

第 I 問 (50 点満点)

問題 2 の問 ii については、1 つまたは 2 つの正解がある。答案用紙の所定の枠の中に、正解の番号を記入せよ。問題 1、問題 2 の問 i と問題 3 については、所定の枠の中に、0 から 9 までの適当な数字を 1 枠に 1 つ記入せよ。

1 つぎの実験操作 1 ~ 8 に関する下の問に答えよ。

1. 銀に濃硝酸を加える。
2. さらし粉に塩酸を加える。
3. 水にフッ素を通じる。
4. 硫化水素水に二酸化硫黄を通じる。
5. ヨウ化カリウム水溶液にオゾンを通じる。
6. 水酸化銅(II)をアンモニア水に溶解させる。
7. 亜鉛を水酸化ナトリウム水溶液に溶解させる。
8. 二クロム酸カリウム水溶液に水酸化カリウムを加える。

問 i 有色の気体が発生し、そのとき下線部の物質が酸化剤として働いている反応を選び、番号で答えよ。

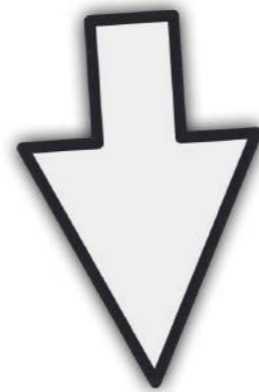
問 ii 溶液の色が変化し、そのとき下線部の物質が還元剤として働いている反応を選び、番号で答えよ。

② 酸化剤

1. 銀に濃硝酸を加える。



① 赤褐色の気体が発生する。溶液の色の変化なし。



問 i の解答

② 酸化剤ではない。

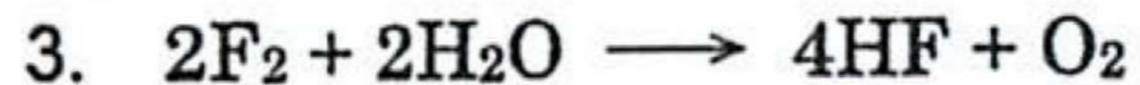
この反応自体は酸化還元反応だが、
塩酸は酸性溶液とするためと考えるとは？

2. さらし粉に塩酸を加える。



① 黄緑色の気体が発生する。溶液の色の変化なし。

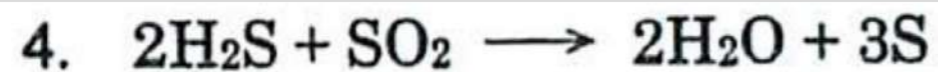
3. 水にフッ素を通じる。



無色の気体が発生する。溶液の色の変化なし。

色に関わる変化なし。

4. 硫化水素水に二酸化硫黄を通じる。



気体は発生しない。沈殿を生じて白濁する。(溶液の色の変化なし。)

(沈殿を除けば) 色に関わる変化なし。

② 還元剤

5. ヨウ化カリウム水溶液にオゾンを通じる。



無色の気体が発生する。生じたヨウ素がヨウ化カリウムと反応して、

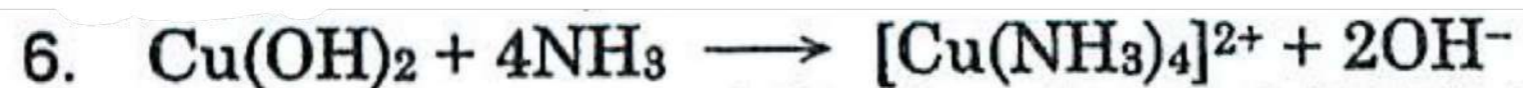
① 溶液の色は無色から褐色に変化する。



問 ii の解答

② 酸化剤でも還元剤でもない。

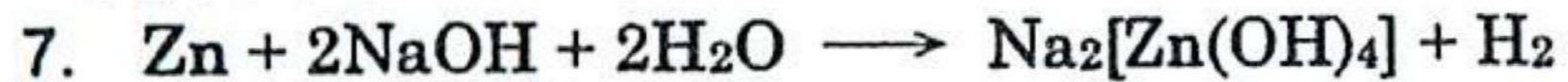
6. 水酸化銅(Ⅱ)をアンモニア水に溶解させる。



① 気体は発生しない。溶液の色は無色から深青色に変化する。

(酸化還元反応ではない。)

7. 亜鉛を水酸化ナトリウム水溶液に溶解させる。

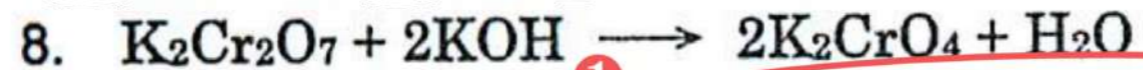
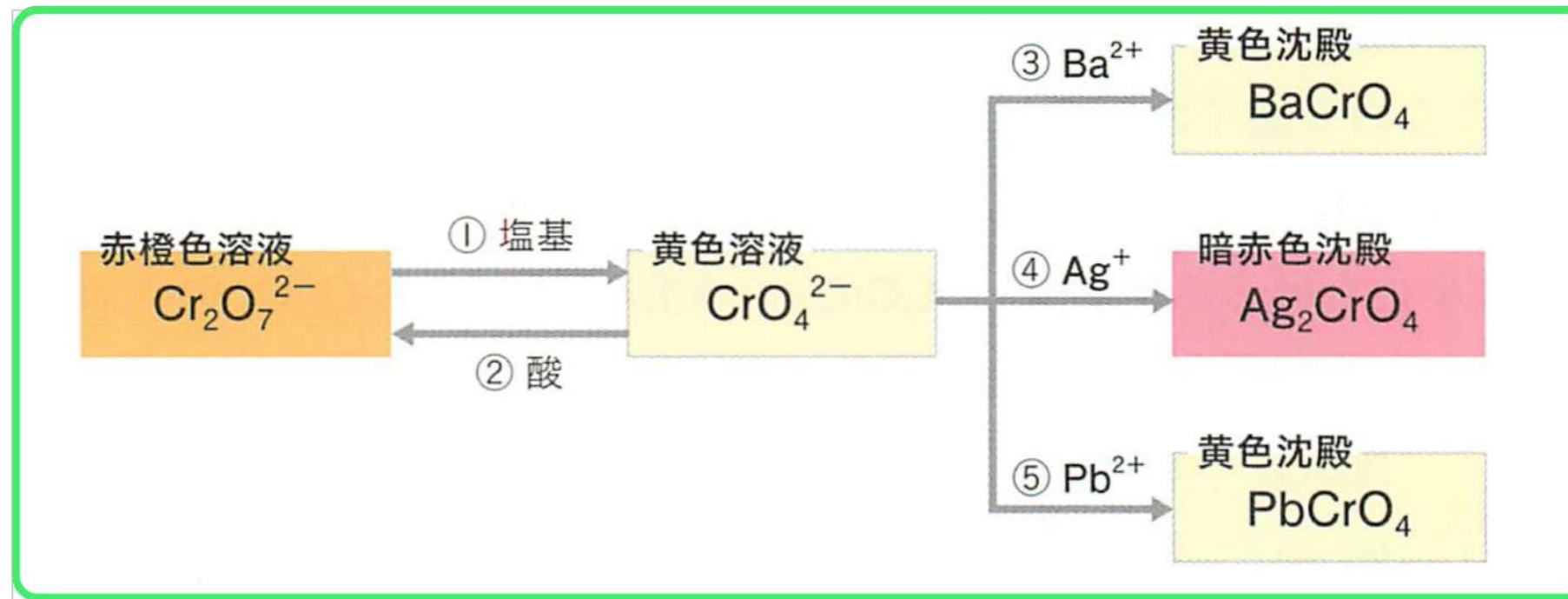


無色の気体が発生する。溶液の色の変化なし。

色に関わる変化なし。

② 酸化剤でも還元剤でもない。

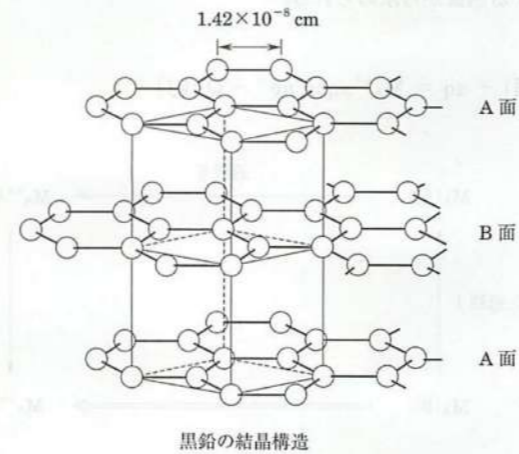
8. 二クロム酸カリウム水溶液に水酸化カリウムを加える。



① 気体は発生しない。溶液の色は赤橙色から黄色に変化する。

(酸化還元反応ではない。)

2 黒鉛の結晶は、下図のように炭素原子が正六角形の各頂点に位置し、それらが平面内で網目状に結合してできた層が(A面→B面→A面→B面→…)と交互に平行に積み重なった構造をしている。なお、図の菱形柱は黒鉛の結晶の単位格子を表している。黒鉛に関するつぎの間に答えよ。



問 i 層間の距離はいくらか。最も適切なものをつぎの1～9から選び、番号で答えよ。ただし、正六角形の隣り合う原子間の距離は $1.42 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 、黒鉛の密度は 2.25 g/cm^3 、アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$ 、炭素の原子量は $C = 12$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

1. $1.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 2. $1.7 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 3. $2.1 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 4. $2.5 \times 10^{-8} \text{ cm}$
 5. $2.9 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 6. $3.4 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 7. $3.8 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 8. $4.2 \times 10^{-8} \text{ cm}$
 9. $4.8 \times 10^{-8} \text{ cm}$

問 ii つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

1. 層内の炭素原子間の結合は、金属結合である。
2. 層と層は、ファンデルワールス力で結ばれている。
3. 層内の炭素原子間の結合距離は、ダイヤモンドの炭素原子間の結合距離より長い。
4. 結晶は、やわらかく、展性に富む。
5. 層内の炭素原子は、二次元の最密構造をとる。
6. 層に平行な方向の電気伝導度は、垂直な方向の電気伝導度より大きい。

問 i 層間の距離はいくらか。最も適切なものをつぎの 1~9 から選び、番号で答えよ。ただし、正六角形の隣り合う原子間の距離は 1.42×10^{-8} cm, 黒鉛の密度は 2.25 g/cm^3 , アボガドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$, 炭素の原子量は $C = 12$, $\sqrt{3} = 1.73$ とする。

【解答】 問 i 6

【解説】

問 i 求める値を h [cm] とすると、六角柱の高さは $2h$ [cm] となり、底面の六角形の 1 辺の長さは炭素原子間の距離なので、

六角柱中の原子の質量
六角柱の体積 = **黒鉛の密度**

$$\frac{\frac{12}{6.0 \times 10^{23}} \times 4}{(1.42 \times 10^{-8})^2 \times \sin 60^\circ \times 3 \times 2h} = 2.25 (\text{cm}^3) \quad \therefore h = 3.38 \times 10^{-8} (\text{cm})$$

問 ii つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

1. 層内の炭素原子間の結合は、**金属結合**である。
2. 層と層は、ファンデルワールス力 **結**ばれている。
3. 層内の炭素原子間の結合距離は、**ダ**イヤモンドの炭素原子間の結合距離より長い。

1. (誤) 層内の炭素原子間の結合は **共有結合**。
2. (正) 層間の結合はファンデルワールス力。
3. (誤)

ダイヤモンドの炭素原子間の結合は単結合であり、

黒鉛の層内の炭素原子間の結合は二重結合と単結合の中間的な結合である。

したがって、黒鉛の層内の炭素原子間の結合の方が短くなる。

問 ii つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

1. 層内の炭素原子間の結合は、金属結合である。
2. 層と層は、ファンデルワールス力で結ばれている。 **正しい。**
3. 層内の炭素原子間の結合距離は、ダイヤモンドの炭素原子間の結合距離より長い。

1. (誤) 層内の炭素原子間の結合は共有結合。
2. (正) 層間の結合はファンデルワールス力。
3. (誤)

ダイヤモンドの炭素原子間の結合は単結合であり、

黒鉛の層内の炭素原子間の結合は二重結合と単結合の中間的な結合である。

したがって、黒鉛の層内の炭素原子間の結合の方が短くなる。

問 ii つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

1. 層内の炭素原子間の結合は、金属結合である。
2. 層と層は、ファンデルワールス力で結ばれている。
3. 層内の炭素原子間の結合距離は、ダイヤモンドの炭素原子間の結合距離より長い。

1. (誤) 層内の炭素原子間の結合は共有結合。
2. (正) 層間の結合はファンデルワールス力。
3. (誤) **ポイント**

ダイヤモンドの炭素原子間の結合は単結合であり、

黒鉛の層内の炭素原子間の結合は二重結合と単結合の中間的な結合である。

したがって、黒鉛の層内の炭素原子間の結合の方が短くなる。

問 ii つぎの記述のうち、正しいものはどれか。

1. 層内の炭素原子間の結合は、金属結合である。
2. 層と層は、ファンデルワールス力で結ばれている。
3. 層内の炭素原子間の結合距離は、ダイヤモンドの炭素原子間の結合距離より長い。

1. (誤) 層内の炭素原子間の結合は共有結合。
2. (正) 層間の結合はファンデルワールス力。
3. (誤) **ポイント**

ダイヤモンドの炭素原子間の結合は単結合であり、
黒鉛の層内の炭素原子間の結合は二重結合と単結合の中間的な結合である。

したがって、黒鉛の層内の炭素原子間の結合の方が短くなる。

4. 結晶は、やわらかく、展性に富む。

5. 層内の炭素原子は、二次元の最密充填をとる。

6. 層に平行な方向の電気伝導度は、垂直な方向の電気伝導度より大きい。

4. (誤) 黒鉛の結晶は層間ではがれやすく、軟らかいが、展性はない。

5. (誤) 黒鉛の層内の炭素原子が形成する六角形の中心には、

炭素原子 1 個分のすき間がある。

6. (正) 黒鉛は層内を自由に動く事ができる価電子が存在するため、

層内では電気伝導性が大きいが、

価電子は層間を移動することができないため、

層間の電気伝導性は小さい。

4. 結晶は、やわらかく、展性に富む。
5. 層内の炭素原子は、二次元の最密構造をとる。
6. 層に平行な方向の電気伝導度は、垂直な方向の電気伝導度より大きい。

4. (誤) 黒鉛の結晶は層間ではがれやすく、軟らかいが、展性はない。

5. (誤) 黒鉛の層内の炭素原子が形成する六角形の中心には、炭素原子 1 個分のすき間がある。

6. (正) 黒鉛は層内を自由に動く事ができる価電子が存在するため、層内では電気伝導性が大きいですが、価電子は層間を移動することができないため、層間の電気伝導性は小さい。

4. 結晶は、やわらかく、展性に富む。

5. 層内の炭素原子は、二次元の最密構造をとる。

正しい。

6. 層に平行な方向の電気伝導度は、垂直な方向の電気伝導度より大きい。

4. (誤) 黒鉛の結晶は層間ではがれやすく、軟らかいが、展性はない。

5. (誤) 黒鉛の層内の炭素原子が形成する六角形の中心には、

炭素原子 1 個分のすき間がある。

ポイント

6. (正)

黒鉛は層内を自由に動く事ができる価電子が存在するため、

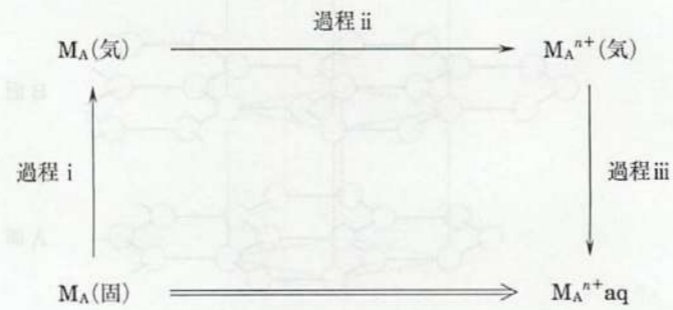
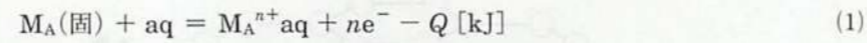
層内では電気伝導性が大きい、

価電子は層間を移動することができないため、

層間の電気伝導性は小さい。

3 つぎの文を読み、下の問に答えよ。

1 mol の $M_A(\text{固})$ が水溶液中で溶解して水和イオン $M_A^{n+}\text{aq}$ となるときの吸収する熱量を Q [kJ] とし、これをつぎの熱化学方程式(1)で表すとき、 Q の値は、下記の図中の i ~ iii の各過程で出入りする熱量から求められる。



過程 i : $M_A(\text{固})$ の昇華 過程 ii : $M_A(\text{気})$ のイオン化 過程 iii : $M_A^{n+}(\text{気})$ の水和

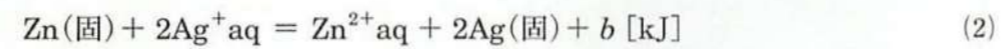
いくつかの金属元素について、単体の昇華熱、イオン化エネルギー、金属イオンの水和熱をつぎの表に示す。

元 素	Li	K	Zn	Ag
単体の昇華熱	151	80	122	265
第一イオン化エネルギー	520	419	906	731
第二イオン化エネルギー	7298	3051	1733	2073
金属イオン(気)の水和熱	Li^+ 503	K^+ 320	Zn^{2+} 2029	Ag^+ 444

(単位 : kJ/mol)

金属のイオン化傾向には、イオン化エネルギーの大小だけでなく、単体の昇華熱や金属イオンの水和熱の大小も関係している。リチウムの方がカリウムより昇華熱もイオン化エネルギーも大きい、水和熱も大きい。(1)式の Q の値はリチウムが 168 kJ 、カリウムが $a \text{ [kJ]}$ で、リチウムの方がカリウムよりもイオン化傾向が大きいことに対応している。

亜鉛を硝酸銀水溶液に入れると、亜鉛が溶解して銀が析出する。表のデータを用いて、この反応の熱化学方程式(2)の反応熱を求めると、 $b \text{ [kJ]}$ の発熱になることがわかる。



問 i 文中の a の値はいくらか。解答は有効数字の3桁目を四捨五入して、下の形式により示せ。

. $\times 10^2 \text{ kJ}$

問 ii 文中の b の値はいくらか。解答は有効数字の3桁目を四捨五入して、下の形式により示せ。

. $\times 10^2 \text{ kJ}$

3 熱化学

【解答】 問 i $1.8 \times 10^2 \text{ kJ}$ 問 ii $3.7 \times 10^2 \text{ kJ}$

【解説】

問 i エネルギー図より, $Q = Q_1 + Q_2 - Q_3$

以上より, カリウムについて,

$$a = 80 + 419 - 320 = 179 \text{ kJ}$$

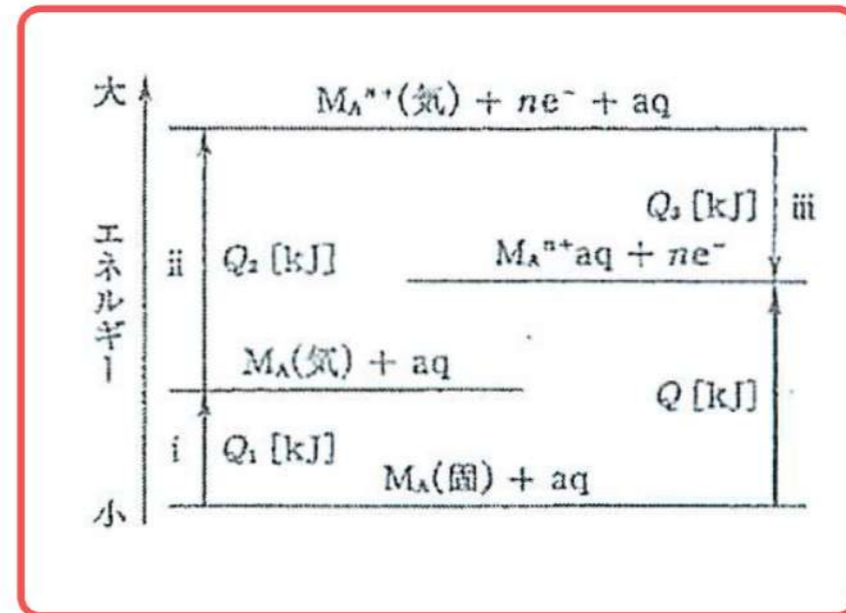
問 ii 問 i と同様に,

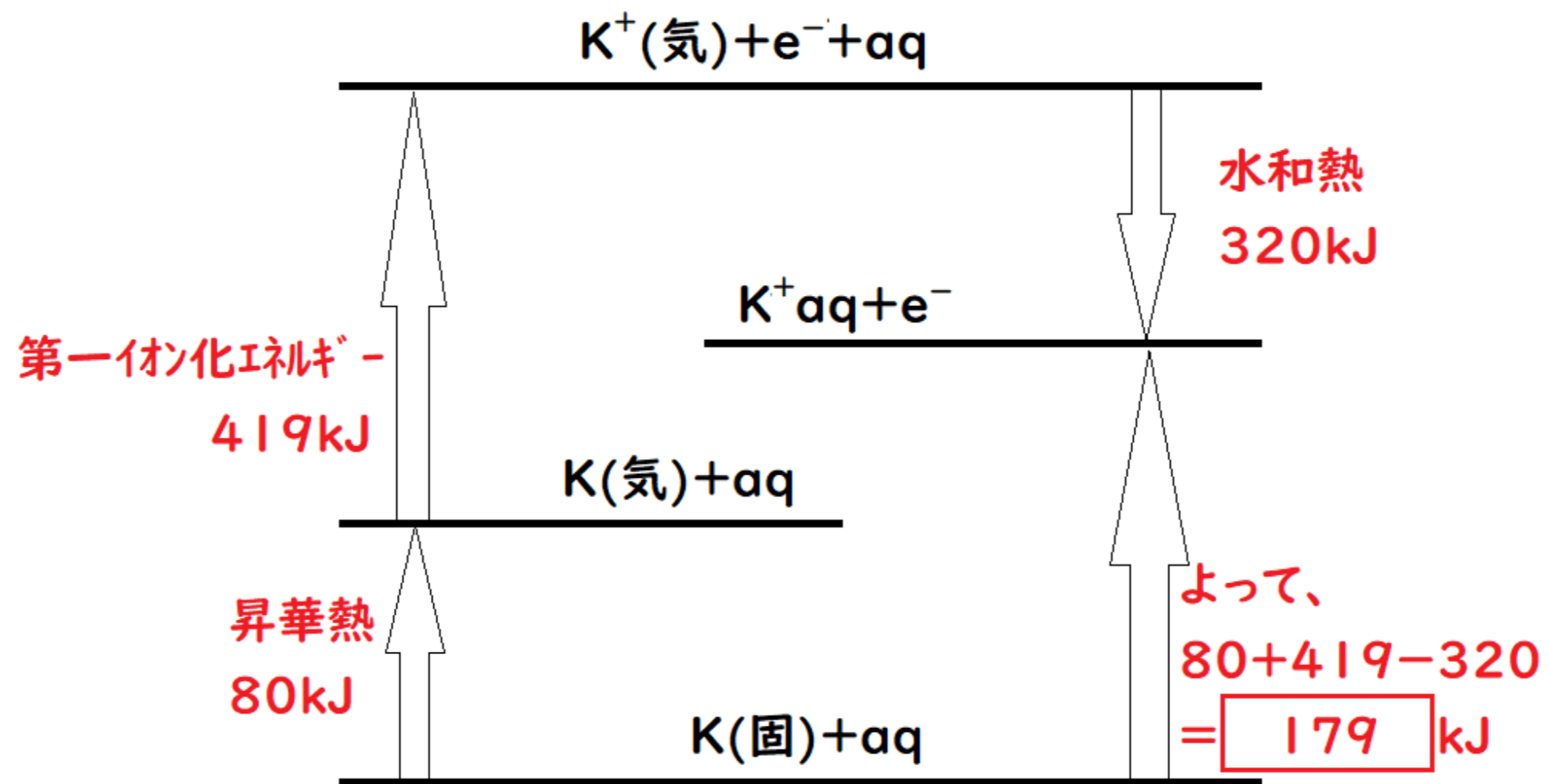
$$\text{Zn} : 122 + (906 + 1733) - 2029 = 732 \text{ kJ}$$

