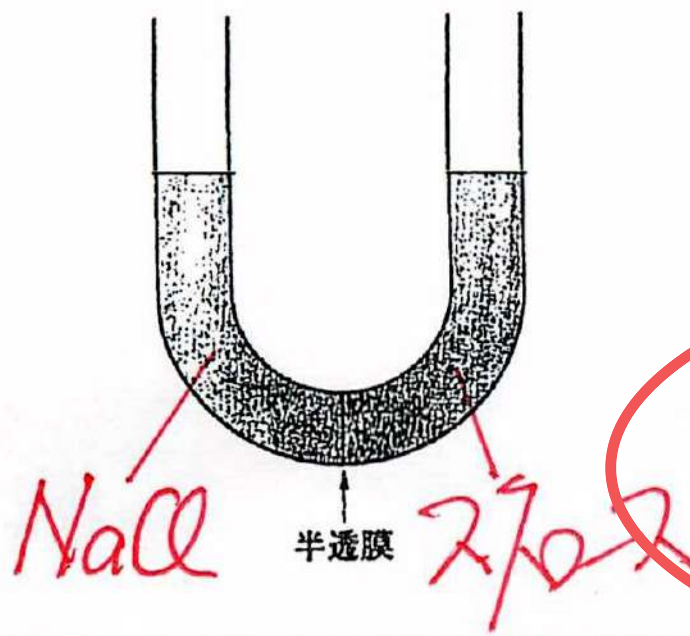
ＮａＣｌの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

液面差の計算式

問１の解答；（１）　５．０×１０^{2} Ｐａ、（２）　左側が２．５ｃｍ高い。

2－3　浸透圧（岐阜薬科大学）

【実験１の検討】



$\boxed{\text{スクロースの浸透圧の計算}}$　と　$\boxed{\text{浸透圧の方向}}$

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times8.3\times10^{3}\times300$
$= 2.49\times10^{2}$ Pa 右向き

$\boxed{\text{NaClの浸透圧の計算}}$　と　$\boxed{\text{浸透圧の方向}}$

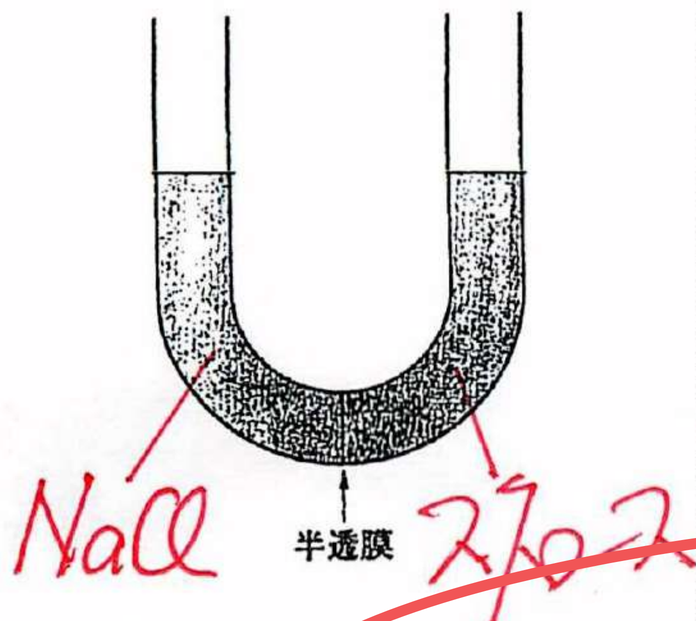
$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times2\times8.3\times10^{3}\times300$
$= 4.98\times10^{2}$ Pa 左向き

$\boxed{\text{液面差の計算式}}$

問１の解答；（１）　５．０×１０^{2} Ｐａ、（２）　左側が２．５ｃｍ高い。

2－3　浸透圧（岐阜薬科大学）

【実験１の検討】



[スクロースの浸透圧の計算] と [浸透圧の方向]

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times8.3\times10^{3}\times300$
$= 2.49\times10^{2}$ Pa 右向き

[ＮａＣｌの浸透圧の計算] と [浸透圧の方向]