$$\text{Ag} : 265 + 731 - 444 = 552 \text{ kJ}$$

したがって,

$$b = -732 - (-552 \times 2) = 372 \text{ kJ}$$





3 熱化学

【解答】 問 i $1.8 \times 10^2 \text{ kJ}$ 問 ii $3.7 \times 10^2 \text{ kJ}$

【解説】

問 i エネルギー図より, $Q = Q_1 + Q_2 - Q_3$

以上より, カリウムについて,

$$a = 80 + 419 - 320 = 179 \text{ kJ}$$

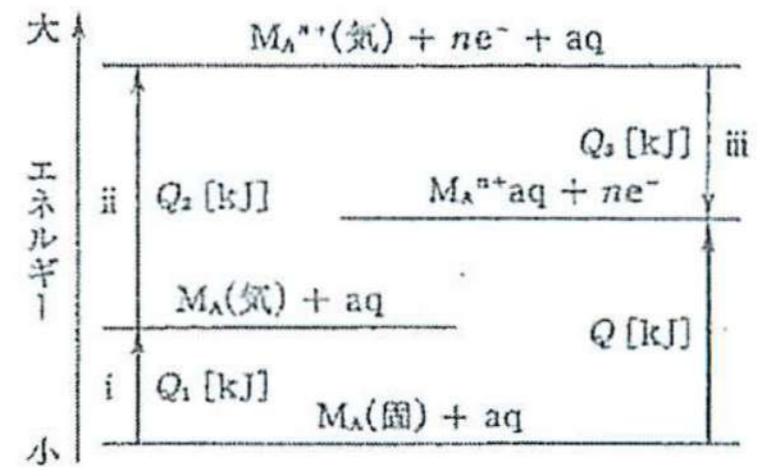
問 ii 問 i と同様に,

$$\text{Zn} : 122 + (906 + 1733) - 2029 = 732 \text{ kJ}$$

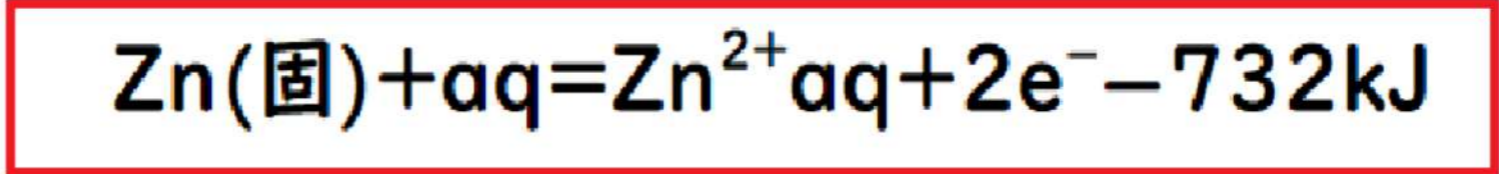
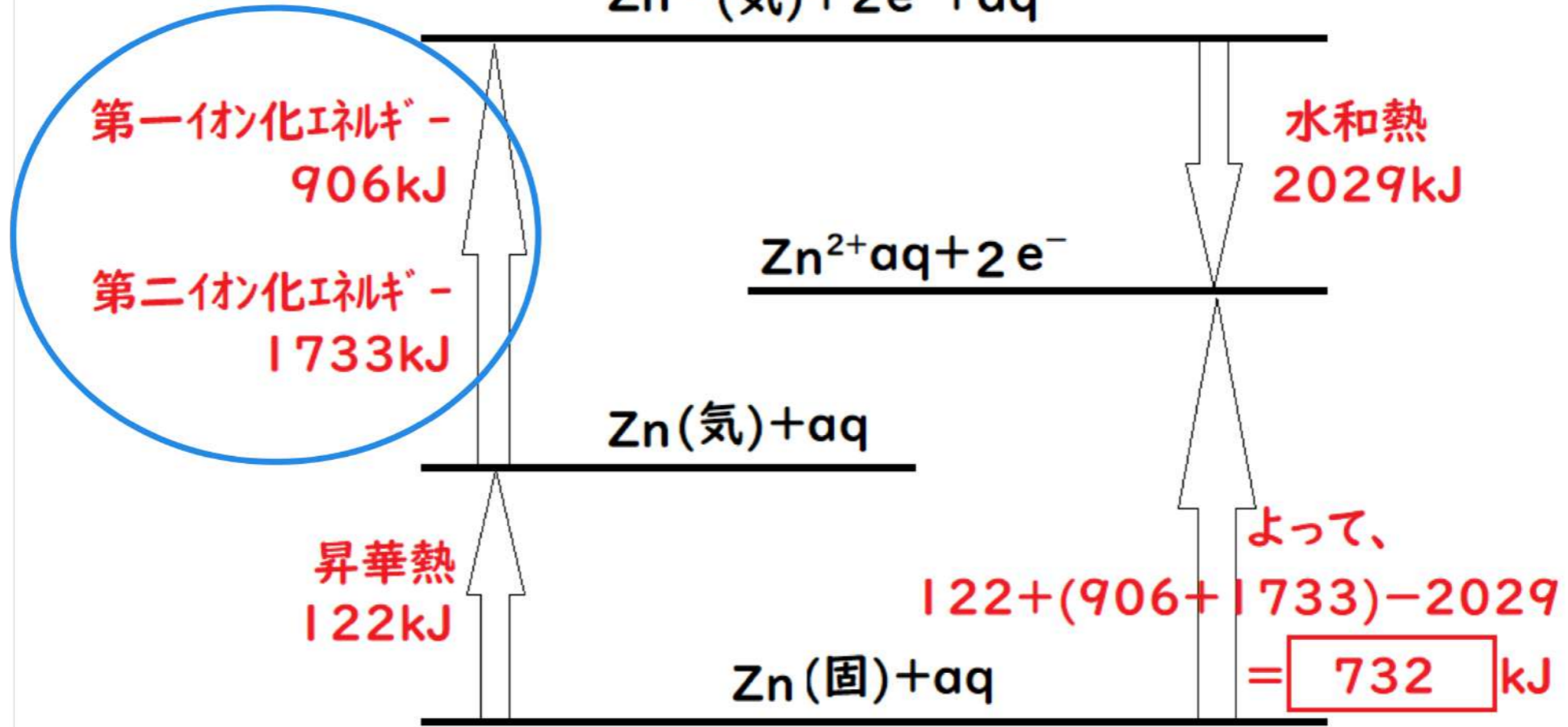
$$\text{Ag} : 265 + 731 - 444 = 552 \text{ kJ}$$

したがって,

$$b = -732 - (-552 \times 2) = 372 \text{ kJ}$$



注意



3 熱化学

【解答】 問 i $1.8 \times 10^2 \text{ kJ}$ 問 ii $3.7 \times 10^2 \text{ kJ}$

【解説】

問 i エネルギー図より, $Q = Q_1 + Q_2 - Q_3$

以上より, カリウムについて,

$$a = 80 + 419 - 320 = 179 \text{ kJ}$$

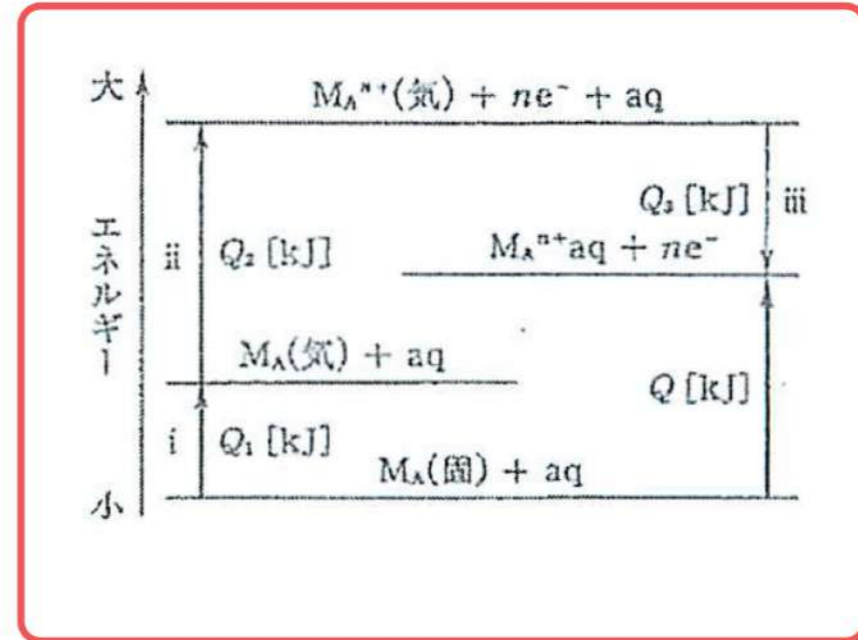
問 ii 問 i と同様に,

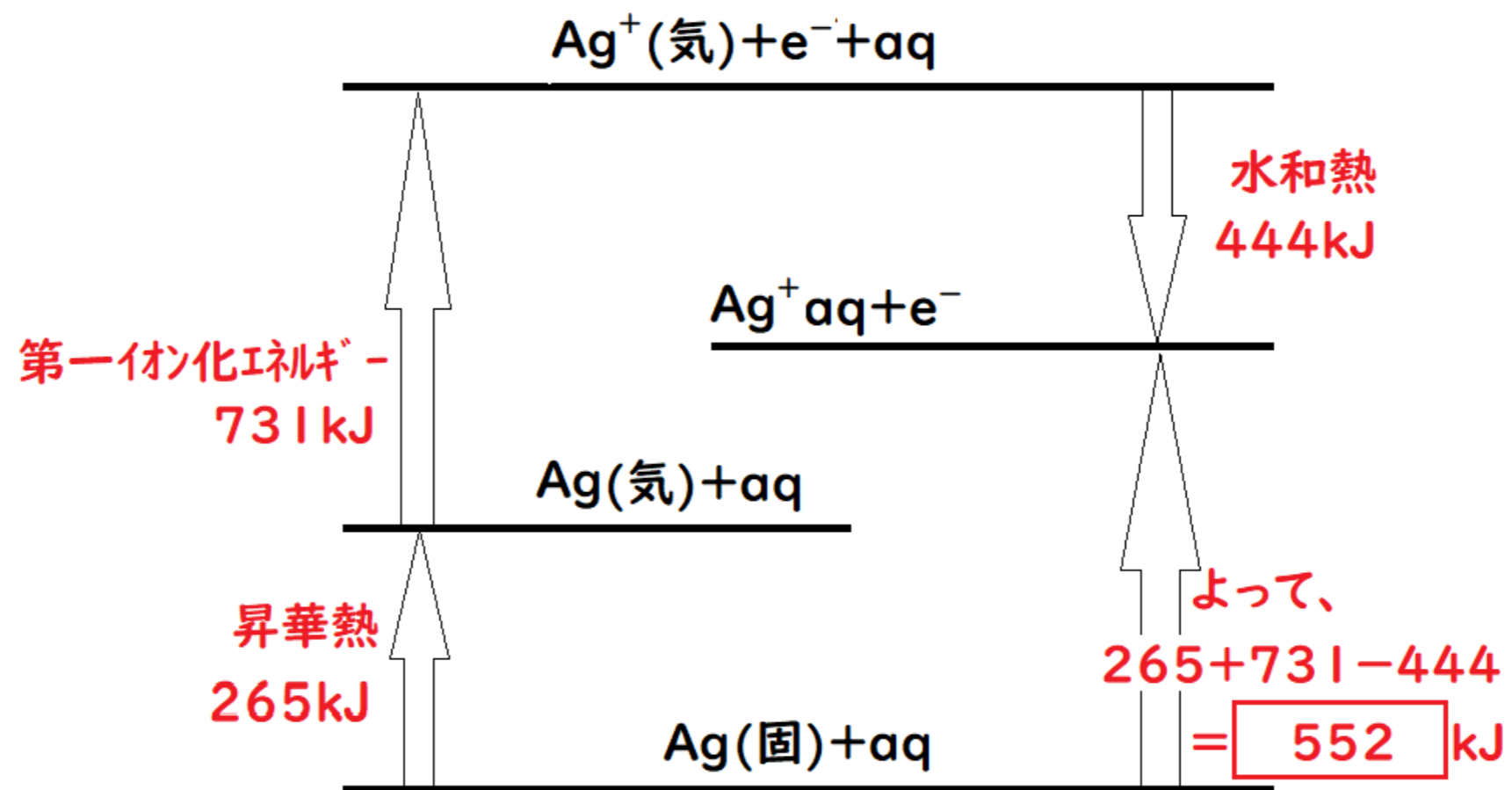
$$\text{Zn} : 122 + (906 + 1733) - 2029 = 732 \text{ kJ}$$

$$\text{Ag} : 265 + 731 - 444 = 552 \text{ kJ}$$

したがって,

$$b = -732 - (-552 \times 2) = 372 \text{ kJ}$$





3 熱化学

【解答】 問 i $1.8 \times 10^2 \text{ kJ}$ 問 ii $3.7 \times 10^2 \text{ kJ}$

【解説】

問 i エネルギー図より, $Q = Q_1 + Q_2 - Q_3$

以上より, カリウムについて,

$$a = 80 + 419 - 320 = 179 \text{ kJ}$$

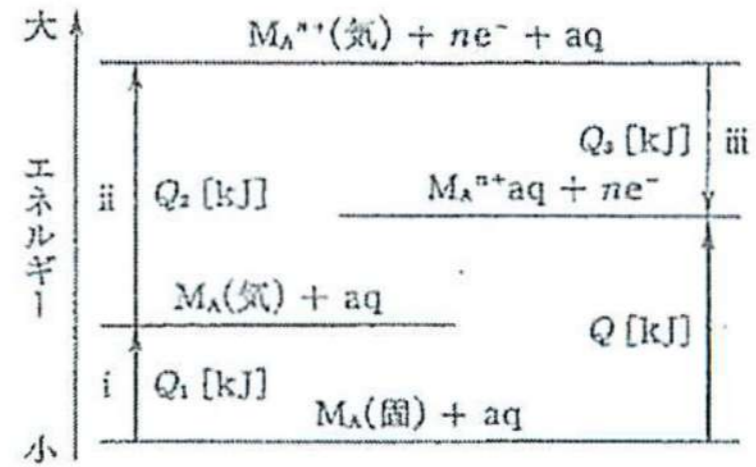
問 ii 問 i と同様に,

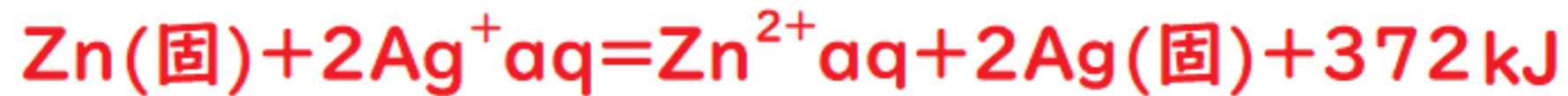
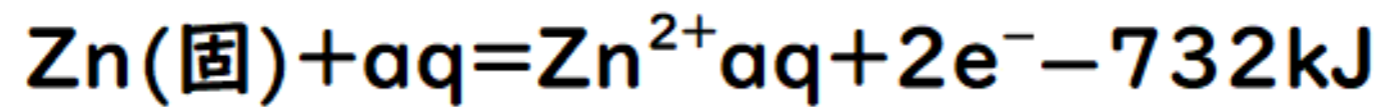
$$\text{Zn} : 122 + (906 + 1733) - 2029 = 732 \text{ kJ}$$

$$\text{Ag} : 265 + 731 - 444 = 552 \text{ kJ}$$

したがって,

$$b = -732 - (-552 \times 2) = 372 \text{ kJ}$$





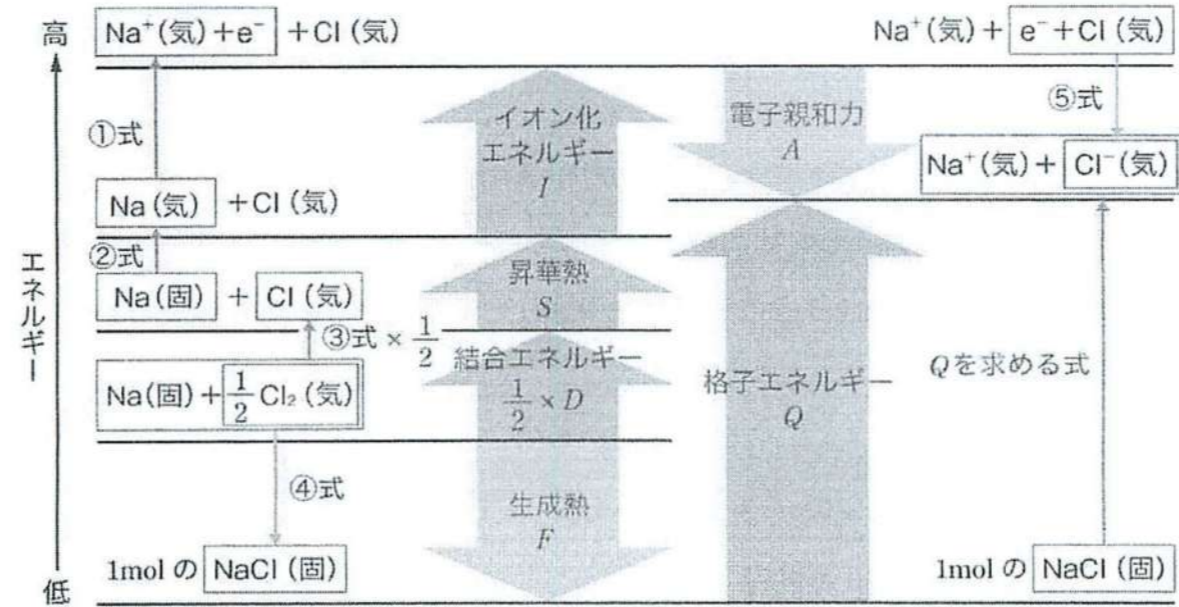
参考資料

ボルン・ハーバーサイクル

$$\text{NaCl (固)} = \text{Na}^+ (\text{気}) + \text{Cl}^- (\text{気}) - Q (\text{kJ})$$

- | | |
|---|---|
| ① $\text{Na (気)} = \text{Na}^+ (\text{気}) + \text{e}^- - I (\text{kJ})$ | I : Na(気)のイオン化エネルギー |
| ② $\text{Na (固)} = \text{Na (気)} - S (\text{kJ})$ | S : Na(固)の昇華熱 |
| ③ $\text{Cl}_2 (\text{気}) = 2\text{Cl (気)} - D (\text{kJ})$ | D : $\text{Cl}_2 (\text{気})$ の結合エネルギー
<small>解離エネルギー</small> |
| ④ $\text{Na (固)} + \frac{1}{2}\text{Cl}_2 (\text{気}) = \text{NaCl (固)} + F (\text{kJ})$ | F : NaCl(固)の生成熱 |
| ⑤ $\text{Cl (気)} + \text{e}^- = \text{Cl}^- (\text{気}) + A (\text{kJ})$ | A : Cl(気)の電子親和力 |

$$\text{NaCl (固) の格子エネルギー } Q = I + S + \frac{1}{2} D + F - A$$

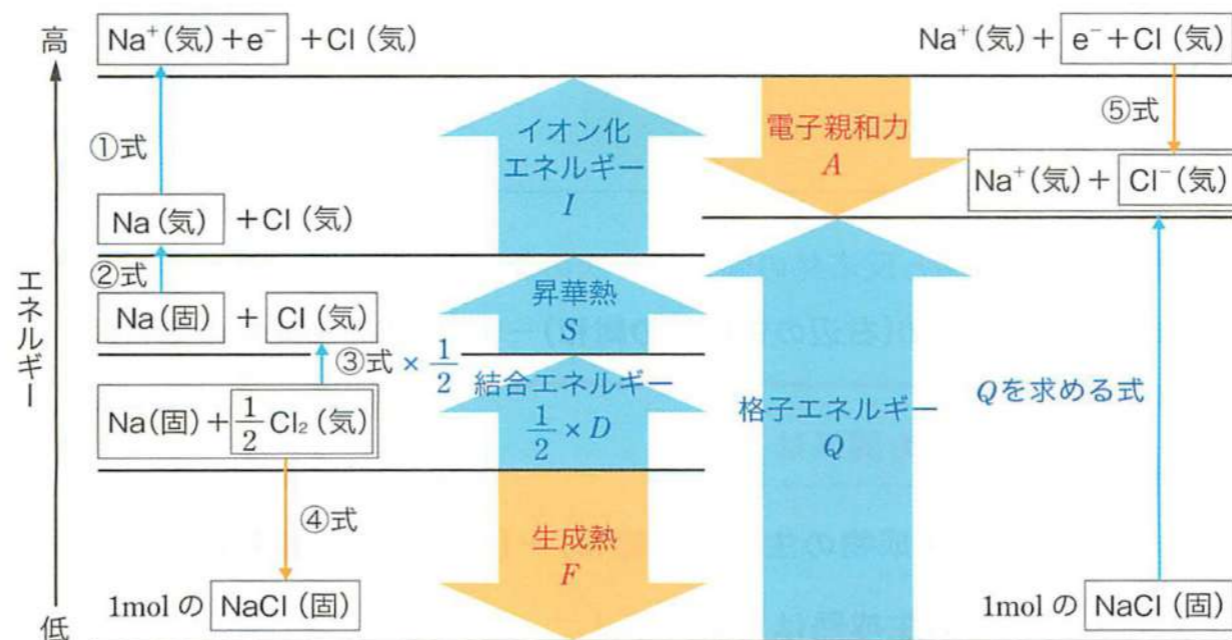


● ボルン・ハーバーサイクル




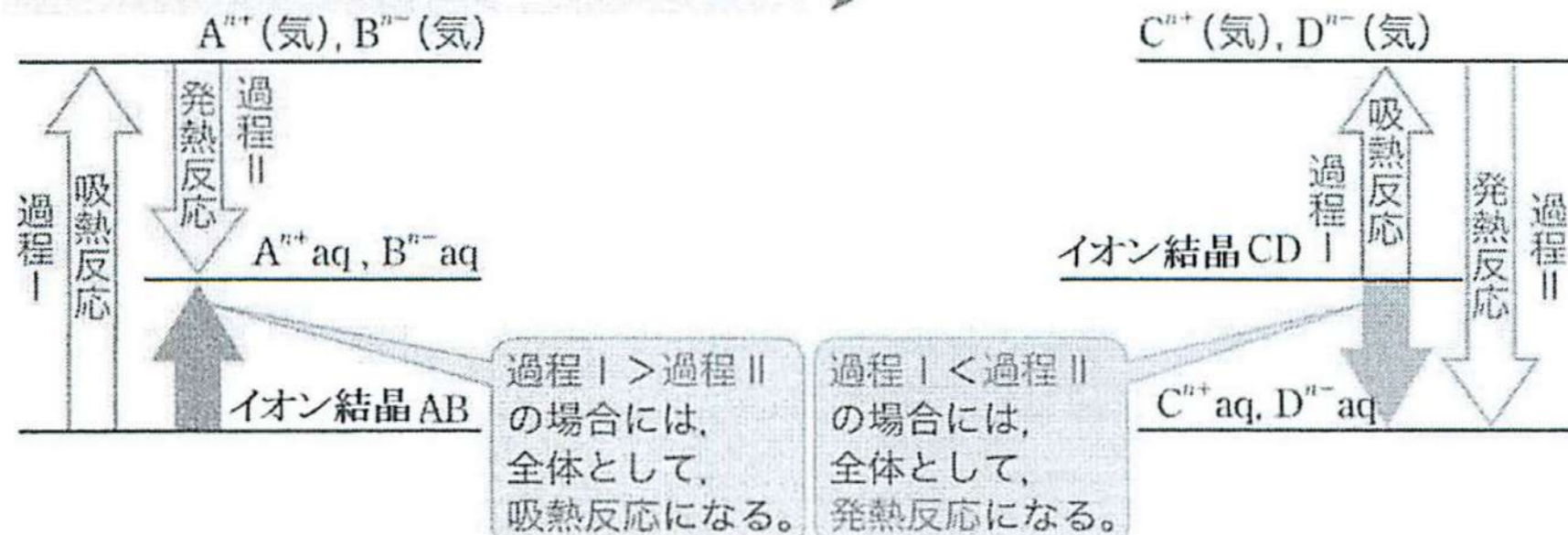
- | | |
|--|---|
| ① $\text{Na (気)} = \text{Na}^+ (\text{気}) + \text{e}^- - I \text{ (kJ)}$ | I : Na(気)のイオン化エネルギー |
| ② $\text{Na (固)} = \text{Na (気)} - S \text{ (kJ)}$ | S : Na(固)の昇華熱 |
| ③ $\text{Cl}_2 (\text{気}) = 2\text{Cl (気)} - D \text{ (kJ)}$ | D : $\text{Cl}_2 (\text{気})$ の結合エネルギー
<small>解離エネルギー</small> |
| ④ $\text{Na (固)} + \frac{1}{2}\text{Cl}_2 (\text{気}) = \text{NaCl (固)} + F \text{ (kJ)}$ | F : NaCl(固)の生成熱 |
| ⑤ $\text{Cl (気)} + \text{e}^- = \text{Cl}^- (\text{気}) + A \text{ (kJ)}$ | A : Cl(気)の電子親和力 |

$$\text{NaCl (固) の格子エネルギー } Q = I + S + \frac{1}{2} D + F - A$$



参考資料

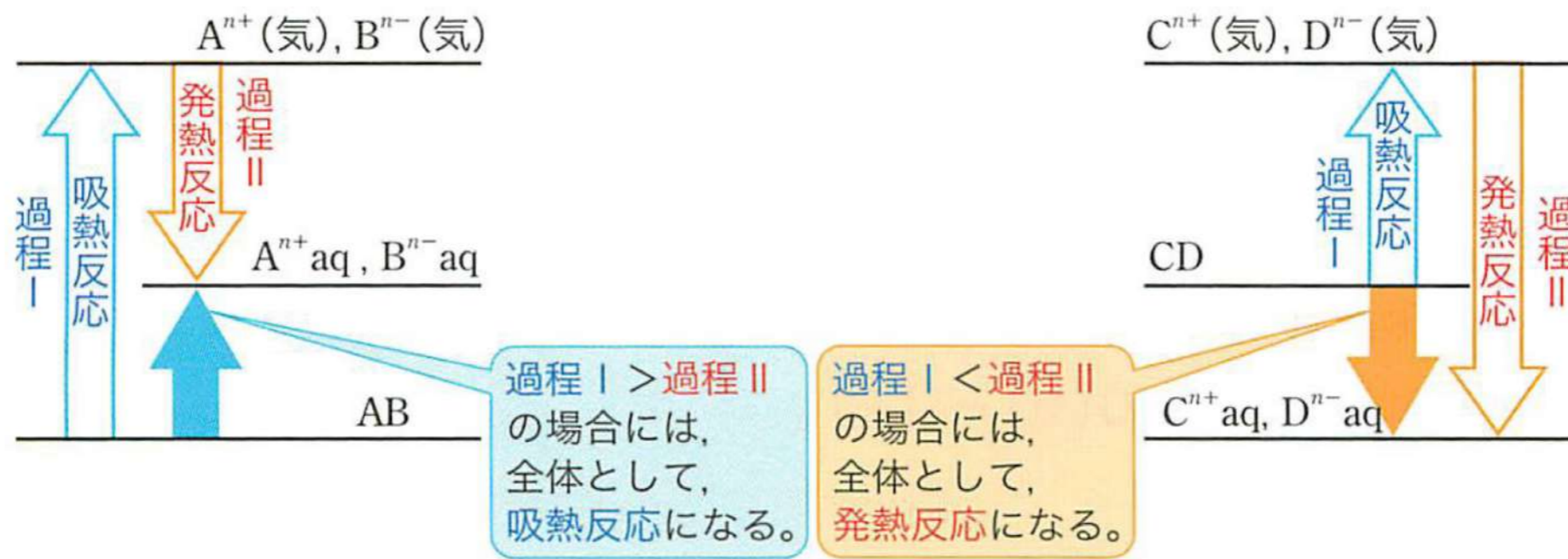
溶解反応は発熱反応？ 吸熱反応？ 



気体の水への溶解は、ほぼ過程IIのみに依存し、発熱反応！

電離度が小さい気体の水への溶解

溶解反応は発熱反応？ 吸熱反応？



気体の水への溶解は、ほぼ過程 II のみに依存し、発熱反応！

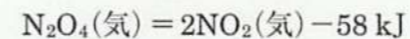
電離度が小さい気体の水への溶解

第Ⅱ問 (50 点満点)

問題 4 については、1 つまたは 2 つの正解がある。答案用紙の所定の枠の中に、正解の番号を記入せよ。問題 5 と問題 6 については、所定の枠の中に、0 から 9 までの適当な数字を 1 枠に 1 つ記入せよ。

4 気体の平衡に関するつぎの文を読み、下の問に答えよ。

密閉容器に気体の N_2O_4 を 1 mol 入れると、 N_2O_4 は一部が解離して、 NO_2 となり平衡に達する。この変化は次の熱化学方程式で表される。



問 この気体の平衡に関する記述として、正しいものはどれか。

1. 温度一定で、容器の体積を大きくすると、平衡は逆反応の向きに移動する。
2. 温度一定で、容器の体積を大きくした新たな平衡では、正反応の速度は元の平衡時より大きくなる。
3. 圧力一定で、温度を上げると、平衡は逆反応の向きに移動する。
4. 圧力一定で、温度を上げた新たな平衡では、 N_2O_4 の解離度は元の平衡時より大きくなる。
5. 容器の体積と温度を一定にしてネオンを加えると、平衡は逆反応の向きに移動する。
6. 容器の体積と温度を一定にして 1 mol の N_2O_4 をさらに加えて新たな平衡に達したとき、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍より大きい値となる。

1. 温度一定で、容器の体積を大きくすると、平衡は逆反応の向きに移動する。
2. 温度一定で、容器の体積を大きくした新たな平衡では、正反応の速度は元の平衡時より大きくなる。
3. 圧力一定で、温度を上げると、平衡は逆反応の向きに移動する。
4. 圧力一定で、温度を上げた新たな平衡では、 N_2O_4 の解離度は元の平衡時より大きくなる。

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、濃度、圧力、温度などの条件が変化を受けると、平衡はその変化を和らげる方向に移動する。

平衡の移動に関わる因子は、濃度、圧力、温度のみ！

1. (誤) 容器の体積を大きくすると、気体の全圧は小さくなり、気体の総分子数が増加する方向（この場合は右）に平衡が移動する。
2. (誤) 容器の体積を大きくすると、1より N_2O_4 の濃度は小さくなり、正反応の反応速度も小さくなる。
3. (誤) 温度を上げると、吸熱反応側（この場合は右）に平衡が移動する。
4. (正) 3より、 N_2O_4 の解離度は大きくなる。

1. 温度一定で、容器の体積を大きくすると、平衡は逆反応の向きに移動する。
2. 温度一定で、容器の体積を大きくした新たな平衡では、正反応の速度は元の平衡時より大きくなる。
3. 圧力一定で、温度を上げると、平衡は逆反応の向きに移動する。
4. 圧力一定で、温度を上げた新たな平衡では、 N_2O_4 の解離度は元の平衡時より大きくなる。

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、濃度、圧力、温度などの条件が変化を受けると、平衡はその変化を和らげる方向に移動する。緩和する

平衡の移動に関わる因子は、濃度、圧力、温度のみ！

1. (誤) 容器の体積を大きくすると、気体の全圧は小さくなり、気体の総分子数が増加する方向（この場合は右）に平衡が移動する。
2. (誤) 容器の体積を大きくすると、1.より N_2O_4 の濃度は小さくなり、正反応の反応速度も小さくなる。
3. (誤) 温度を上げると、吸熱反応側（この場合は右）に平衡が移動する。
4. (正) 3.より、 N_2O_4 の解離度は大きくなる。

1. 温度一定で、容器の体積を大きくすると、平衡は逆反応の向きに移動する。
2. 温度一定で、容器の体積を大きくした新たな平衡では、正反応の速度は元の平衡時より大きくなる。
3. 圧力一定で、温度を上げると、平衡は逆反応の向きに移動する。
4. 圧力一定で、温度を上げた新たな平衡では、 N_2O_4 の解離度は元の平衡時より大きくなる。

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、濃度、圧力、温度などの条件が変化を受けると、平衡はその変化を和らげる方向に移動する。緩和する

平衡の移動に関わる因子は、濃度、圧力、温度のみ！

1. (誤) 容器の体積を大きくすると、気体の全圧は小さくなり、気体の総分子数が増加する方向（この場合は右）に平衡が移動する。
2. (誤) 容器の体積を大きくすると、1.より N_2O_4 の濃度は小さくなり、正反応の反応速度も小さくなる。
3. (誤) 温度を上げると、吸熱反応側（この場合は右）に平衡が移動する。
4. (正) 3.より、 N_2O_4 の解離度は大きくなる。

1. 温度一定で、容器の体積を大きくすると、平衡は逆反応の向きに移動する。
2. 温度一定で、容器の体積を大きくした新たな平衡では、正反応の速度は元の平衡時より大きくなる。
3. 圧力一定で、温度を上げると、平衡は逆反応の向きに移動する。
4. 圧力一定で、温度を上げた新たな平衡では、 N_2O_4 の解離度は元の平衡時より大きくなる。

ある可逆反応が平衡状態にあるとき、外部からの影響によって、濃度、圧力、温度などの条件が変化を受けると、平衡はその変化を和らげる方向に移動する。
緩和する

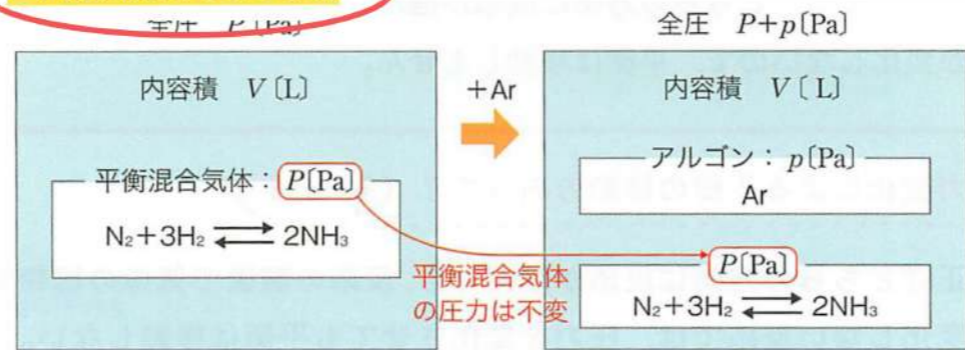
平衡の移動に関わる因子は、濃度、圧力、温度のみ！

1. (誤) 容器の体積を大きくすると、気体の全圧は小さくなり、気体の総分子数が増加する方向（この場合は右）に平衡が移動する。
2. (誤) 容器の体積を大きくすると、1.より N_2O_4 の濃度は小さくなり、正反応の反応速度も小さくなる。
3. (誤) 温度を上げると、吸熱反応側（この場合は右）に平衡が移動する。
4. (正) 3.より、 N_2O_4 の解離度は大きくなる。

5. 容器の体積と温度を一定にしてネオンを加えると、平衡は逆反応の向きに移動する。

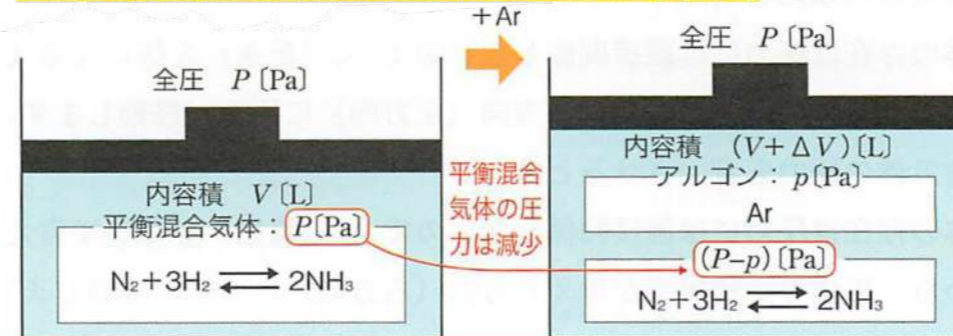
① 温度・体積一定で、アルゴン Ar を加えると？

平衡は移動しません。



② 温度・全圧一定でアルゴン Ar を加えると？

平衡は気体の総物質量が増える方向に移動します。



5. (誤) N_2O_4 と NO_2 の分圧は変化しないので、平衡は移動しない。

② 温度・全圧一定でアルゴン Ar を加えると？ を式で考えてみよう。

高温で黒鉛と二酸化炭素を反応させると一酸化炭素が生成し、次の式①の平衡に達する。



物質 A のモル濃度を [A] で表すとき、式①の平衡の濃度平衡定数 K_c は $K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}$ で表され、その値は 750 °C で $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ である。

問 容積可変の容器中で式①の平衡が成立しているとき、温度を一定に保って、次の操作(a)~(d)を行った。これらのうちで **CO の物質質量が増加する操作** すべてを選び、記号で答えよ。ただし、黒鉛の体積は 無視できるものとする。

- (a) 体積を一定に保って、黒鉛を加える。
- (b) 圧縮して、体積を小さくする。
- (c) ~~体積を一定に保って、アルゴンを加える。~~
- (d) 圧力を一定に保って、アルゴンを加える。

【ヒント】 $K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} = \frac{\left(\frac{n_{\text{CO}}}{V}\right)^2}{\frac{n_{\text{CO}_2}}{V}} = \frac{n_{\text{CO}}^2}{n_{\text{CO}_2}} \times \frac{1}{V}$ 【解答】(d)

② 温度・全圧一定でアルゴン Ar を加えると？ を式で考えてみよう。

高温で黒鉛と二酸化炭素を反応させると一酸化炭素が生成し、次の式①の平衡に達する。



物質 A のモル濃度を [A] で表すとき、式①の平衡の濃度平衡定数 K_c は $K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]}$ で表され、その値は 750°C で $2.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ である。

問 容積可変の容器中で式①の平衡が成立しているとき、温度を一定に保って、次の操作(a)~(d)を行った。これらのうちで **CO の物質質量が増加する操作** すべてを選び、記号で答えよ。ただし、黒鉛の体積は無視できるものとする。

- (a) 体積を一定に保って、黒鉛を加える。
- (b) 圧縮して、体積を小さくする。
- (c) 体積を一定に保って、アルゴンを加える。
- (d) 圧力を一定に保って、アルゴンを加える。

【ヒント】 $K_c = \frac{[\text{CO}]^2}{[\text{CO}_2]} = \frac{\left(\frac{n_{\text{CO}}}{V}\right)^2}{\frac{n_{\text{CO}_2}}{V}} = \frac{n_{\text{CO}}^2}{n_{\text{CO}_2}} \times \frac{1}{V}$ 【解答】(d)

6. 容器の体積と温度を一定にして 1 mol の N_2O_4 をさらに加えて新たな平衡に達したとき、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍より大きい値となる。

平衡の移動方向は、化学平衡の法則から判断できる。

平衡定数の
温度依存性

	温度が高くなると	温度が低くなると
$Q > 0$ のとき <small>発熱反応</small>	K の値は小さくなる	K の値は大きくなる
$Q < 0$ のとき <small>吸熱反応</small>	K の値は大きくなる	K の値は小さくなる

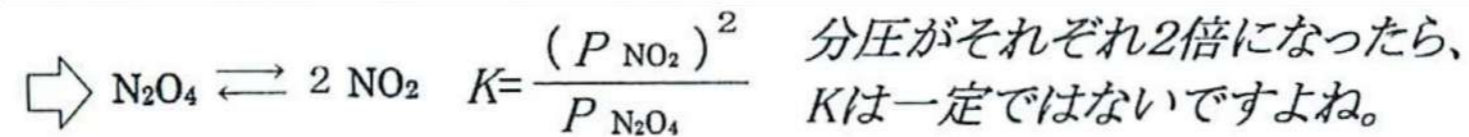
6. の解釈がポイントでしょうか。悩んだ時の「化学平衡の法則」ですよ。

6. 容器の体積と温度を一定にして 1 mol の N_2O_4 をさらに加えて新たな平衡に達したとき、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍より大きい値となる。

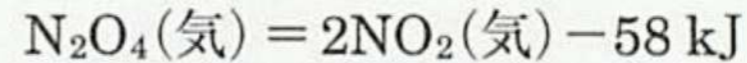
情報の解釈(温度、濃度または圧力情報に)

6. (正) 新たに加えられた 1 mol の N_2O_4 が最初の 1 mol と同じ割合で解離したとすると、全圧と各気体の分圧はそれぞれ元の 2 倍となる。

平衡の移動方向の有無、移動方向の検討



これは全圧が大きくなることと同じなので、反応は気体の総分子数が小さくなる方向（この場合は左）へ移動し、
へ移動し、



量的関係の検討

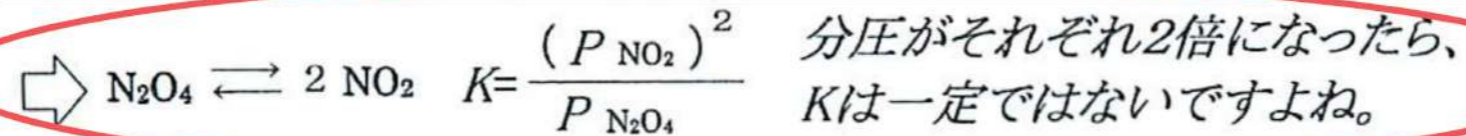
新たな平衡に達した時、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍よりも大きくなる。

6. 容器の体積と温度を一定にして 1 mol の N_2O_4 をさらに加えて新たな平衡に達したとき、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍より大きい値となる。

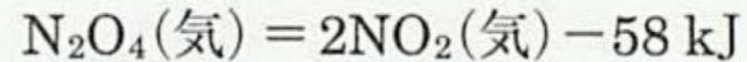
情報の解釈(温度、濃度または圧力情報に)

6. (正) 新たに加えられた 1 mol の N_2O_4 が最初の 1 mol と同じ割合で解離したとすると、全圧と各気体の分圧はそれぞれ元の 2 倍となる。

平衡の移動方向の有無、移動方向の検討



これは全圧が大きくなることと同じなので、反応は気体の総分子数が小さくなる方向（この場合は左）へ移動し、
へ移動し、



量的関係の検討

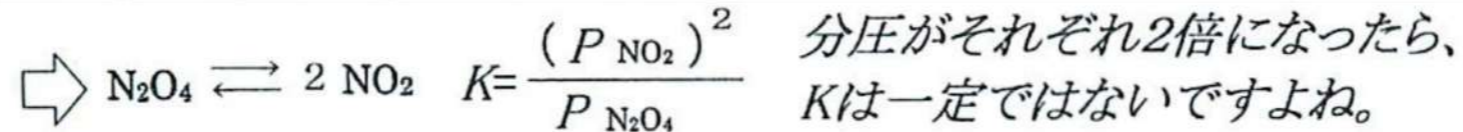
新たな平衡に達した時、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍よりも大きくなる。

6. 容器の体積と温度を一定にして 1 mol の N_2O_4 をさらに加えて新たな平衡に達したとき、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍より大きい値となる。

情報の解釈(温度、濃度または圧力情報に)

6. (正) 新たに加えられた 1 mol の N_2O_4 が最初の 1 mol と同じ割合で解離したとすると、全圧と各気体の分圧はそれぞれ元の 2 倍となる。

平衡の移動方向の有無、移動方向の検討



これは全圧が大きくなることと同じなので、反応は気体の総分子数が小さくなる方向 (この場合は左) へ移動し、
へ移動し、



量的関係の検討

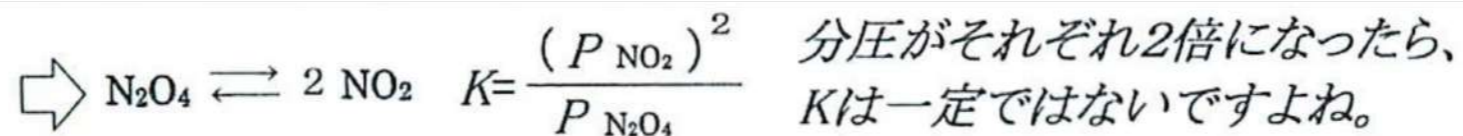
新たな平衡に達した時、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍よりも大きくなる。

6. 容器の体積と温度を一定にして 1 mol の N_2O_4 をさらに加えて新たな平衡に達したとき、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍より大きい値となる。

情報の解釈(温度、濃度または圧力情報に)

6. (正) 新たに加えられた 1 mol の N_2O_4 が最初の 1 mol と同じ割合で解離したとすると、全圧と各気体の分圧はそれぞれ元の 2 倍となる。

平衡の移動方向の有無、移動方向の検討



これは全圧が大きくなることと同じなので、反応は気体の総分子数が小さくなる方向（この場合は左）へ移動し、
へ移動し、



量的関係の検討

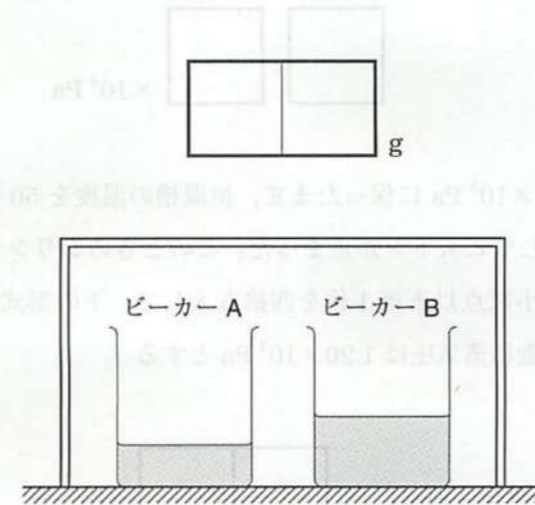
新たな平衡に達した時、 N_2O_4 の分圧は元の平衡時の 2 倍よりも大きくなる。

5 500 mL の水に 36.0 g のグルコースを溶かした水溶液が 100 mL 入ったビーカー A と、500 mL の水に 45.0 g のグルコースを溶かした水溶液が 200 mL 入ったビーカー B がある。これに関する下の間に答えよ。ただし、水の密度を 1.0 g/cm^3 とし、水にグルコースを溶かした際の体積変化は無視できるものとする。

問 i つぎの 1～5 のうち、ビーカー A の溶液の方がビーカー B の溶液よりも大きい(または高い)値を示すものはいくつあるか。数を答えよ。

1. 密度 2. 蒸気圧 3. 沸点 4. 凝固点 5. 浸透圧

問 ii ビーカー A とビーカー B を、下図に示すように密閉容器中に入れた。一定温度で長時間放置すると、ビーカー A の質量は何 g 変化するか。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。ただし、水蒸気となった水の質量は無視できるほど小さいとする。