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times2\times8.3\times10^{3}\times300$
$= 4.98\times10^{2}$ Pa 左向き

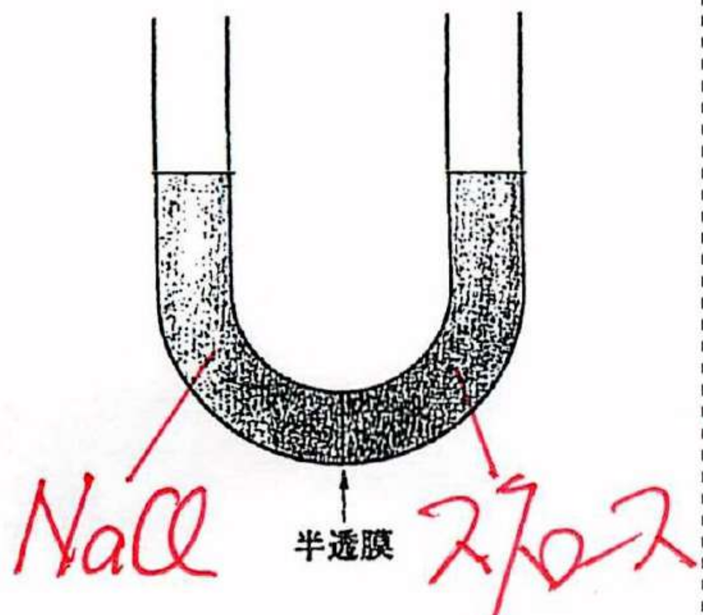
[液面差の計算式]

液面差の示す圧力＝浸透圧の差＝$4.98\times10^{2}-2.49\times10^{2}$
$= 2.49\times10^{2}$ Pa

問１の解答；（１）　５．０×１０^{2} Ｐａ、（２）　左側が２．５ｃｍ高い。

2－3　浸透圧（岐阜薬科大学）

【実験１の検討】



スクロースの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times8.3\times10^{3}\times300$
$= 2.49\times10^{2}$ Pa　右向き

ＮａＣｌの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times2\times8.3\times10^{3}\times300$
$= 4.98\times10^{2}$ Pa　左向き

液面差の計算式　液面差の示す圧力＝浸透圧の差＝$4.98\times10^{2}-2.49\times10^{2}$
$= 2.49\times10^{2}$ Pa

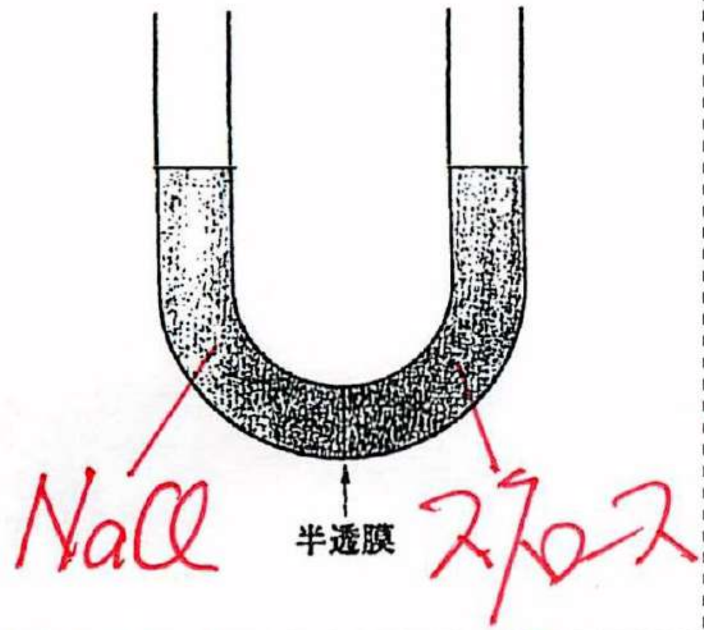
浸透圧(Pa)＝液面差(mm)$\times\frac{1.0}{13.6}\times\frac{1.01\times10^{5}}{760}$