問 i つぎの 1～5 のうち，ビーカー A の溶液の方がビーカー B の溶液よりも大きい(または高い)値を示すものはいくつあるか。数を答えよ。

1. 密度
2. 蒸気圧
3. 沸点
4. 凝固点
5. 浸透圧

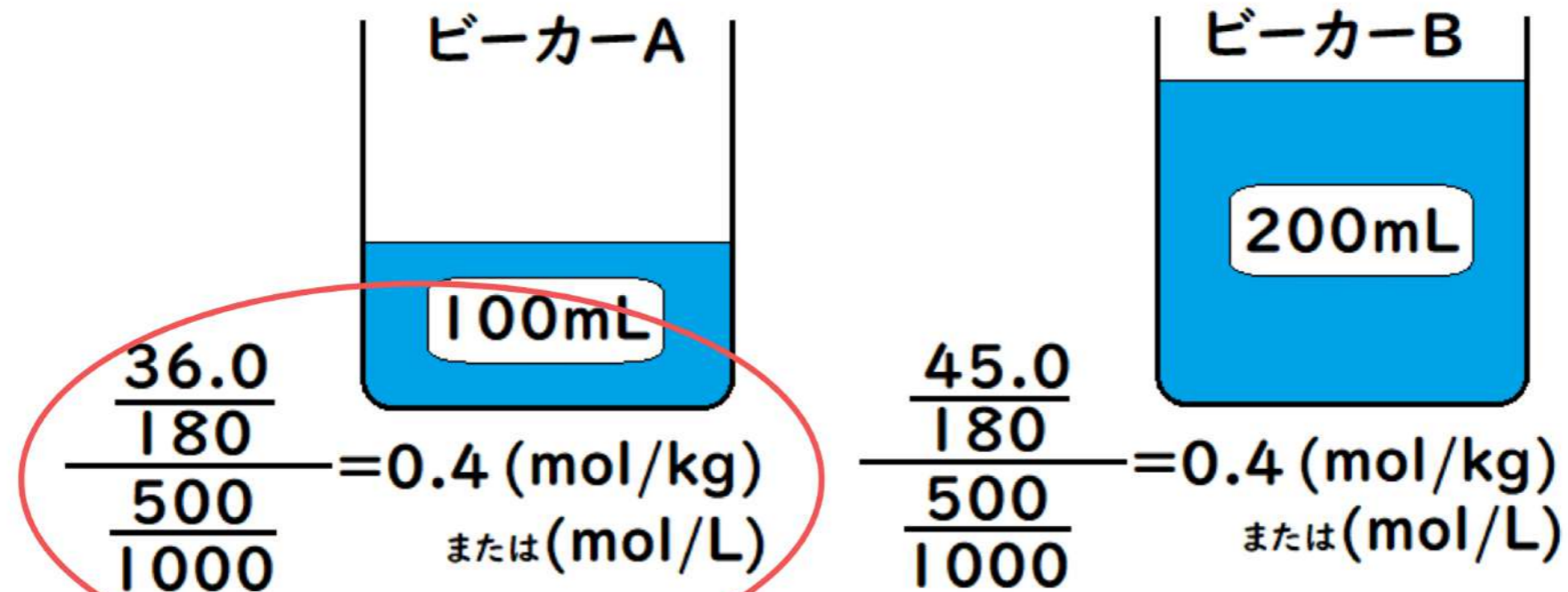
5 希薄溶液理論は『濃度』の検討のみ！と言って過言ではないと思う。

【解答】 問 i 2 問 ii 14 g

【解説】

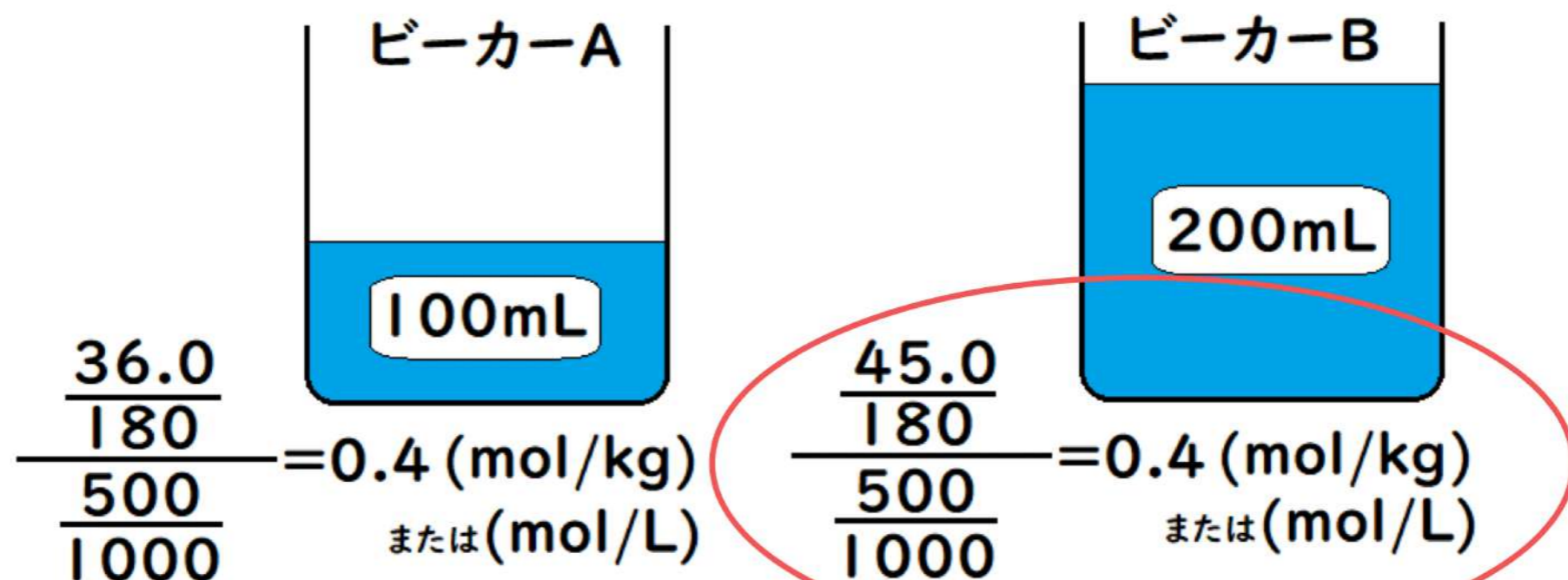
問 i ビーカーAの溶液の方が、ビーカーBの溶液よりも濃度が小さい。グルコース水溶液の濃度が高いほど蒸気圧は低下し、沸点は上昇し、凝固点は低下し、浸透圧は大きくなる。したがって、ビーカーAの溶液の方が大きくなるのは、2, 4の2つである。

各現象は濃度に依存する。存在する量には無関係。



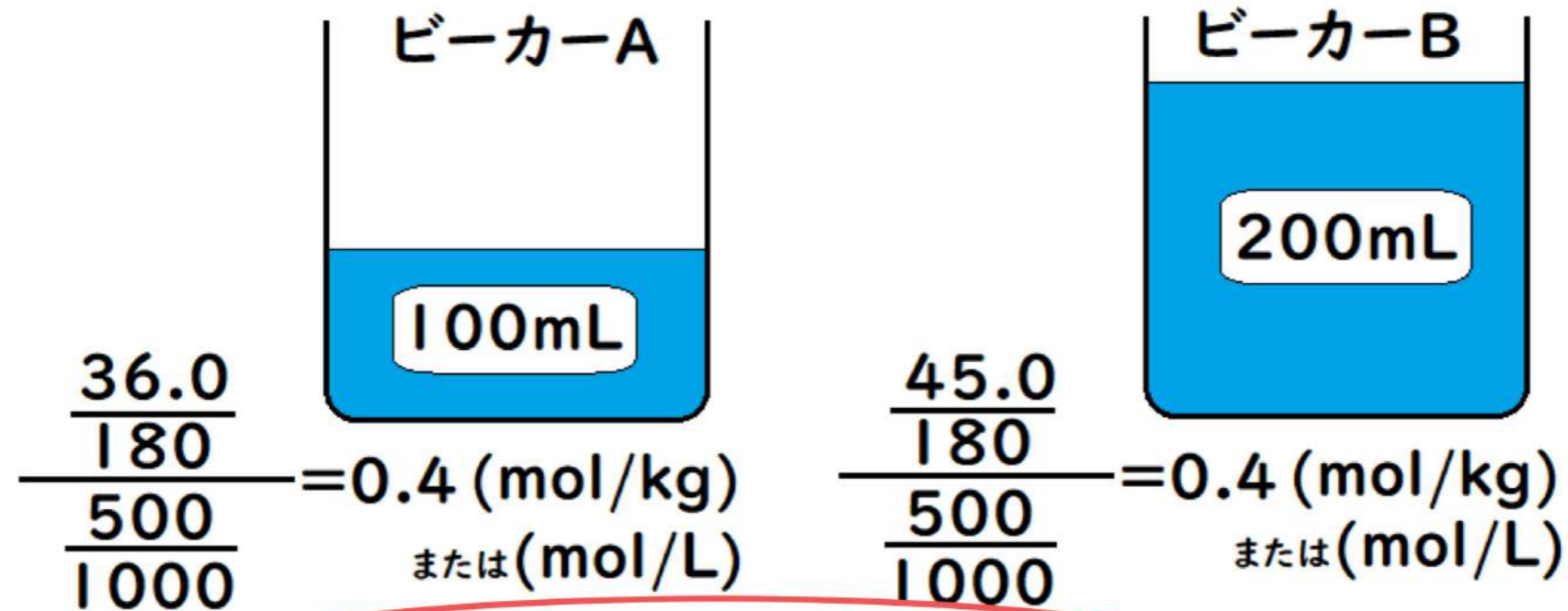
1. 密度; 濃度が大きい方が大 $\rightarrow A < B$
2. 蒸気圧; 濃度が大きい方が小 $\rightarrow A > B$
3. 沸点; 濃度が大きい方が高 $\rightarrow A < B$
4. 凝固点; 濃度が大きい方が低 $\rightarrow A > B$
5. 浸透圧; 濃度が大きい方が大 $\rightarrow A < B$

各現象は濃度に依存する。存在する量には無関係。



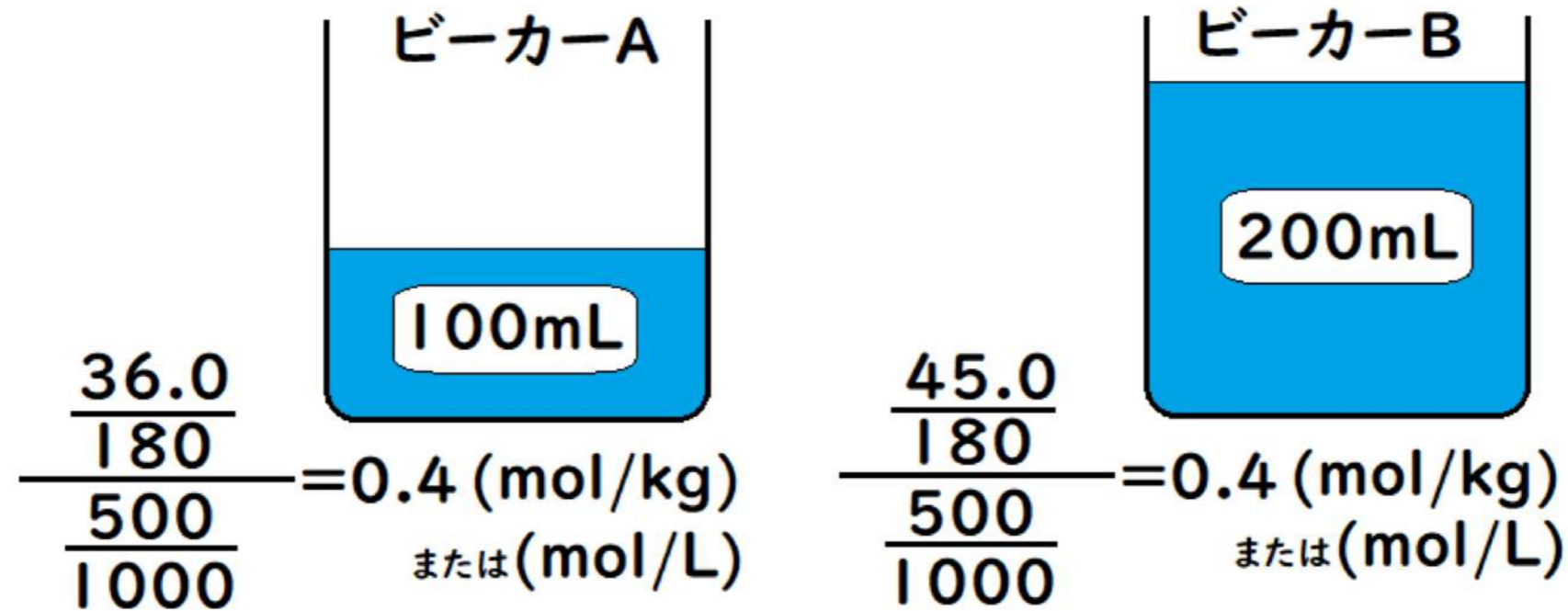
1. 密度;濃度が大きい方が大→A<B
2. 蒸気圧;濃度が大きい方が小→A>B
3. 沸点;濃度が大きい方が高→A<B
4. 凝固点;濃度が大きい方が低→A>B
5. 浸透圧;濃度が大きい方が大→A<B

各現象は濃度に依存する。存在する量には無関係。



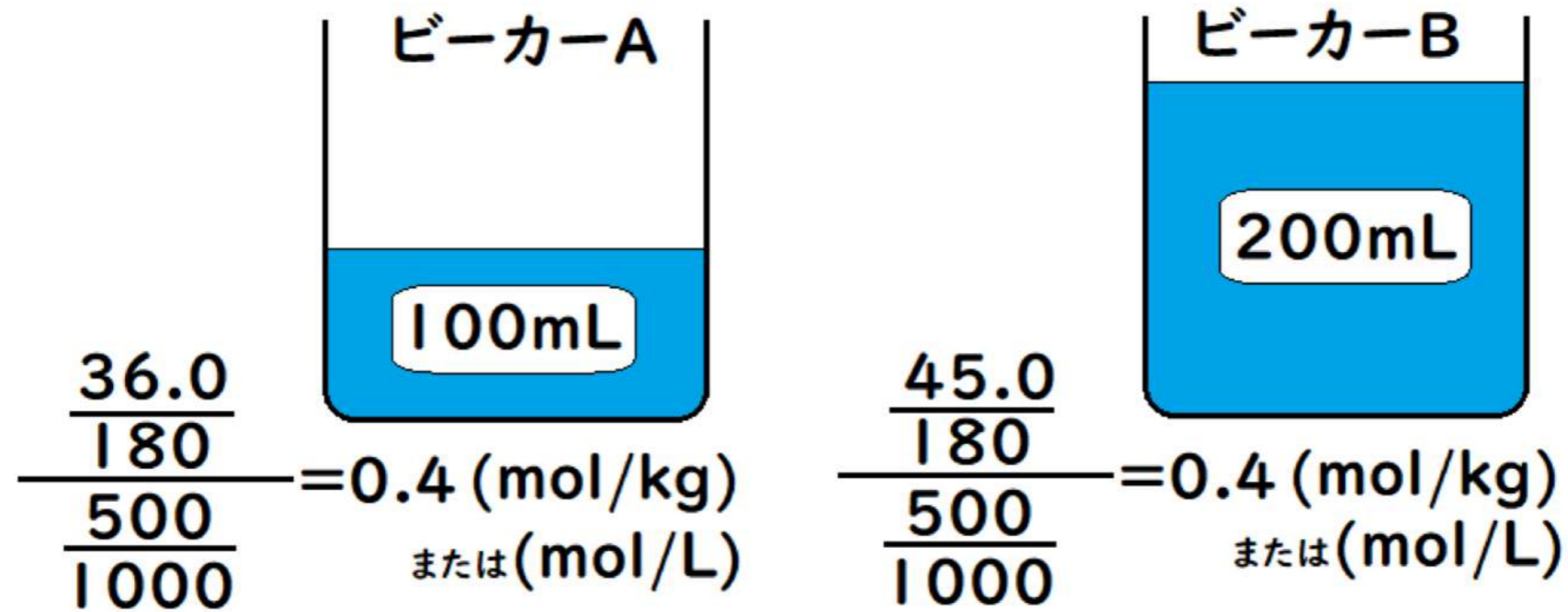
1. 密度; 濃度が大きい方が大 $\rightarrow A < B$
2. 蒸気圧; 濃度が大きい方が小 $\rightarrow A > B$
3. 沸点; 濃度が大きい方が高 $\rightarrow A < B$
4. 凝固点; 濃度が大きい方が低 $\rightarrow A > B$
5. 浸透圧; 濃度が大きい方が大 $\rightarrow A < B$

各現象は濃度に依存する。存在する量には無関係。



1. 密度;濃度が大きい方が大→A<B
2. 蒸気圧;濃度が大きい方が小→A>B
3. 沸点;濃度が大きい方が高→A<B
4. 凝固点;濃度が大きい方が低→A>B
5. 浸透圧;濃度が大きい方が大→A<B

各現象は濃度に依存する。存在する量には無関係。



1. 密度;濃度が大きい方が大→A<B
2. 蒸気圧;濃度が大きい方が小→A>B
3. 沸点;濃度が大きい方が高→A<B
4. 凝固点;濃度が大きい方が低→A>B
5. 浸透圧;濃度が大きい方が大→A<B

各現象は濃度に依存する。存在する量には無関係。

ビーカーA

100mL

$$\frac{\frac{36.0}{180}}{\frac{500}{1000}} = 0.4 \text{ (mol/kg)}$$

または(mol/L)

ビーカーB

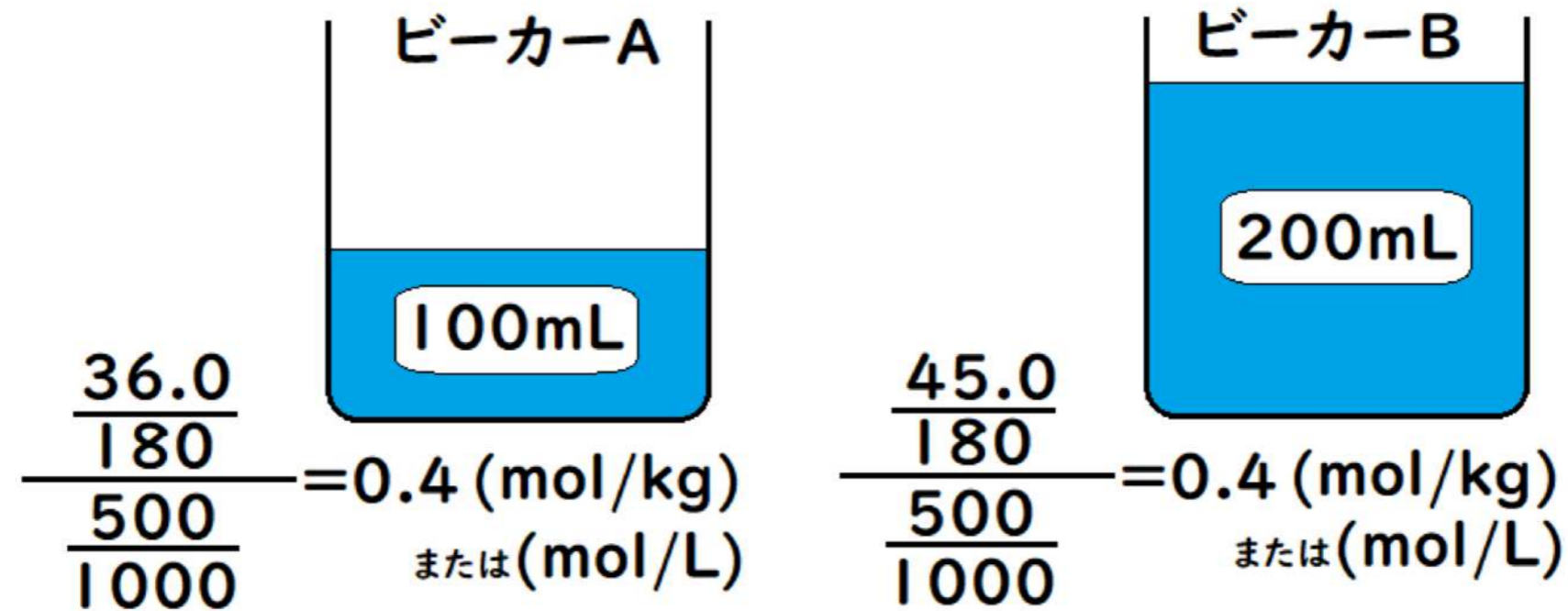
200mL

$$\frac{\frac{45.0}{180}}{\frac{500}{1000}} = 0.4 \text{ (mol/kg)}$$

または(mol/L)

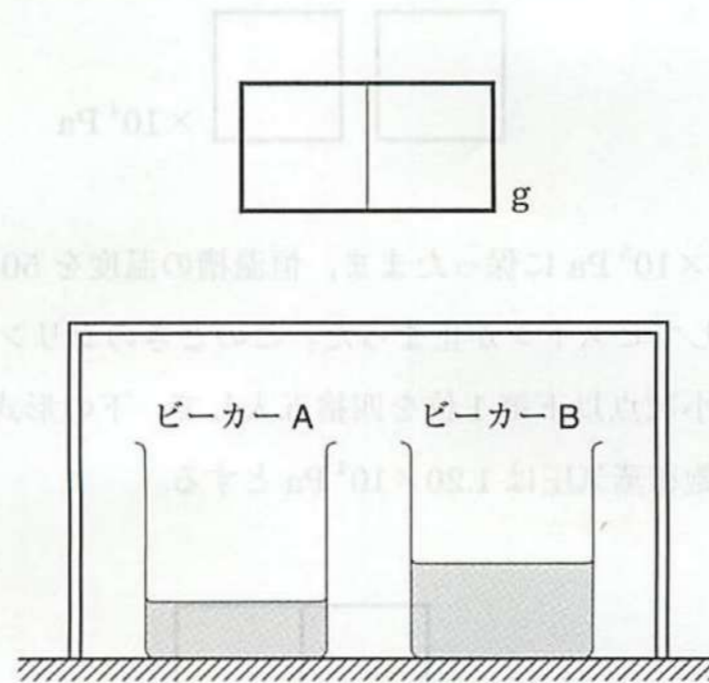
1. 密度;濃度が大きい方が大→A<B
2. 蒸気圧;濃度が大きい方が小→A>B
3. 沸点;濃度が大きい方が高→A<B
4. 凝固点;濃度が大きい方が低→A>B
5. 浸透圧;濃度が大きい方が大→A<B

各現象は濃度に依存する。存在する量には無関係。



1. 密度;濃度が大きい方が大→A<B
2. 蒸気圧;濃度が大きい方が小→A>B
3. 沸点;濃度が大きい方が高→A<B
4. 凝固点;濃度が大きい方が低→A>B
5. 浸透圧;濃度が大きい方が大→A<B

問 ii ビーカー A とビーカー B を、下図に示すように密閉容器中に入れた。一定温度で長時間放置すると、ビーカー A の質量は何 g 変化するか。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。ただし、水蒸気となった水の質量は無視できるほど小さいとする。



問 ii グルコースが溶解した際の体積変化は無視できるため、それぞれのビーカー内の水溶液のグルコースの質量は

$$A: 36.0 \times \frac{100}{500} = 7.20 \text{ (g)} \quad B: 45.0 \times \frac{200}{500} = 18.0 \text{ (g)}$$

放置直後のビーカー内の水溶液の水の質量は

$$A: 100 \text{ g} \quad B: 200 \text{ g}$$

A, B 内の水溶液の蒸気圧が等しくなって平衡状態となる。平衡時まで、A から B へ水が x [g] (B から A へ水が移動する場合は x の値は負となる) 移動したとすると、平衡時の A, B 内の水溶液の濃度について、