$2.49\times10^{2} = x\times\frac{1.0}{13.6}\times\frac{1.01\times10^{5}}{760}$　$\therefore x = 25.4$ mm

問１の解答；（１）　５．０×１０^{2} Ｐａ、（２）　左側が２．５ｃｍ高い。

２－３　浸透圧（岐阜薬科大学）

【実験１の検討】



スクロースの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times8.3\times10^{3}\times300$

$= 2.49\times10^{2}$ Pa　右向き

ＮａＣｌの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times2\times8.3\times10^{3}\times300$

$= 4.98\times10^{2}$ Pa　左向き

液面差の計算式

液面差の示す圧力＝浸透圧の差＝$4.98\times10^{2} - 2.49\times10^{2}$

$= 2.49\times10^{2}$ Pa

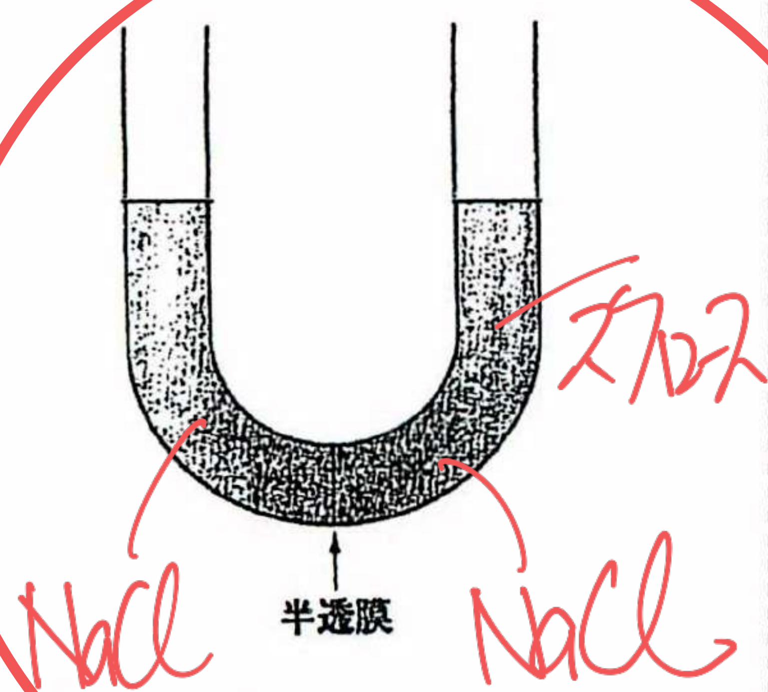
浸透圧(Pa)＝液面差(mm)$\times\frac{1.0}{13.6}\times\frac{1.01\times10^{5}}{760}$

$2.49\times10^{2} = x\times\frac{1.0}{13.6}\times\frac{1.01\times10^{5}}{760}$　$\therefore x = 25.4$ mm

$2.49\times10^{2} = 9.77x$　　$\therefore x = 25.4$(mm)

問１の解答；（１）　５．０×１０^{2} Ｐａ、（２）　左側が２．５ｃｍ高い。

【実験２の検討】



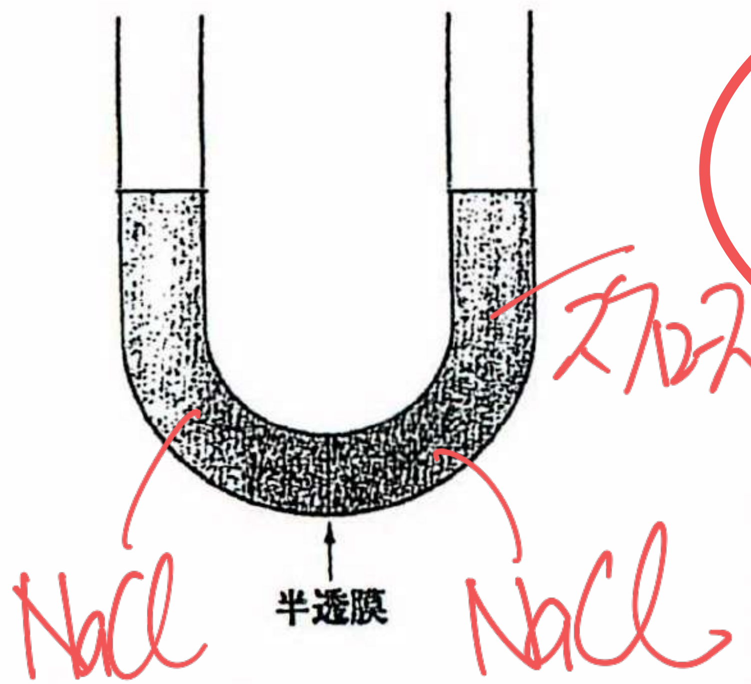
スクロースの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

ＮａＣｌの浸透圧の計算

液面差の計算式

問２の解答；右側が２．５ｃｍ高い。

【実験２の検討】



$\boxed{\text{スクロースの浸透圧の計算}}$ と $\boxed{\text{浸透圧の方向}}$

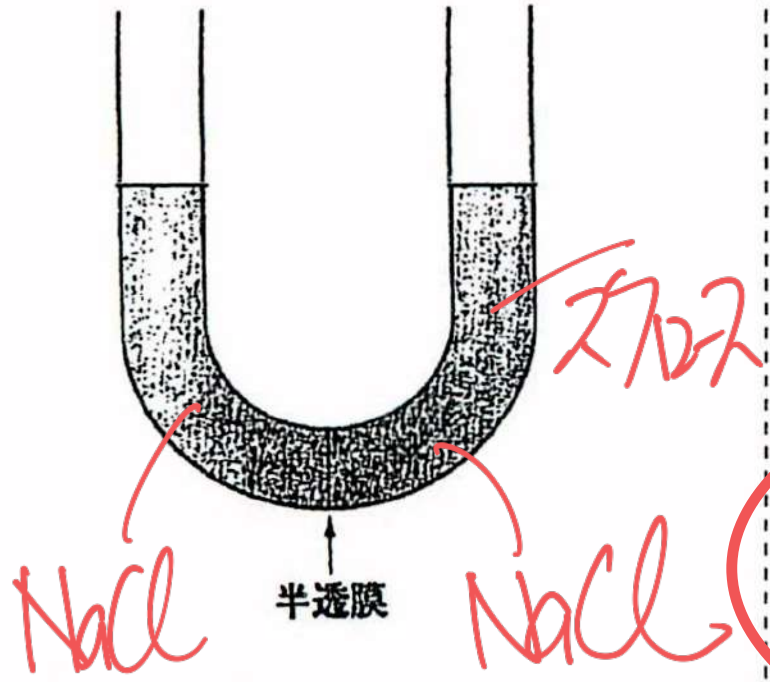
$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times8.3\times10^{3}\times300$
$= 2.49\times10^{2}\,\mathrm{Pa}$ 右向き

$\boxed{\text{NaClの浸透圧の計算}}$

$\boxed{\text{液面差の計算式}}$

問２の解答；右側が２．５ｃｍ高い。

【実験２の検討】



スクロースの浸透圧の計算　と　浸透圧の方向

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times8.3\times10^{3}\times300$
$= 2.49\times10^{2}$ Pa　右向き