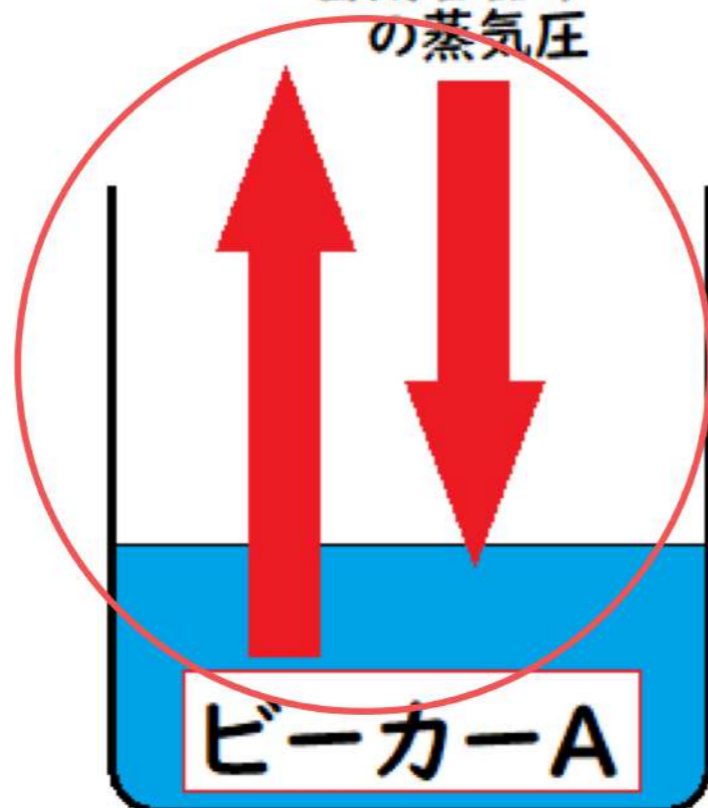
$$\frac{7.20}{100-x} = \frac{18.0}{200+x} \quad \therefore x = 14.2 \text{ (g)}$$

$$\frac{7.20}{25.2}$$

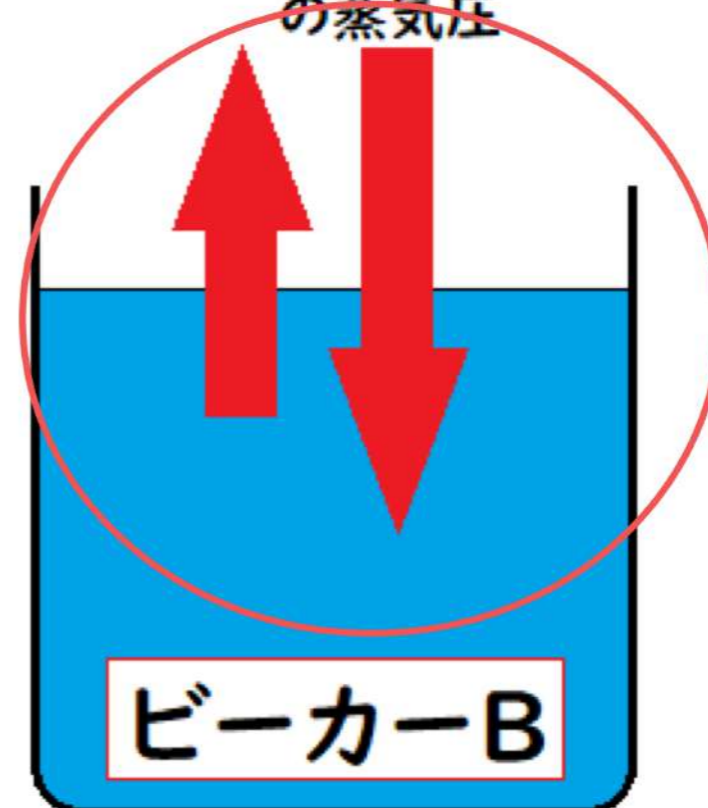
【別解】 水(100+200=)300g中に(7.20+18.0=)25.2g溶けた状態になるのだから、ビーカーA中の水は、 $300 \times \frac{7.20}{25.2} = 85.71\text{g}$ となる。
よって、ビーカーA中からは、水が $100 - 85.71 = 14.29\text{g}$ 移動する。

最初

密閉容器中
の蒸気圧



密閉容器中
の蒸気圧



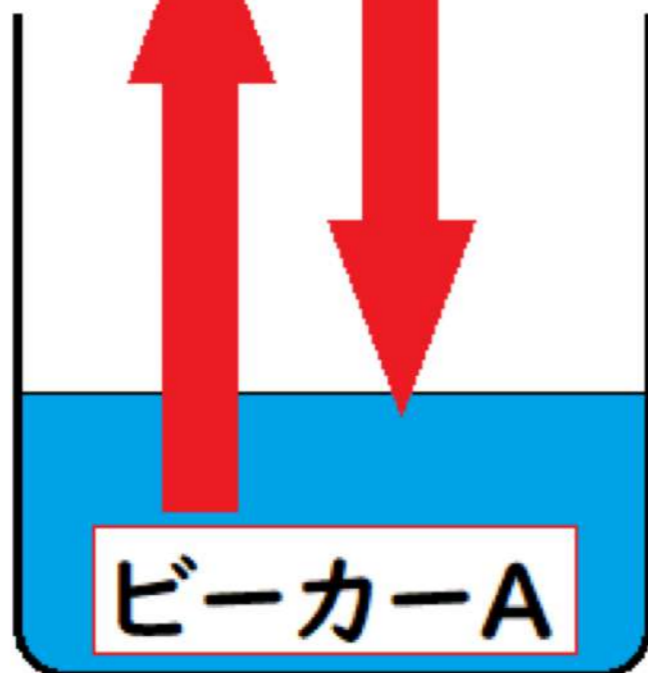
最初

水の移動方向

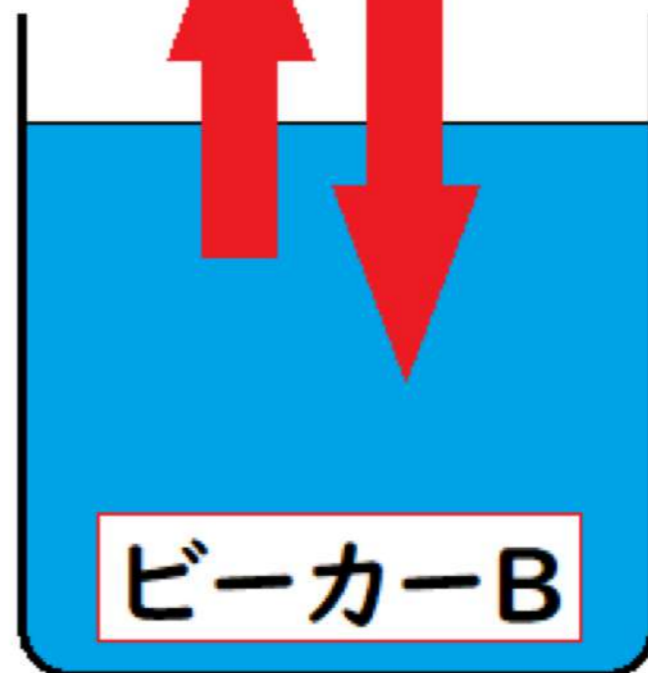
密閉容器中
の蒸気圧



密閉容器中
の蒸気圧

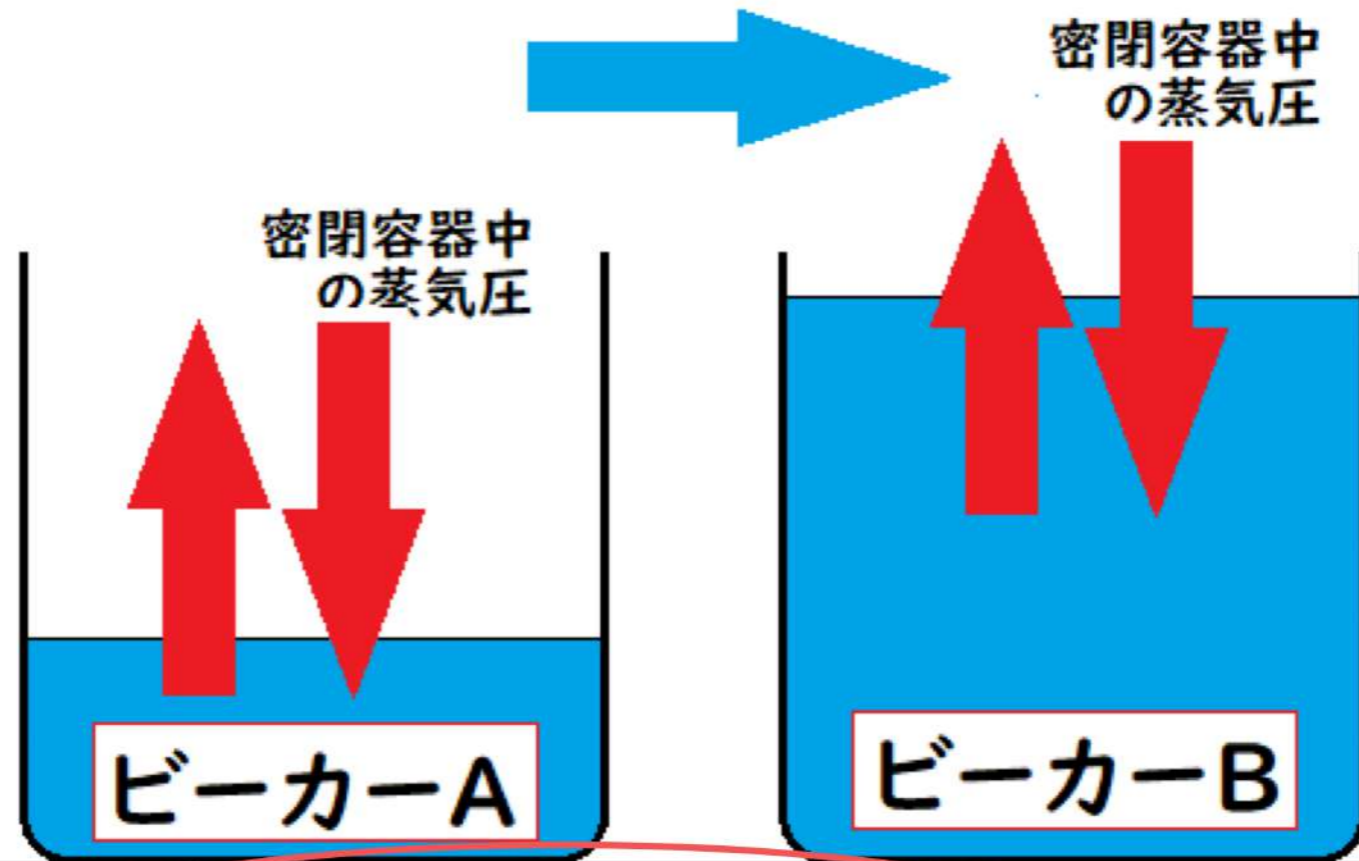


ビーカーA

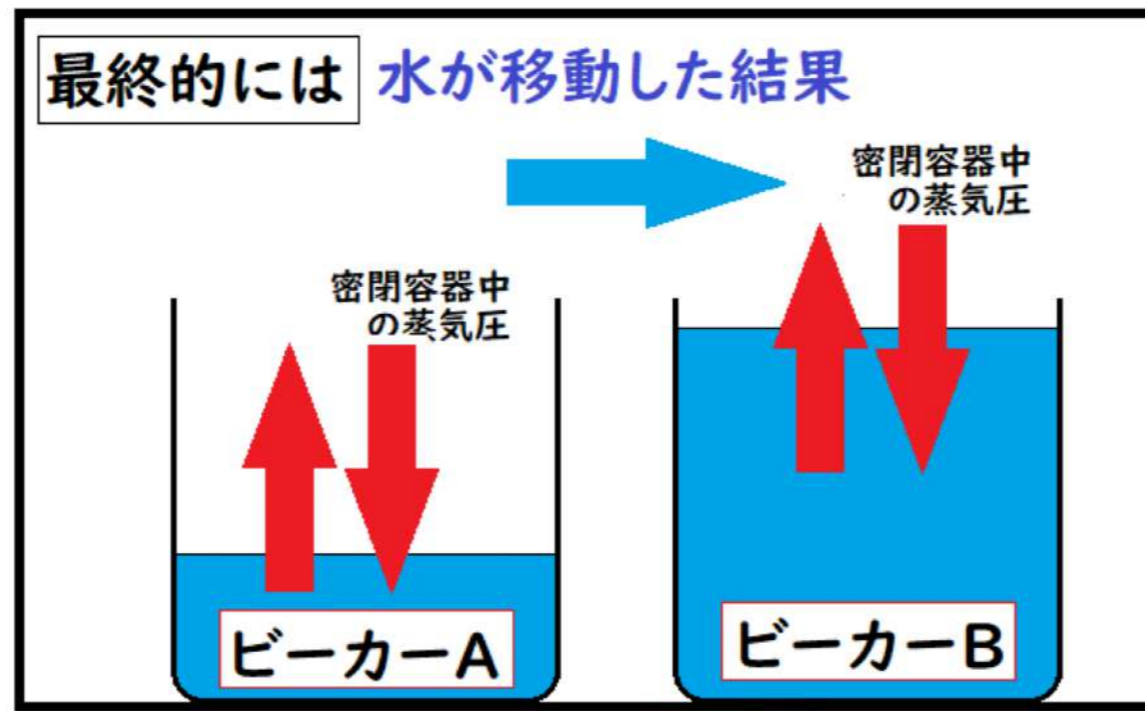


ビーカーB

最終的には 水が移動した結果



濃度が互いに等しくなる。



濃度が互いに等しくなる。

$$\frac{\frac{36.0}{180} \times \frac{100}{500}}{\frac{100-x}{1000}} = \frac{\frac{45.0}{180} \times \frac{200}{500}}{\frac{200+x}{1000}} \quad (\text{mol/kg})$$

問 ii グルコースが溶解した際の体積変化は無視できるため、それぞれのビーカー内の水溶液のグルコースの質量は

$$A : 36.0 \times \frac{100}{500} = 7.20 \text{ (g)} \quad B : 45.0 \times \frac{200}{500} = 18.0 \text{ (g)}$$


放置直後のビーカー内の水溶液の水の質量は

$$A : 100 \text{ g} \quad B : 200 \text{ g}$$

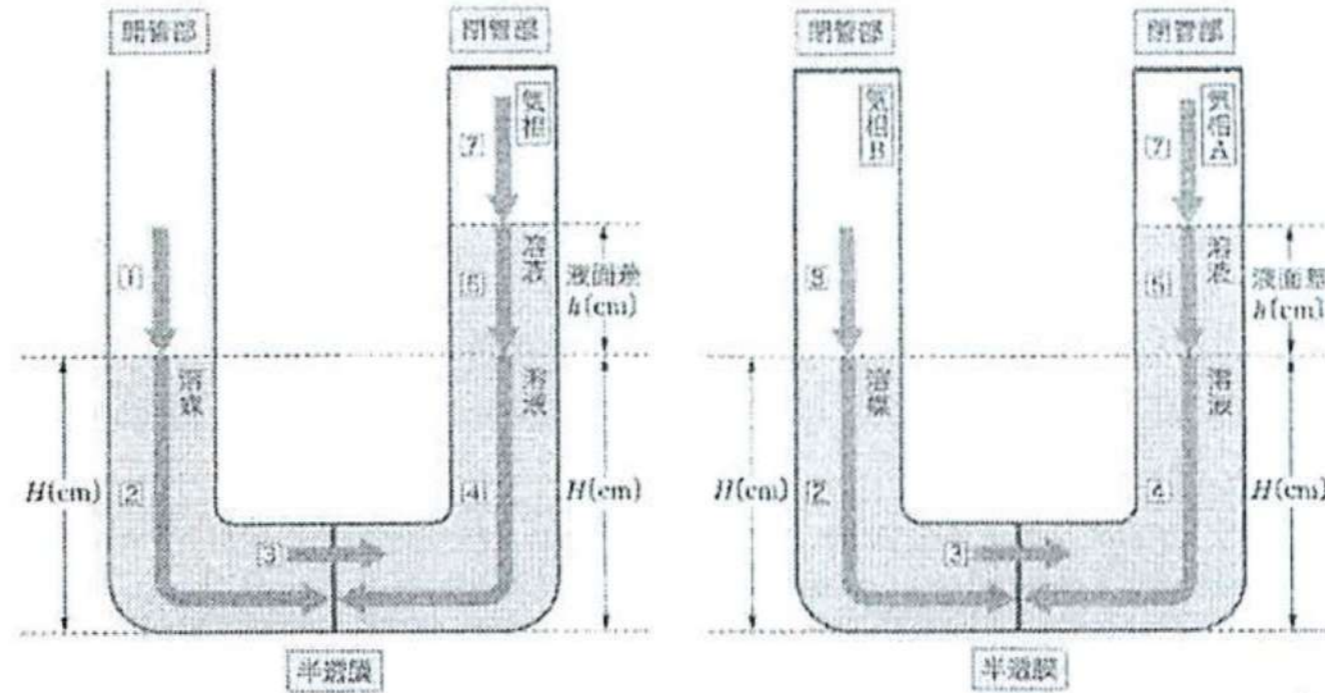
A, B 内の水溶液の蒸気圧が等しくなって平衡状態となる。平衡時までには、A から B へ水が x [g] (B から A へ水が移動する場合は x の値は負となる) 移動したとすると、平衡時の A, B 内の水溶液の濃度について、

$$\frac{7.20}{100-x} = \frac{18.0}{200+x} \quad \therefore x = 14.2 \text{ (g)}$$

別解も確認しておいて下さいね ('ω')。

 **【別解】** 水 (100+200=) 300g 中に (7.20+18.0=) 25.2g 溶けた状態になるのだから、ビーカー A 中の水は、 $300 \times \frac{7.20}{25.2} = 85.71 \text{ g}$ となる。よって、ビーカー A 中からは、水が $100 - 85.71 = 14.29 \text{ g}$ 移動する。

参考資料(余談)

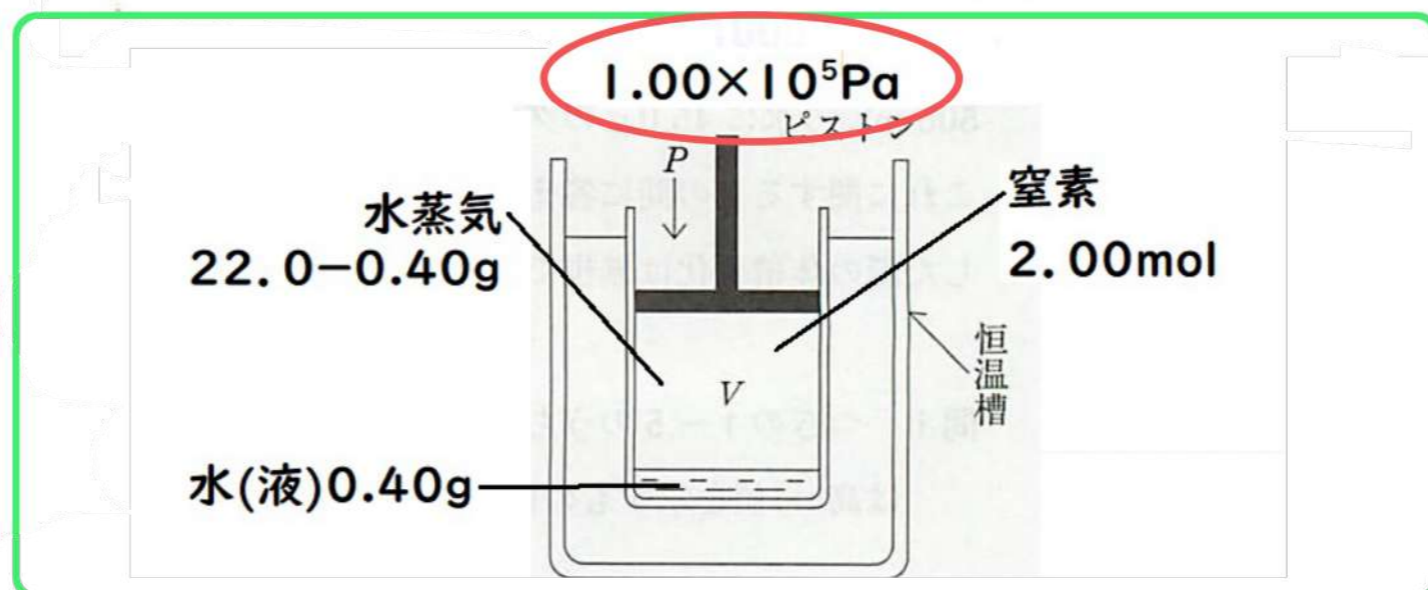


$$\text{浸透圧 } \Pi(\text{Pa}) = h(\text{cm}) \times \frac{\text{溶液の密度 } d(\text{g/cm}^3)}{13.6(\text{g/cm}^3)} \times \frac{1.013 \times 10^5(\text{Pa})}{76.0(\text{cm})} = 98.0dh$$

$h(\text{cm})$ の溶液柱が示す圧力
 水銀柱の高さに換算
 さらに、Paに換算

6

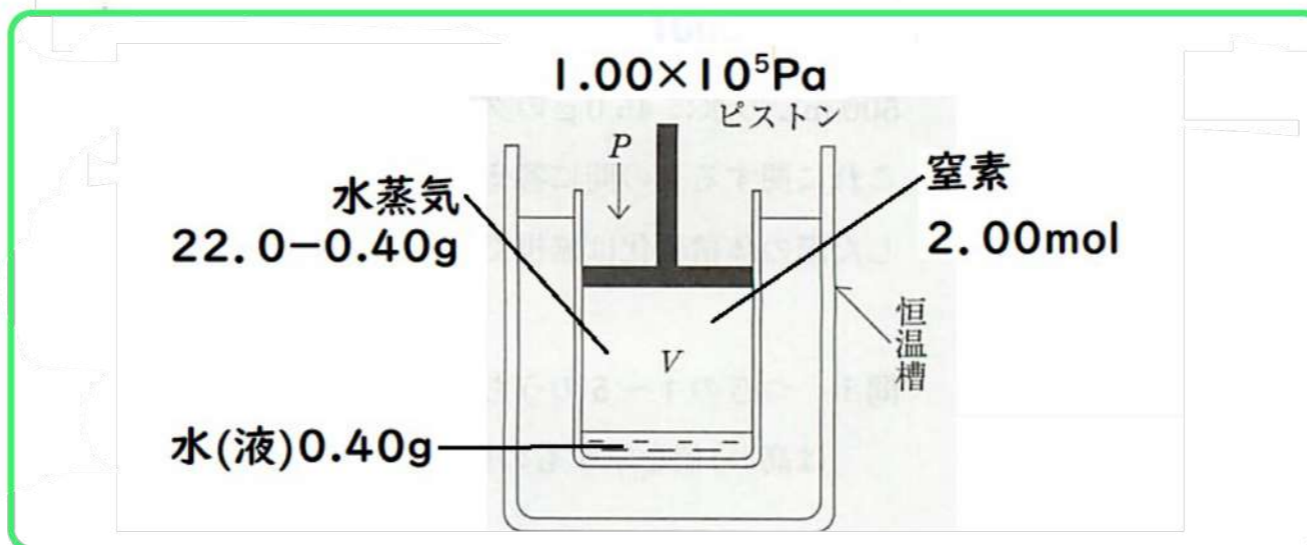
気体の計算問題の情報の整理方法が身についているか？

【解答】 問 i $3.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 問 ii 61 L【解説】 問 i シリンダー内の水蒸気の物質量は、 $\frac{22.0 - 0.40}{18} = 1.20 \text{ (mol)}$ したがって、求める圧力は、 $1.0 \times 10^5 \times \frac{1.20}{2.00 + 1.20} = 3.75 \times 10^4 \text{ (Pa)}$ 

	P	V	n	T
水蒸気		V (共通)	$\frac{22.0 - 0.40}{18}$	$273 + 75$
窒素ガス		V (共通)	2.00	$273 + 75$
全体	1.00×10^5	V (共通)	$2.00 + 1.20$	$273 + 75$

6

気体の計算問題の情報の整理方法が身についているか？

【解答】 問 i $3.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 問 ii 61 L【解説】 問 i シリンダー内の水蒸気の物質量は、 $\frac{22.0 - 0.40}{18} = 1.20 \text{ (mol)}$ したがって、求める圧力は、 $1.0 \times 10^5 \times \frac{1.20}{2.00 + 1.20} = 3.75 \times 10^4 \text{ (Pa)}$ 

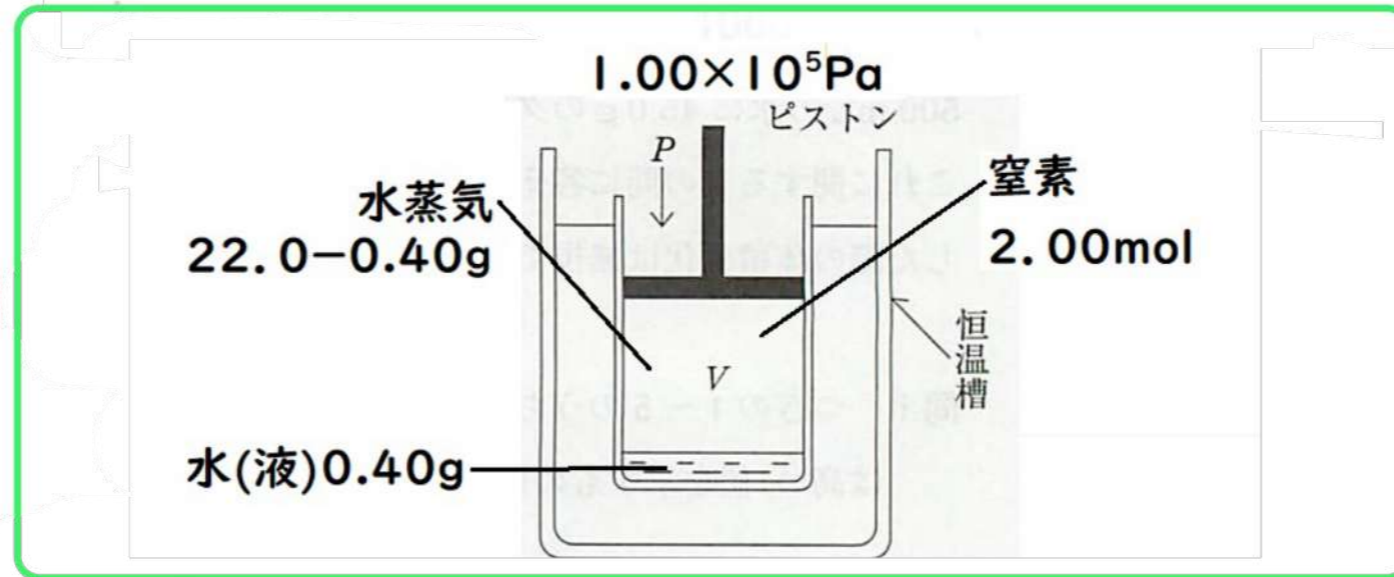
	P	V	n	T
水蒸気		V (共通)	$\frac{22.0 - 0.40}{18}$	$273 + 75$
窒素ガス		V (共通)	2.00	$273 + 75$
全体	1.00×10^5	V (共通)	$2.00 + 1.20$	$273 + 75$

6 気体の計算問題の情報の整理方法が身についているか？

【解答】 問 i $3.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 問 ii 61 L

【解説】 問 i シリンダー内の水蒸気の物質量は、 $\frac{22.0 - 0.40}{18} = 1.20 \text{ (mol)}$

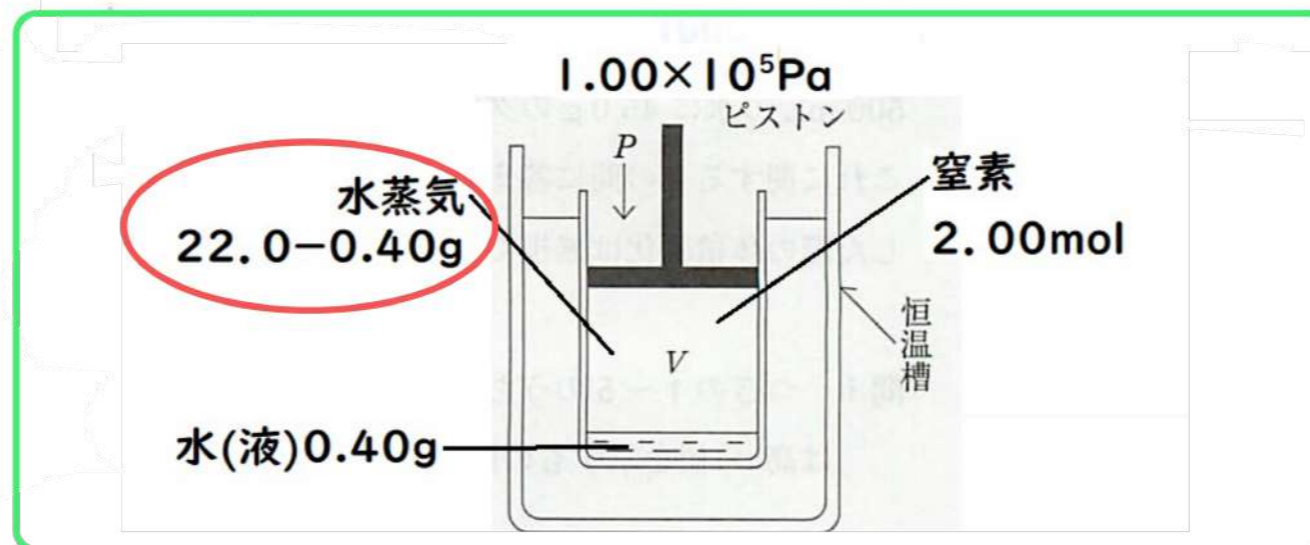
したがって、求める圧力は、 $1.0 \times 10^5 \times \frac{1.20}{2.00 + 1.20} = 3.75 \times 10^4 \text{ (Pa)}$



	P	V	n	T
水蒸気		V (共通)	$\frac{22.0 - 0.40}{18}$	273 + 75
窒素ガス		V (共通)	2.00	273 + 75
全体	1.00×10^5	V (共通)	$2.00 + 1.20$	273 + 75

6

気体の計算問題の情報の整理方法が身についているか？

【解答】 問 i $3.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 問 ii 61 L【解説】 問 i シリンダー内の水蒸気の物質量は、 $\frac{22.0 - 0.40}{18} = 1.20 \text{ (mol)}$ したがって、求める圧力は、 $1.0 \times 10^5 \times \frac{1.20}{2.00 + 1.20} = 3.75 \times 10^4 \text{ (Pa)}$ 

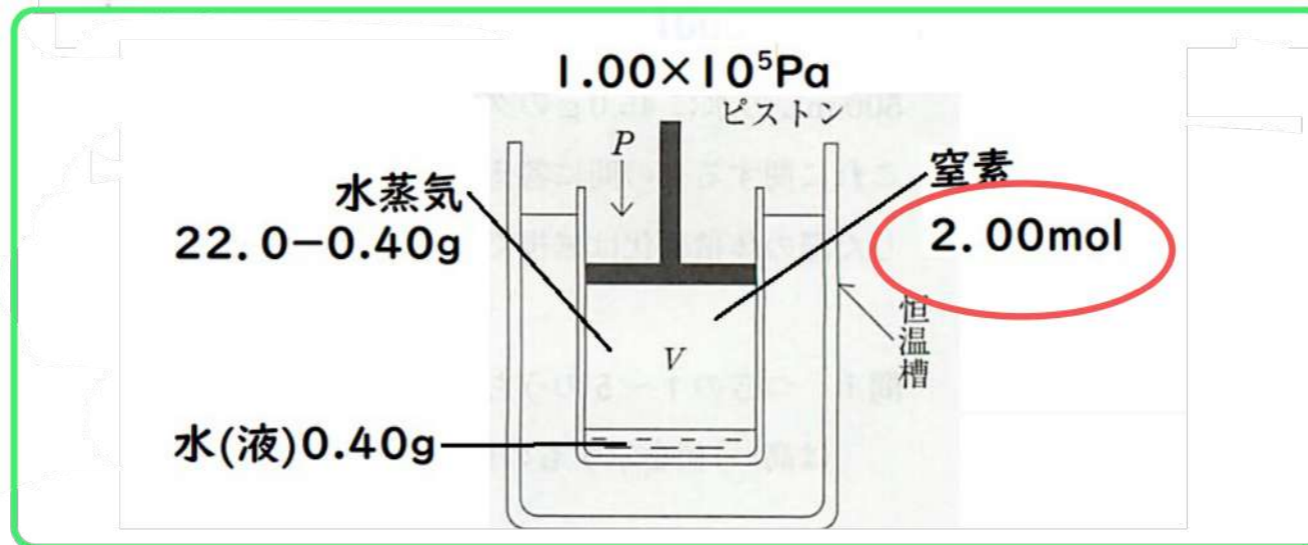
	P	V	n	T
水蒸気		V (共通)	$\frac{22.0 - 0.40}{18}$	$273 + 75$
窒素ガス		V (共通)	2.00	$273 + 75$
全体	1.00×10^5	V (共通)	$2.00 + 1.20$	$273 + 75$

6 気体の計算問題の情報の整理方法が身についているか？

【解答】 問 i $3.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 問 ii 61 L

【解説】 問 i シリンダー内の水蒸気の物質量は、 $\frac{22.0 - 0.40}{18} = 1.20 \text{ (mol)}$

したがって、求める圧力は、 $1.0 \times 10^5 \times \frac{1.20}{2.00 + 1.20} = 3.75 \times 10^4 \text{ (Pa)}$



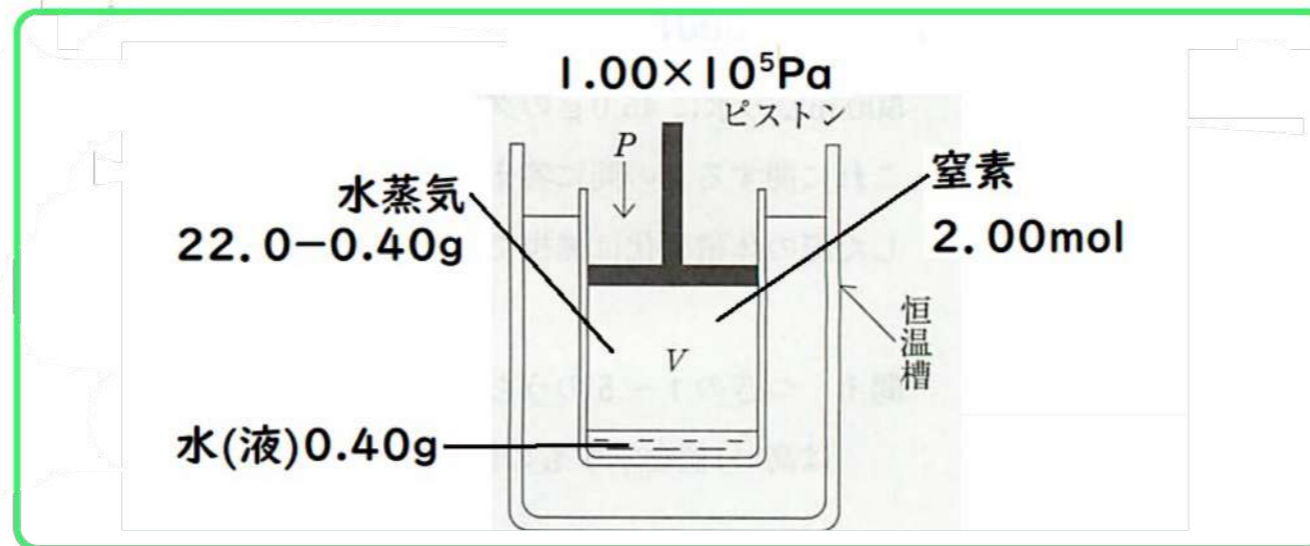
	P	V	n	T
水蒸気		V (共通)	$\frac{22.0 - 0.40}{18}$	$273 + 75$
窒素ガス		V (共通)	2.00 (circled in red)	$273 + 75$
全体	1.00×10^5	V (共通)	$2.00 + 1.20$	$273 + 75$

6 気体の計算問題の情報の整理方法が身についているか？

【解答】 問 i $3.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 問 ii 61 L

【解説】 問 i シリンダー内の水蒸気の物質量は、 $\frac{22.0 - 0.40}{18} = 1.20 \text{ (mol)}$

したがって、求める圧力は、 $1.0 \times 10^5 \times \frac{1.20}{2.00 + 1.20} = 3.75 \times 10^4 \text{ (Pa)}$



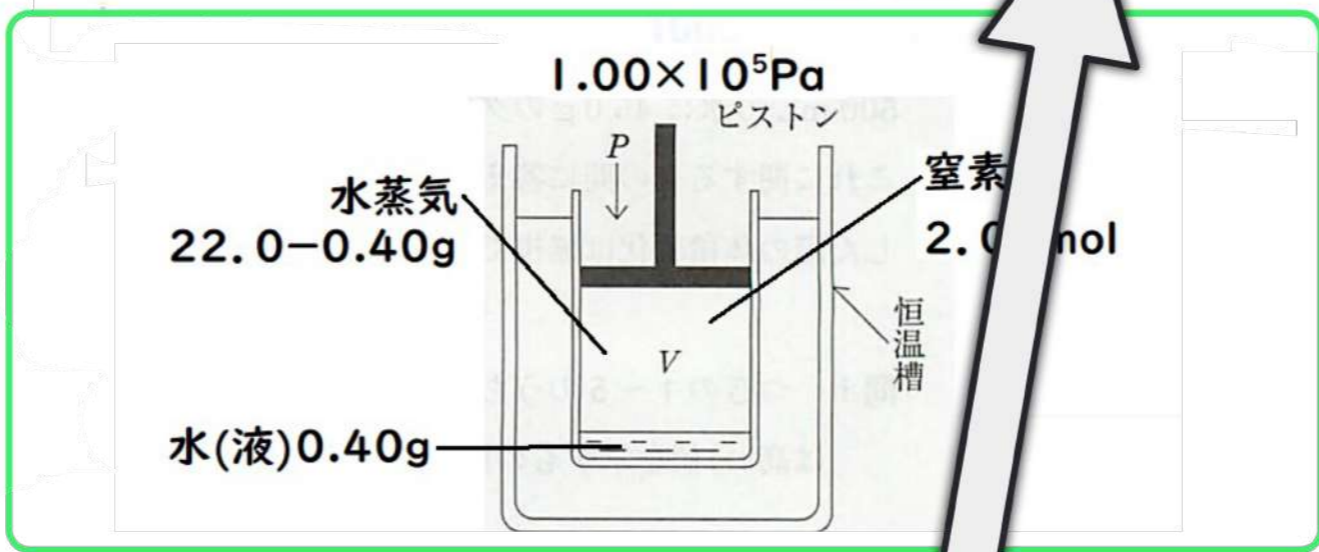
	P	V	n	T
水蒸気		V (共通)	$\frac{22.0 - 0.40}{18}$	$273 + 75$
窒素ガス		V (共通)	2.00	$273 + 75$
全体	1.00×10^5	V (共通)	$2.00 + 1.20$	$273 + 75$

6 気体の計算問題の情報の整理方法が身についているか？

【解答】 問 i $3.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 問 ii 61 L

【解説】 問 i シリンダー内の水蒸気の物質量は、 $\frac{22.0 - 0.40}{18} = 1.20 \text{ (mol)}$

したがって、求める圧力は、 $1.0 \times 10^5 \times \frac{1.20}{2.00 + 1.20} = 3.7 \times 10^4 \text{ (Pa)}$



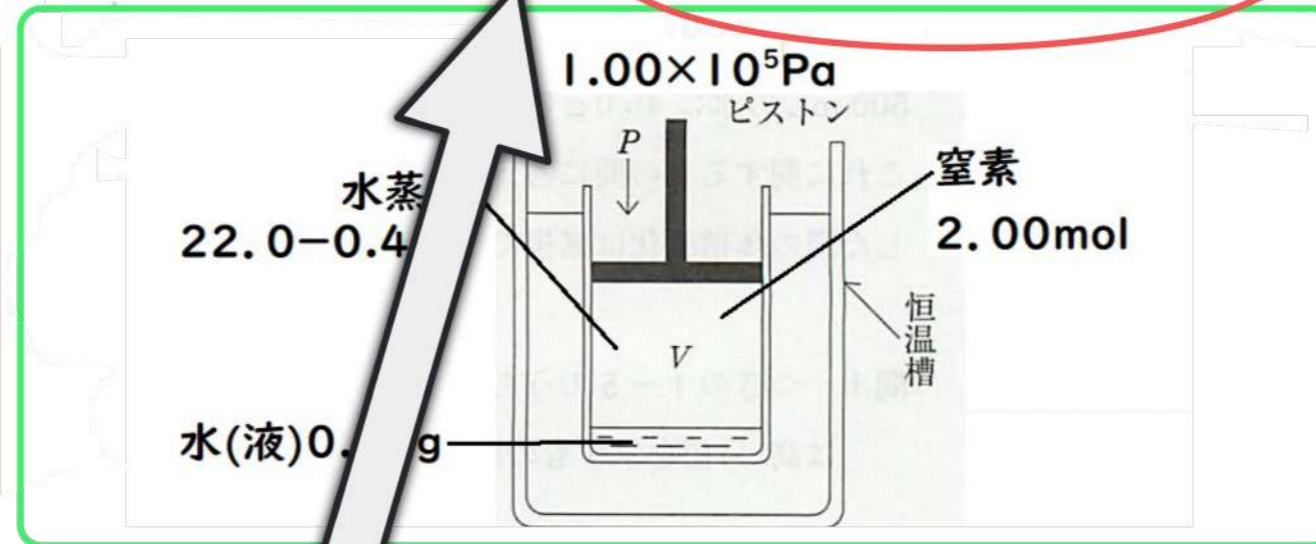
	P	V	n	T
水蒸気		V (共通)	$\frac{22.0 - 0.40}{18}$	$273 + 75$
窒素ガス		V (共通)	2.00	$273 + 75$
全体	1.00×10^5	V (共通)	$2.00 + 1.20$	$273 + 75$

6 気体の計算問題の情報の整理方法が身についているか？

【解答】 問 i $3.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ 問 ii 61 L

【解説】 問 i シリンダー内の水蒸気の物質量は、 $\frac{22.0 - 0.40}{18} = 1.20 \text{ (mol)}$

したがって、求める圧力は、 $1.0 \times 10^5 \times \frac{1.20}{2.00 + 1.20} = 3.75 \times 10^4 \text{ (Pa)}$



	P	V	n	T
水蒸気		V (共通)	$\frac{22.0 - 0.40}{18}$	$273 + 75$
窒素ガス		V (共通)	2.00	$273 + 75$
全体	1.00×10^5	V (共通)	$2.00 + 1.20$	$273 + 75$

問 ii 外圧 P を $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ったまま，恒温槽の温度を 50°C まで下げた。まもなく新たな平衡に達してピストンが止まった。このときのシリンダー内の気体の体積 V は何 L か。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して，下の形式により示せ。ただし， 50°C における水の飽和蒸気圧は $1.20 \times 10^4 \text{ Pa}$ とする。

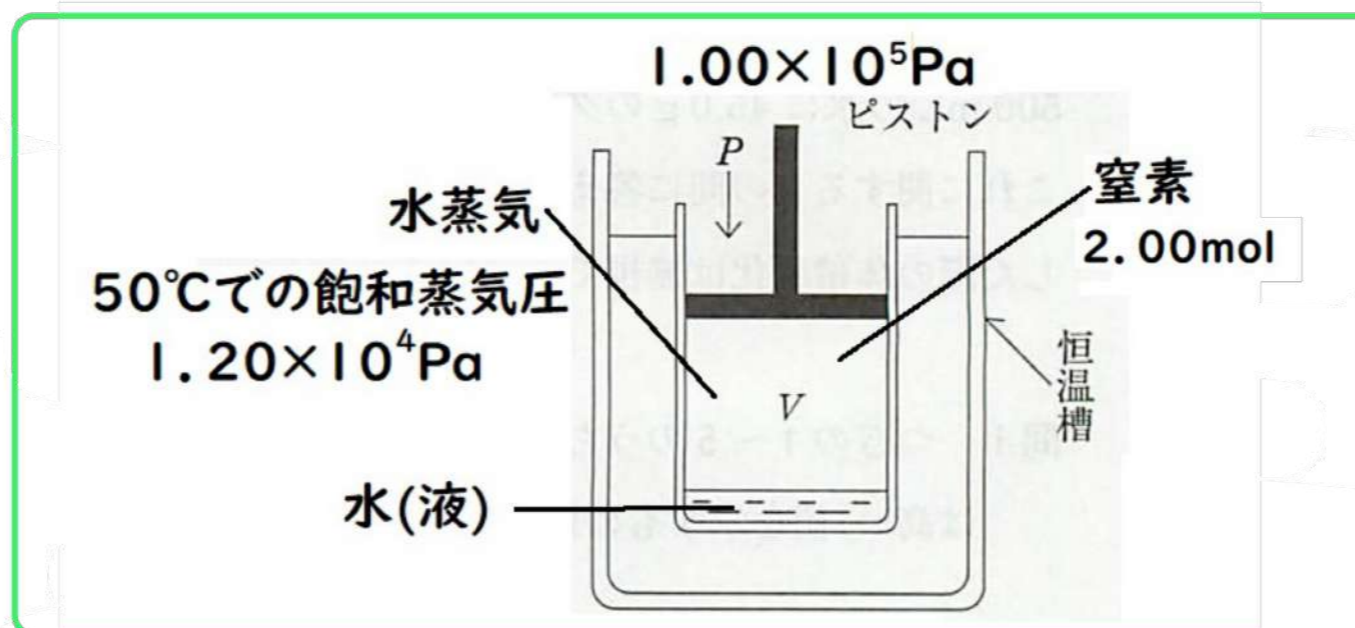


問 ii シリンダー内には液体の水が存在しており、水蒸気の圧力は飽和蒸気圧である。
したがって、窒素の分圧は、

$$1.00 \times 10^5 - 1.20 \times 10^4 = 8.80 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

求める体積 V [L]は、気体の状態方程式より、

$$8.80 \times 10^4 \times V = 2.00 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 50) \quad \therefore V = 60.9 \text{ (L)}$$



	P	V	n	T
水蒸気	1.20×10^4	V (共通)	③	$273 + 50$
窒素ガス	①	② V (共通)	2.00	$273 + 50$
全体	1.00×10^5	V (共通)	③	$273 + 50$

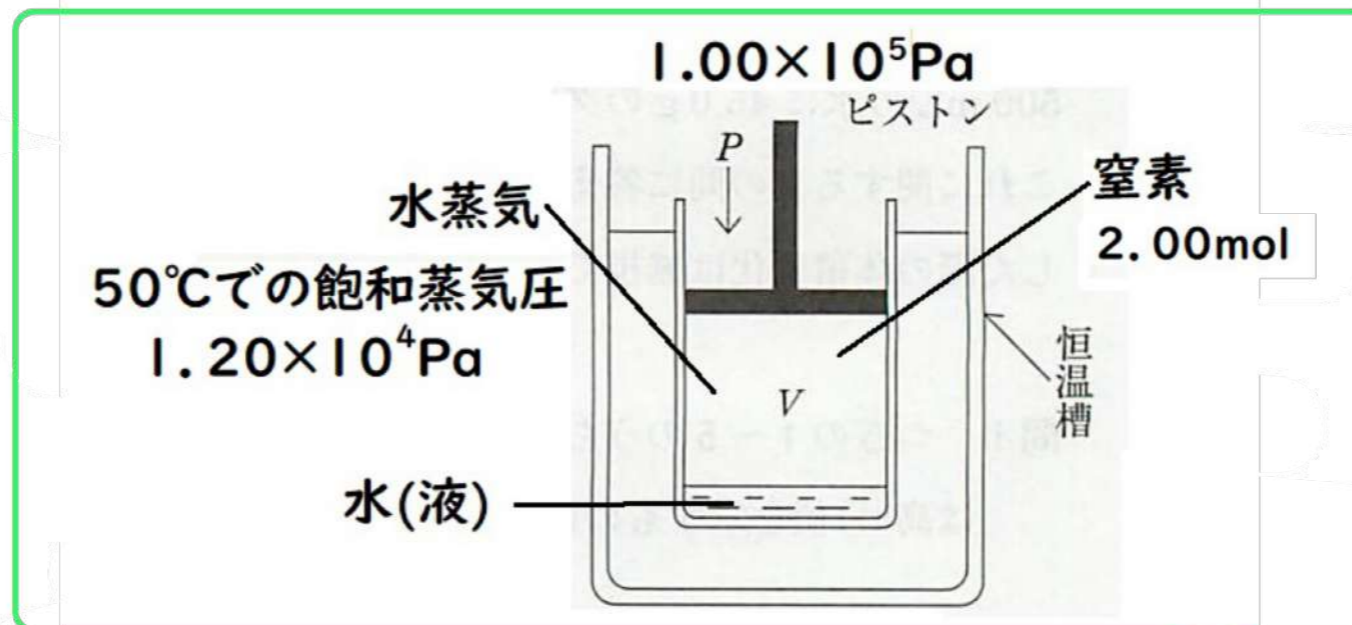
問 ii シリンダー内には液体の水が存在しており、水蒸気の圧力は飽和蒸気圧である。