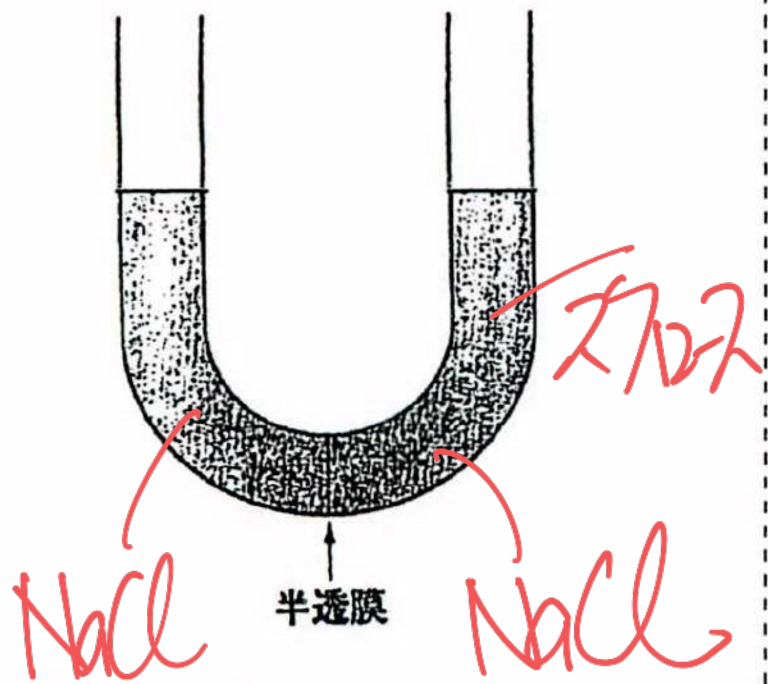
ＮａＣｌの浸透圧の計算

両側に濃度差はなく
浸透圧は働かない。

液面差の計算式

問２の解答；右側が２．５ｃｍ高い。

【実験２の検討】



$\boxed{\text{スクロースの浸透圧の計算}}$ と $\boxed{\text{浸透圧の方向}}$

$\pi = CRT = 1.0\times10^{-4}\times8.3\times10^{3}\times300$
$=2.49\times10^{2}$ Pa 右向き

$\boxed{\text{ＮａＣｌの浸透圧の計算}}$

両側に濃度差はなく
浸透圧は働かない．

$\boxed{\text{液面差の計算式}}$

実は上の計算と数値は同じ．
ただし、力の向きが異なる．

問２の解答；右側が２．５ｃｍ高い。


04
541
山
陰

溶質が弱電解質の場合　例えば，酢酸 CH_3COOH の水溶液について考えてみましょう。同水溶液中での CH_3COOH は，次のように，その一部が電離しています。よって，電離前の酢酸水溶液の濃度を c〔mol/kg〕，酢酸の電離度をαとおくと，

	CH_3COOH	$\longrightarrow$	CH_3COO^-	$+\ H^+$	
電離前	c		0	0	
変化量	$-c\alpha$		$+c\alpha$	$+c\alpha$	
電離後	$c(1-\alpha)$		$c\alpha$	$c\alpha$	合計 $c(1+\alpha)$〔mol/kg〕

のように，電離後の全粒子濃度は $c(1+\alpha)$〔mol/kg〕になります。すると，凝固点降下度（または，沸点上昇度）は全粒子濃度に比例するので，

電離前の濃度の（1+α）倍

$$\Delta t[=K\times c(\underline{1+\alpha})]=K\times\frac{w}{M}\times\frac{1000}{W}\times(\underline{1+\alpha})$$

酢酸型の電離の効果

となります。逆に，Δt_b や Δt_f から，上式より電離度を知ることもできます。

溶質が会合する場合　例えば，酢酸 CH_3COOH のベンゼン溶液について考えてみましょう。同溶液中での CH_3COOH は，次のように，その一部が会合しています。よって，会合前の酢酸のベンゼン溶液の濃度を d〔mol/kg〕，酢酸の会合度をβとおくと，

	$2CH_3COOH$	$\longrightarrow$ $(CH_3COOH)_2$	
会合前	d	0	
変化量	$-d\beta$	$+\frac{1}{2}d\beta$	
会合後	$d(1-\beta)$	$+\frac{1}{2}d\beta$	合計 $d\left(1-\frac{1}{2}\beta\right)$〔mol/kg〕

酢酸の 2 分子会合

のように，電離後の全粒子濃度は $d\left(1-\frac{1}{2}\beta\right)$〔mol/kg〕になります。すると，

会合前の濃度の〔1−(1/2)β〕倍

凝固点降下度などは全粒子濃度に比例するので，

$$\Delta t\left[=K\times c\left(1-\frac{1}{2}\beta\right)\right]=K\times\frac{w}{M}\times\frac{1000}{W}\times\left(1-\frac{1}{2}\beta\right)$$

2 分子会合の効果

となります。逆に，Δt_f などから，上式より会合度を知ることもできます。