したがって、窒素の分圧は、

$$1.00 \times 10^5 - 1.20 \times 10^4 = 8.80 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

求める体積 V [L]は、気体の状態方程式より、

$$8.80 \times 10^4 \times V = 2.00 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 50) \quad \therefore V = 60.9 \text{ (L)}$$



	P	V	n	T
水蒸気	1.20×10^4	V (共通)	③	$273 + 50$
窒素ガス	①	② V (共通)	2.00	$273 + 50$
全体	1.00×10^5	V (共通)	③	$273 + 50$

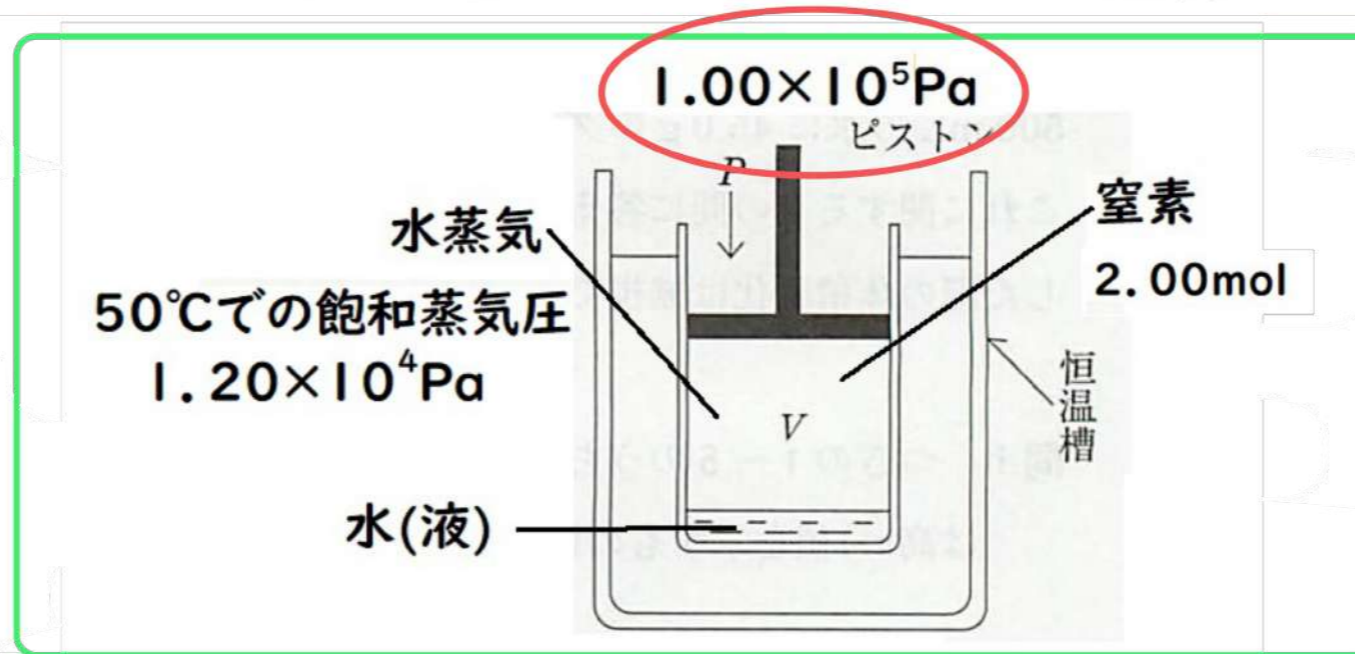
問 ii シリンダー内には液体の水が存在しており、水蒸気の圧力は飽和蒸気圧である。

したがって、窒素の分圧は、

$$1.00 \times 10^5 - 1.20 \times 10^4 = 8.80 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

求める体積 V [L]は、気体の状態方程式より、

$$8.80 \times 10^4 \times V = 2.00 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 50) \quad \therefore V = 60.9 \text{ (L)}$$



	P	V	n	T
水蒸気	1.20×10^4	V (共通)	③	$273 + 50$
窒素ガス	①	② V (共通)	2.00	$273 + 50$
全体	1.00×10^5	V (共通)	③	$273 + 50$

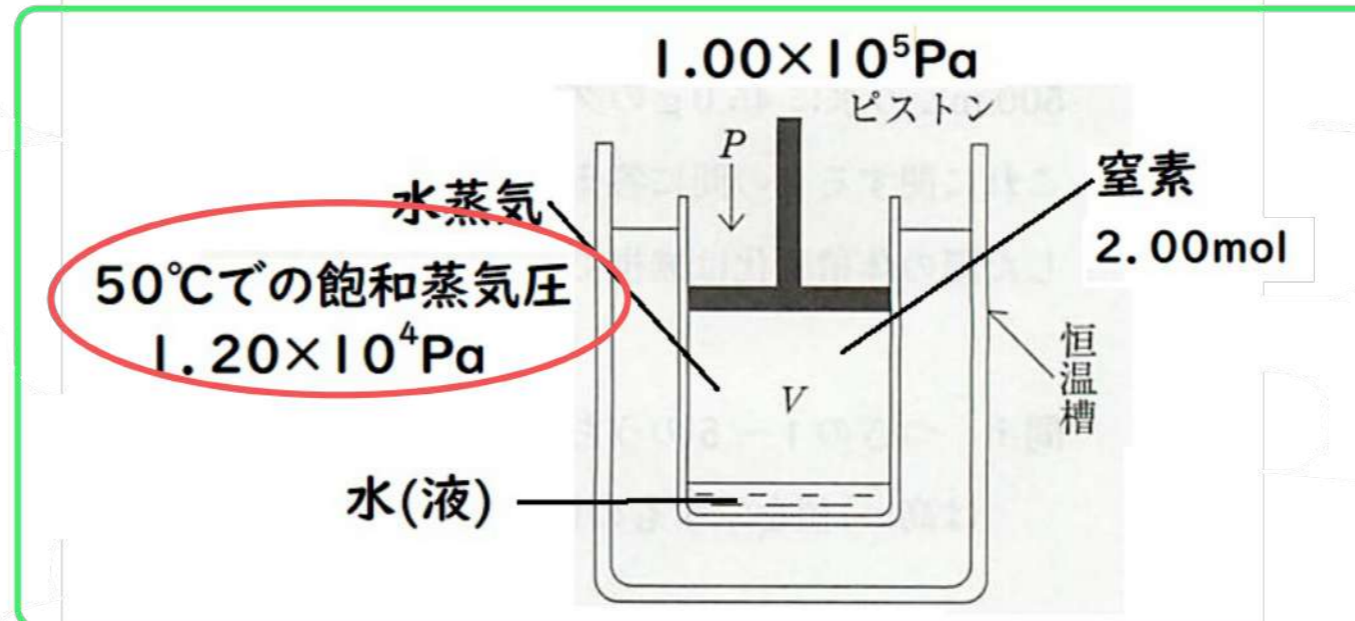
問 ii シリンダー内には液体の水が存在しており、水蒸気の圧力は飽和蒸気圧である。

したがって、窒素の分圧は、

$$1.00 \times 10^5 - 1.20 \times 10^4 = 8.80 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

求める体積 V [L]は、気体の状態方程式より、

$$8.80 \times 10^4 \times V = 2.00 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 50) \quad \therefore V = 60.9 \text{ (L)}$$



	P	V	n	T
水蒸気	1.20×10^4	V (共通)	③	$273 + 50$
窒素ガス	①	② V (共通)	2.00	$273 + 50$
全体	1.00×10^5	V (共通)	③	$273 + 50$

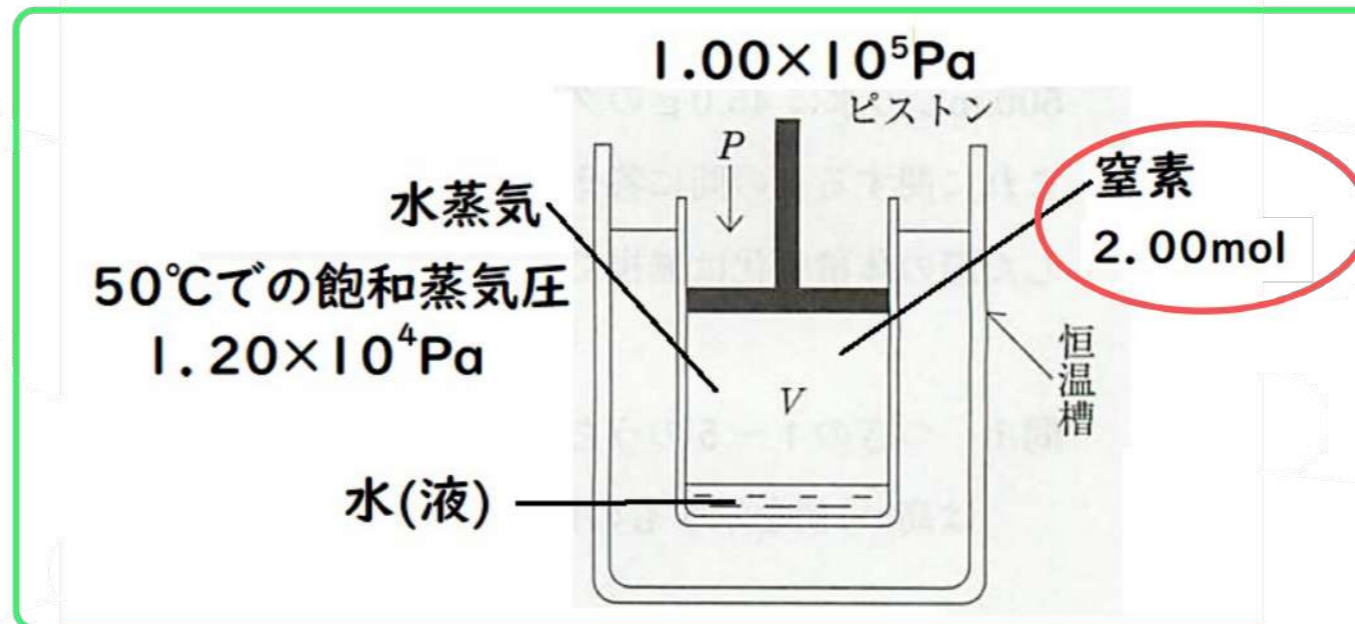
問 ii シリンダー内には液体の水が存在しており、水蒸気の圧力は飽和蒸気圧である。

したがって、窒素の分圧は、

$$1.00 \times 10^5 - 1.20 \times 10^4 = 8.80 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

求める体積 V [L]は、気体の状態方程式より、

$$8.80 \times 10^4 \times V = 2.00 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 50) \quad \therefore V = 60.9 \text{ (L)}$$



	P	V	n	T
水蒸気	1.20×10^4	V (共通)	③	$273 + 50$
窒素ガス	①	② V (共通)	2.00	$273 + 50$
全体	1.00×10^5	V (共通)	③	$273 + 50$

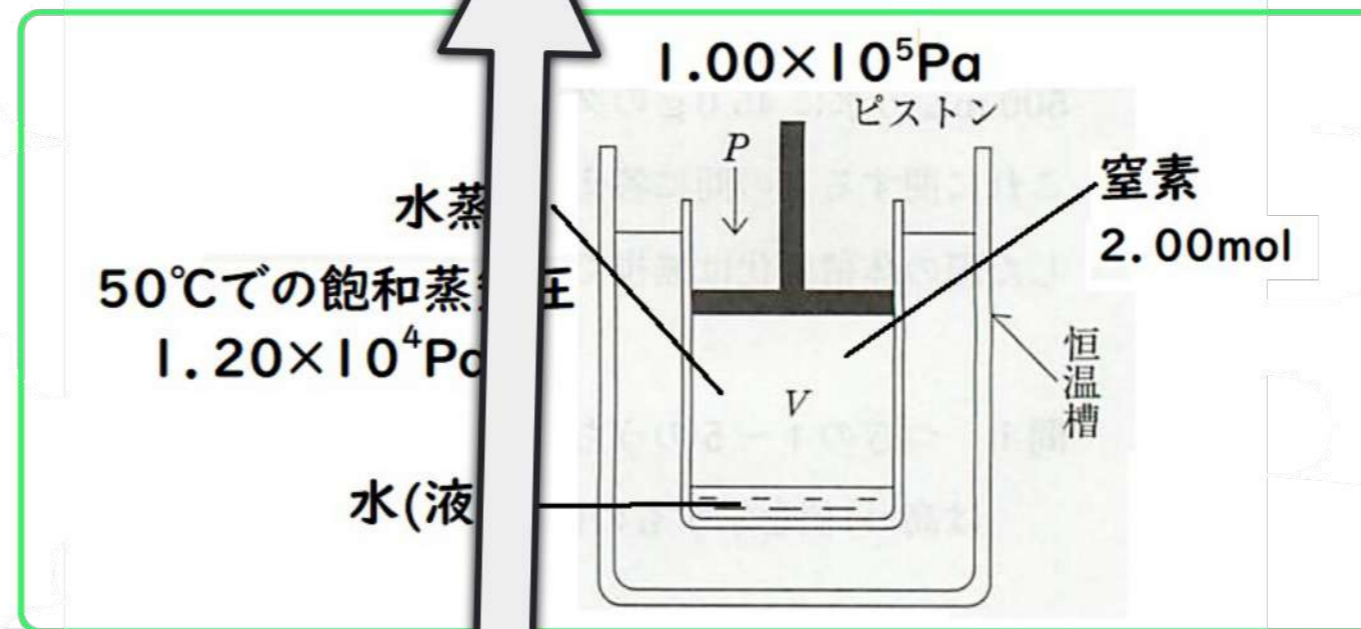
問 ii シリンダー内には液体の水が存在しており、水蒸気の圧力は飽和蒸気圧である。

したがって、窒素の分圧は、

$$1.00 \times 10^5 - 1.20 \times 10^4 = 8.80 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

求める体積 V [L]は、気体の状態方程式より、

$$8.80 \times 10^4 \times V = 2.00 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 50) \quad \therefore V = 60.9 \text{ (L)}$$



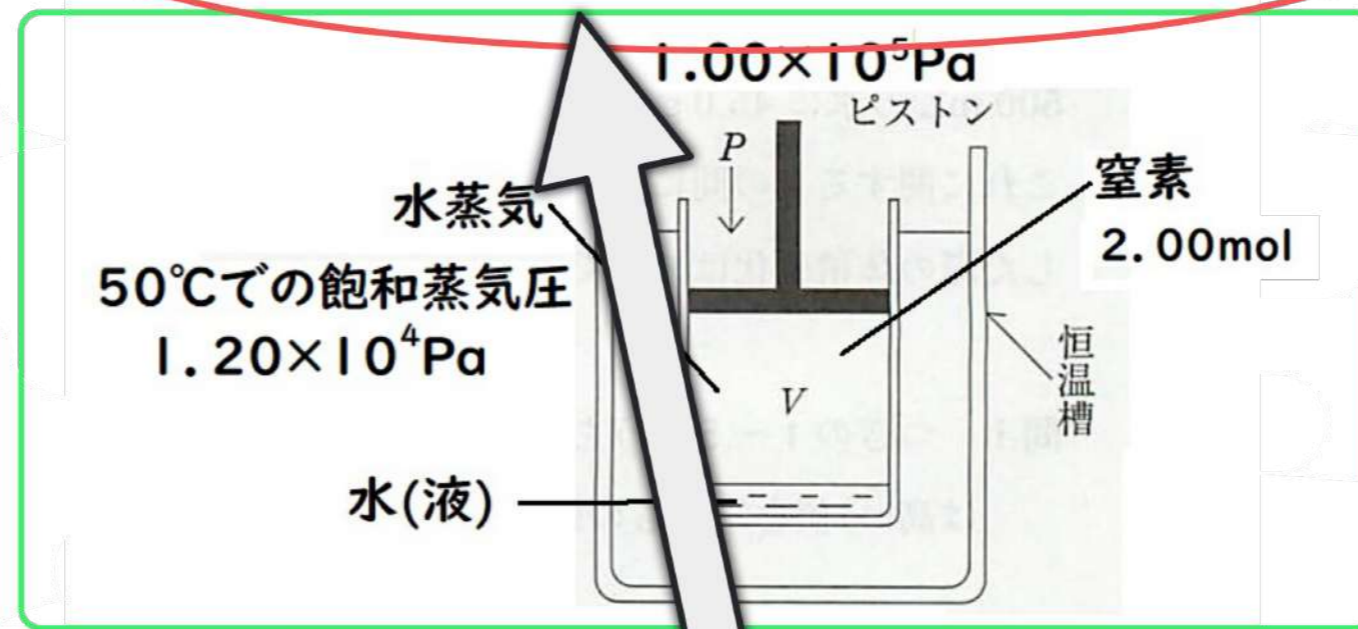
	P	V	n	T
水蒸気	1.20×10^4	V (共通)	③	$273 + 50$
窒素ガス	①	② V (共通)	2.00	$273 + 50$
全体	1.00×10^5	V (共通)	③	$273 + 50$

問 ii シリンダー内には液体の水が存在しており、水蒸気の圧力は飽和蒸気圧である。
したがって、窒素の分圧は、

$$1.00 \times 10^5 - 1.20 \times 10^4 - 8.80 \times 10^4 \text{ (Pa)}$$

求める体積 V [L]は、気体の状態方程式より、

$$8.80 \times 10^4 \times V = 2.00 \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 50) \quad \therefore V = 60.9 \text{ (L)}$$



	P	V	n	T
水蒸気	1.20×10^4	V (共通)	③	$273 + 50$
窒素ガス	①	② V (共通)	2.00	$273 + 50$
全体	1.00×10^5	V (共通)	③	$273 + 50$

$8.80 \times 10^4 \text{ (Pa)}$

第Ⅲ問 (50点満点)

(海田も書す)

問題7と問題9の問iについては、1つまたは2つの正解がある。答案用紙の所定の枠の中に、正解の番号を記入せよ。問題8については、所定の枠の中に、0から9までの適当な数字を1枠に1つ記入せよ。問題9の問iiについては、指示にしたがって所定の枠の中に適切な構造を記せ。

7 重量百分率で炭素 48.6 %，水素 8.1 % を含む炭素，水素，酸素からなる分子量 74 の化合物の異性体に関するつぎの記述のうち、誤っているものはどれか。ただし，各元素の原子量は， $H = 1$ ， $C = 12$ ， $O = 16$ とする。

1. 炭酸水素ナトリウム水溶液と反応して二酸化炭素を発生するものは1種類である。
2. 2つの二重結合をもつものは存在しない。
3. 加水分解によって酸とアルコールを生じるものは2種類である。
4. フェーリング液を還元し，不斉炭素原子をもつものが存在する。
5. ヨードホルム反応を示すものは存在しない。
6. 化合物 1 mol を完全燃焼すると，3 mol の二酸化炭素と 3 mol の水を生じるものは4種類以上ある。

7 重量百分率で炭素 48.6 %，水素 8.1 % を含む炭素，水素，酸素からなる分子量 74 の化合物の異性体に関するつぎの記述のうち，誤っているものはどれか。ただし，各元素の原子量

$$\text{不飽和度} = \frac{1}{2}(2n + 2 - m)$$

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。

【解説】 化合物中の各原子の数は，以下の通り。

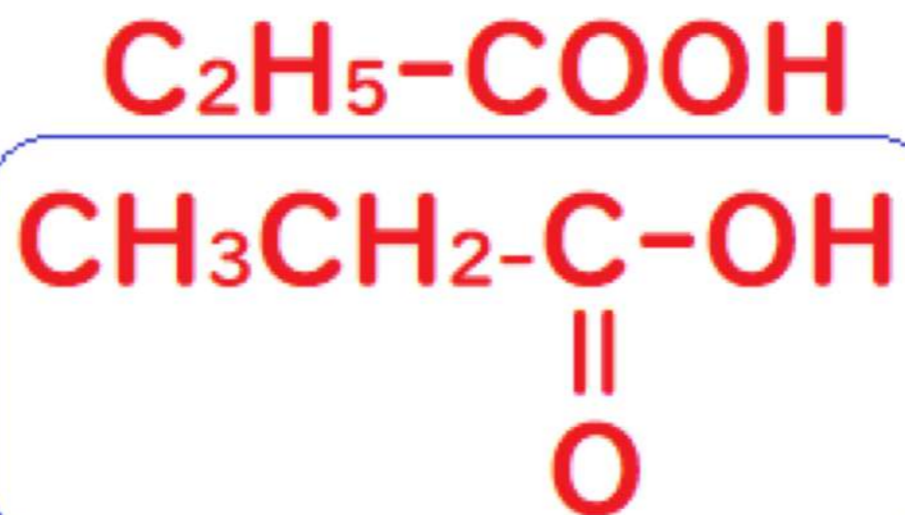
$$\text{C} : \frac{74 \times 0.486}{12} = 2.99 \quad \text{H} : \frac{74 \times 0.081}{1.0} = 5.99 \quad \text{O} : \frac{74 \times \{1 - (0.486 + 0.081)\}}{16} = 2.00$$

したがって，この化合物の分子式は $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$ となり，不飽和数は 1 である。

カルボン酸を意味する。

1. 炭酸水素ナトリウム水溶液と反応して二酸化炭素を発生するものは1種類である。

分子式は $C_3H_6O_2$ となり，不飽和数は 1



1. (正) 上記の分子式のカルボン酸はプロピオン酸 CH_3CH_2COOH のみ。

2. 2つの二重結合をもつものは存在しない。

分子式は $C_3H_6O_2$ となり, 不飽和数は 1

2. (正) 不飽和数が 1 なので, 2つの二重結合をもつ化合物は存在しない。

エステルを意味する。

3. 加水分解によって酸とアルコールを生じるものは2種類である。

分子式は $C_3H_6O_2$ となり, 不飽和数は 1

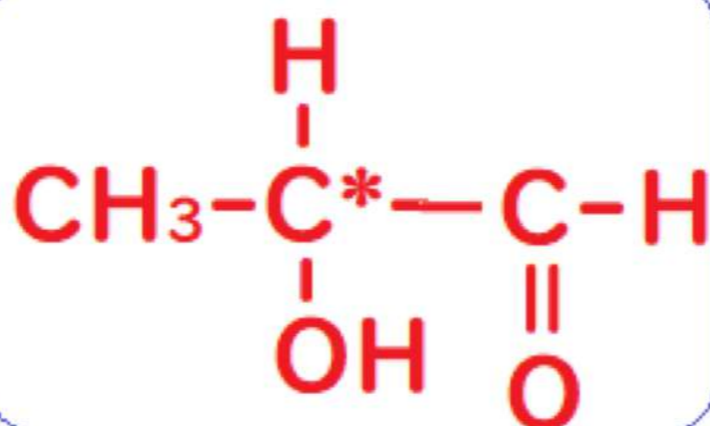


3. (正) エステルはギ酸エチル $HCOOCH_2CH_3$ と酢酸メチル CH_3COOCH_3 の2つのみ。

原則として、アルデヒドを意味する。

4. フェーリング液を還元し、不斉炭素原子をもつものが存在する。

分子式は $C_3H_6O_2$ となり、不飽和数は 1



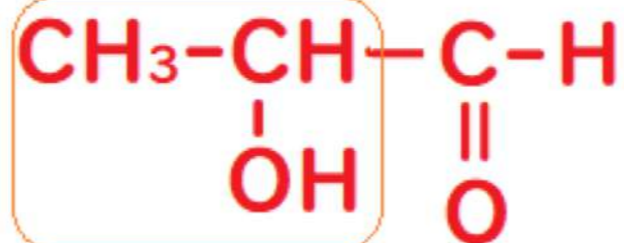
4. (正) アルデヒド基と不斉炭素原子をもつ化合物には

$CH_3^*CH(OH)CHO$ がある。

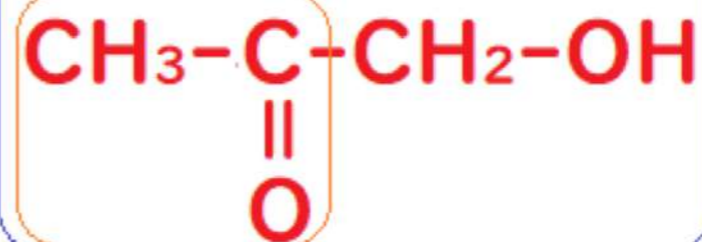
5. ヨードホルム反応を示すものは存在しない。

分子式は $C_3H_6O_2$ となり, 不飽和数は 1

アルコール型の場合



メチルケトンの場合



5. (誤) $CH_3CH(OH)CHO$ や CH_3COCH_2OH は
ヨードホルム反応陽性である。

分子式 $C_3H_6O_2$ はこれに合致する。

6. 化合物 1 mol を完全燃焼すると、3 mol の二酸化炭素と 3 mol の水を生じるものは 4 種類以上ある。

分子式は $C_3H_6O_2$ となり，不飽和数は 1

1. (正) 上記の分子式のカルボン酸はプロピオン酸 CH_3CH_2COOH のみ。
3. (正) エステルはギ酸エチル $HCOOCH_2CH_3$ と酢酸メチル CH_3COOCH_3 の 2 つのみ。
5. (誤) $CH_3CH(OH)CHO$ や CH_3COCH_2OH はヨードホルム反応陽性である。

6. (正) 1, 3, 5 の化合物だけで既に 5 種。

参考資料 (余談)

	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
アルコール	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}$ 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。	×	×	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 1-ブテン $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$ シス-2-ブテン $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \quad \text{H} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{C}=\text{C} \\ \diagup \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \quad \text{CH}_3 \end{array}$ トランス-2-ブテン
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{C}^*}\text{H}-\text{CH}_3$ 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 一対の光学異性体がある。	陽性 酸化生成物も陽性である。	
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} \end{array}$ 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。	×	×	
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$ 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。	×	×	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$ メチルプロペン

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
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}$ 1-ブタノール	反応して水素を発生する。	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。	×	×	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$ 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
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{C}^*}{\text{H}}}-\text{CH}_3$ 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。	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ \diagdown \quad / \\ \text{C}=\text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ トランス-2-ブテン
	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2} \end{array}$ 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。	×	×	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}_2 \end{array}$ 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		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。	×	×	

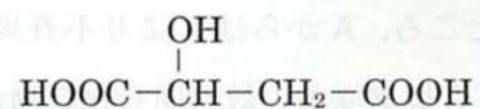
参考資料 (余談)

	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	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2}$ 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。	
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\overset{\text{C}^*}{\text{H}}}-\text{CH}_3$ 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 一對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。	
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ 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。	
アルコール	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{C}^*}}-\text{H}-\text{CH}_2$ 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 一對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、一對の光学異性体が存在する。	
	$\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2$ 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。	×	×		
	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ 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。	
	$\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}}}-\overset{\text{C}^*}{\text{H}}-\text{CH}_3$ 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 一對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。	
	$\text{CH}_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{OH}$ 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。	

		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
アルコール	主鎖の炭素原子数が5個	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ 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。
		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-}\overset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{C}}^*\text{-H-CH}_3}$ 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。
		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}\overset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}}\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ 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	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}^*\text{-H-CH}_2\text{-OH}$ 2-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。	(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。
		$\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ 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。	×	×	
		$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}\text{-CH}_3\text{-OH}$ 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1つの第三級アルコールである。ちなみに、最も沸点が低い。
		$\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}\text{-}\overset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{C}}^*\text{-H-CH}_3}$ 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。
	主鎖3	$\text{CH}_3\text{-}\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}\text{-CH}_2\text{-OH}$ 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。

反応して水を発生する。

8 新しい生分解性ポリマーとして、非常に水溶性が高く、様々な置換基を導入するための官能基を有するポリリンゴ酸が注目されている。平均分子量 70000 以上の水溶性ポリマーと薬剤を結合させることにより、薬剤の腎臓からの排出が防げられ、薬剤の体内滞留時間を延長するとともに薬剤の投与回数を減らすことが可能となる。リンゴ酸(分子量 134)の構造式を次に記す。



リンゴ酸の構造

下の問に答えよ。ただし、リンゴ酸の縮合において環状化合物の生成、およびポリリンゴ酸の末端に関しては考慮する必要はない。また、各元素の原子量は、 $\text{H} = 1.0$, $\text{C} = 12$, $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$ とする。

問 i 2分子のリンゴ酸を縮合させてエステル結合を1つもつ化合物には、光学異性体を含めて何種類の異性体が存在するか。

問 i 2分子のリンゴ酸を縮合させてエステル結合を1つもつ化合物には、光学異性体を含めて何種類の異性体が存在するか。

8 構造式の変化を強く意識するだけ。

【解答】 問 i 8

【解説】

問 i 一方のリンゴ酸のヒドロキシ基ともう一方のリンゴ酸のカルボキシ基の結合の仕方の違いで2通りの構造異性体が存在し、それらには不斉炭素原子が2ずつあるため、各々立体異性体が4通り存在する。



次のスライドにて詳述します。

可能性①



この構造異性体には、立体異性体が4種類存在する。

可能性②



この構造異性体にも、立体異性体が4種類存在する。

可能性①



この構造異性体には、立体異性体が4種類存在する。

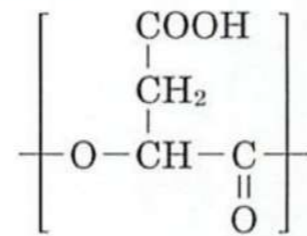
可能性②



この構造異性体にも、立体異性体が4種類存在する。

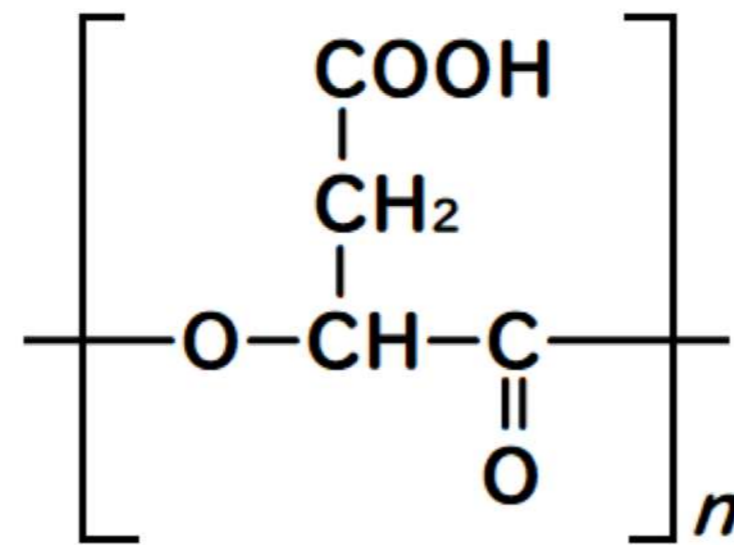
問 ii ポリリンゴ酸は高分子量になりにくいいため、ポリリンゴ酸のカルボキシ基に様々なアミノ酸を反応させて分子量を大きくすると同時に、生体適合性をあげる試みが行われている。下の繰り返し単位をもつ平均分子量 60000 の直鎖状のポリリンゴ酸にアラニン(分子量 89)を反応させたところ、ポリリンゴ酸のカルボキシ基の一部がアラニンと反応したポリマーが得られ、このポリマーの平均分子量は 80000 であった。ポリリンゴ酸中のカルボキシ基の何 % が反応したか。解答は小数点以下第 1 位を四捨五入して、下の形式により示せ。ただし、アラニンどうしの縮合は起こらなかったものとする。

%



ポリリンゴ酸の繰り返し単位

下の繰り返し単位をもつ平均分子量 60000 の直鎖状のポリリンゴ酸



$$116n = 60000$$

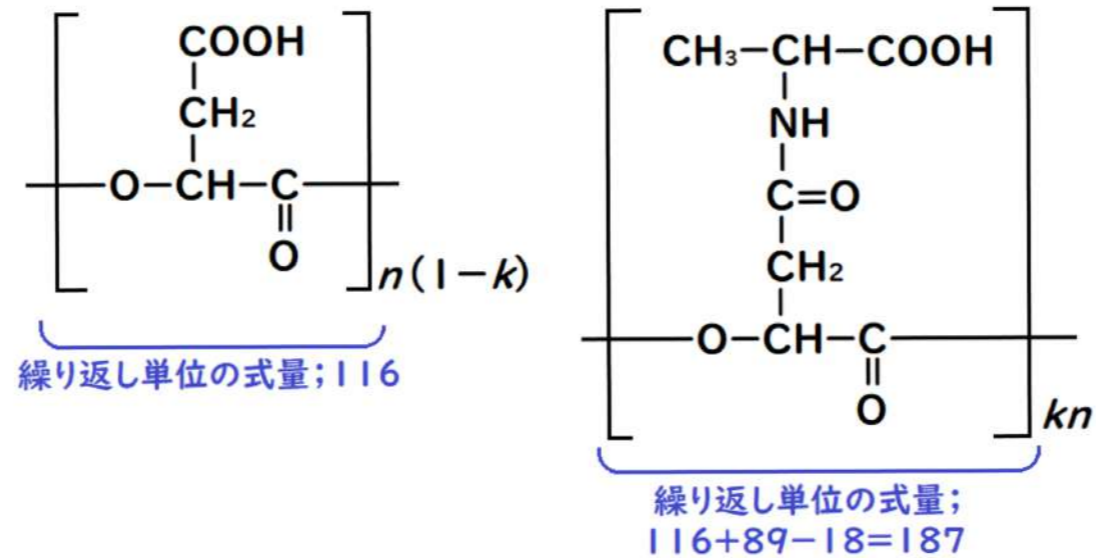
$$\therefore n \doteq 517$$

繰り返し単位の式量; 116

問 ii 重合度を n とすると, 分子量から $116n = 60000 \quad \therefore n = 517$

下の繰り返し単位をもつ平均分子量 60000 の直鎖状のポリリンゴ酸にアラニン (分子量 89) を反応させたところ、ポリリンゴ酸のカルボキシ基の一部がアラニンと反応したポリマーが得られ、このポリマーの平均分子量は 80000 であった。

アラニンと結合した繰り返し単位の割合を k とおくと、



$$116n(1-k) + 187nk = 80000, n = 517 \quad \therefore k = 0.544$$

ポリリンゴ酸のカルボキシ基のうち k の割合がアラニンと結合したとすると、
 ポリリンゴ酸の繰り返し単位の式量; 116... 繰り返しは $(1-k)n$ 個
 アラニンの分子量; 89
 アラニンと結合した繰り返し単位の式量; $(116 + 89 - 18 = 187)$... 繰り返しは kn 個
 よって、このポリマーの分子量 について、

$$116n(1-k) + 187nk = 80000, n = 517 \quad \therefore k = 0.544$$

別解も確認しておいて下さいね('ω')。

【別解】

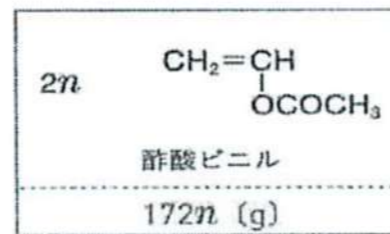
$$\frac{116 + (89 - 18) \times k}{116} = \frac{80000}{60000} \quad \therefore k = 0.544$$

参考資料 (余談)

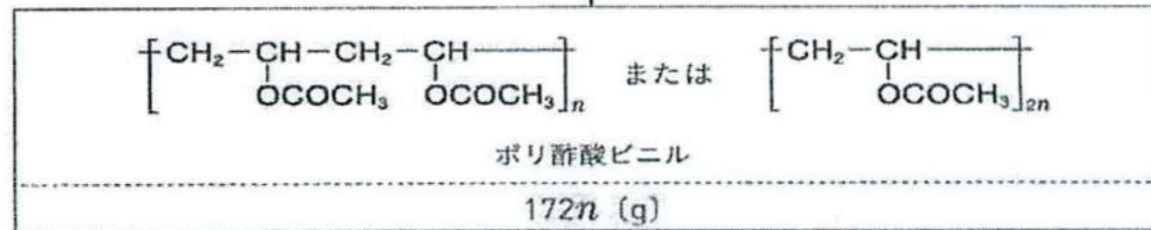
ビニロンの計算 量的関係 (質量比)

アセタール化の割合を x (%) とすると、ビニロン誘導時の各物質の量的関係 (質量比) は、以下のとおりである。

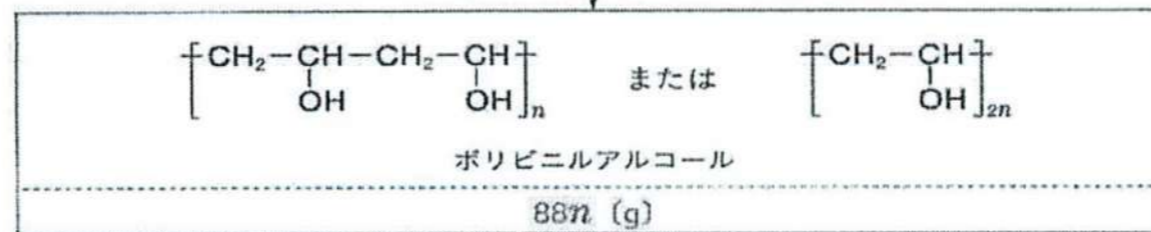
$$\begin{array}{l} \text{酢酸ビニル} : \text{ポリ酢酸ビニル} : \text{ポリビニルアルコール} : \text{ビニロン} \\ = 172 : 172 : 88 : (88 + 0.12x) \end{array}$$



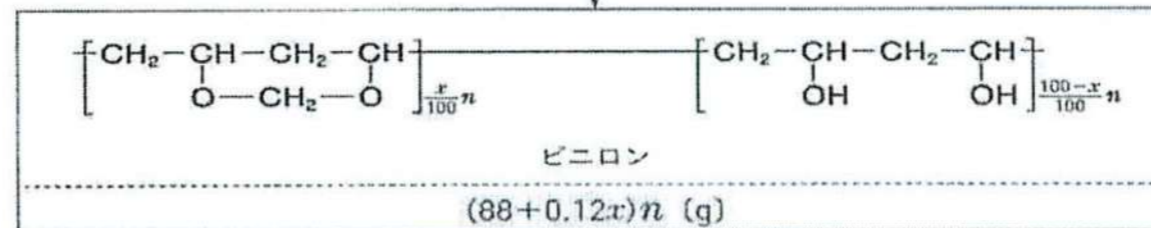
付加重合 (完全に進行した場合)



加水分解 (完全に進行した場合)



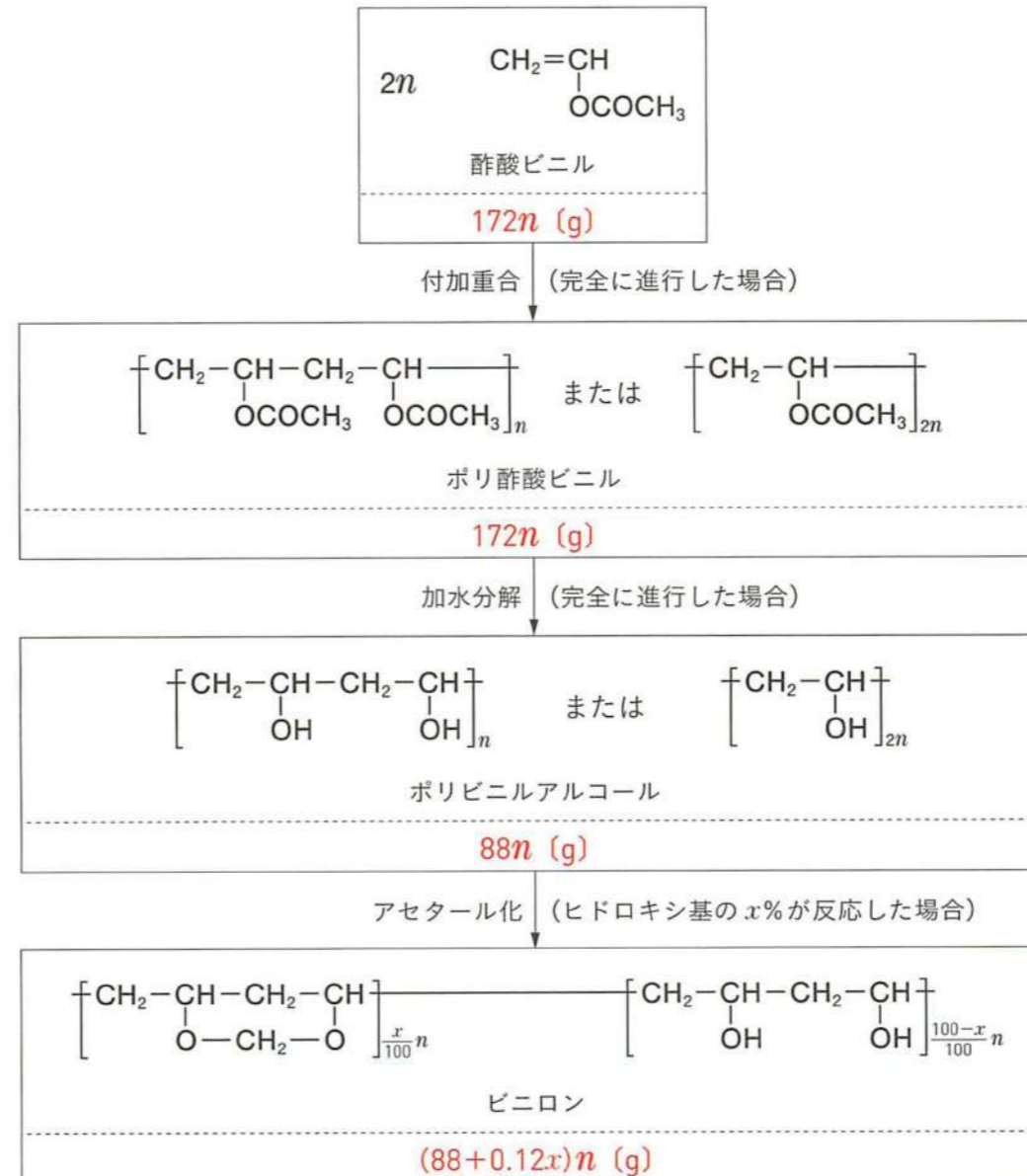
アセタール化 (ヒドロキシ基の x % が反応した場合)



ビニロンの計算

アセタール化の割合を x (%) とすると、ビニロン誘導時の各物質の量的関係 (質量比) は、以下のとおりである。

$$\begin{aligned} & \text{酢酸ビニル} : \text{ポリ酢酸ビニル} : \text{ポリビニルアルコール} : \text{ビニロン} \\ = & 172 : 172 : 88 : (88+0.12x) \end{aligned}$$



私が意識していることの幾つか。

- ★大胆に推論し、検証する。 ★不飽和数(不飽和度)はチェックする。
- ★炭素原子数(分子式)は常に意識する。
- ★検出反応(ヨードホルム反応など)は、詳細に、十分に検討しておく。
⇨ エタノールを除くヨードホルム反応陽性のアルコールはC*をもつ。

与えられた情報の
範囲内で最も簡単
な構造を考えてみる。

- ★大胆に推論し、検証する。 ★不飽和数(不飽和度)はチェックする。
- ★炭素原子数(分子式)は常に意識する。
- ★検出反応(ヨードホルム反応など)は、詳細に、十分に検討しておく。
⇨ エタノールを除くヨードホルム反応陽性のアルコールはC*をもつ。

与えられた情報の
範囲内で最も簡単
な構造を考えてみる。

- ★大胆に推論し、検証する。 ★不飽和数(不飽和度)はチェックする。
- ★炭素原子数(分子式)は常に意識する。
- ★検出反応(ヨードホルム反応など)は、詳細に、十分に検討しておく。
⇨ エタノールを除くヨードホルム反応陽性のアルコールはC*をもつ。

与えられた情報の
範囲内で最も簡単
な構造を考えてみる。

- ★大胆に推論し、検証する。 ★不飽和数(不飽和度)はチェックする。
- ★炭素原子数(分子式)は常に意識する。
- ★検出反応(ヨードホルム反応など)は、詳細に、十分に検討しておく。
⇒ エタノールを除くヨードホルム反応陽性のアルコールはC*をもつ。

与えられた情報の
範囲内で最も簡単
な構造を考えてみる。

- ★大胆に推論し、検証する。 ★不飽和数(不飽和度)はチェックする。
- ★炭素原子数(分子式)は常に意識する。
- ★検出反応(ヨードホルム反応など)は、詳細に、十分に検討しておく。
- ⇨ エタノールを除くヨードホルム反応陽性のアルコールはC*をもつ。

与えられた情報の
範囲内で最も簡単
な構造を考えてみる。

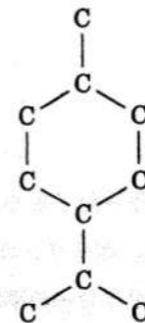
- ★大胆に推論し、検証する。 ★不飽和数(不飽和度)はチェックする。
- ★炭素原子数(分子式)は常に意識する。
- ★検出反応(ヨードホルム反応など)は、詳細に、十分に検討しておく。
⇨ エタノールを除くヨードホルム反応陽性のアルコールはC*をもつ。

与えられた情報の
範囲内で最も簡単
な構造を考えてみる。

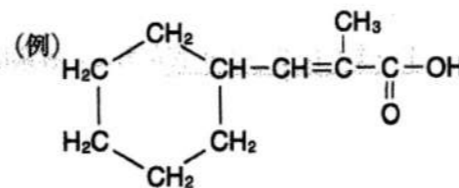
解き方は各自の自由です。様々な解答の導入手順があります。万人にとっての模範解答などないのでは？

9 つぎの記述を読み、下の間に答えよ。

ウコンやローズマリーに含まれる香りの成分として、シクロヘキサン誘導体があり、森の香りとも呼ばれている。このシクロヘキサン誘導体の中で最も多く含まれているのが、分子式 $C_{10}H_{18}O$ で表され、不斉炭素原子を1つ有する化合物Aである。その炭素骨格(炭素原子のつながり)は、下に示したシクロヘキサンの二置換体の構造をとり、環内には炭素-炭素二重結合が1つ含まれる。Aは、金属ナトリウムと反応して水素を発生した。Aの炭素-炭素二重結合に水素を付加させたところ、化合物Bが得られた。Bには不斉炭素原子は存在せず、また、Bは硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化されなかった。一方、Aの炭素-炭素二重結合に水を付加させたところ、得られた化合物には、隣接する2つの炭素原子がそれぞれヒドロキシ基と結合した構造をもつものは存在しなかった。また、Aに濃硫酸を加えて加熱したところ、分子式 $C_{10}H_{16}$ で表される2種類の化合物が生成した(ただし、立体異性体は区別しないものとする)。



問 化合物Aの構造式を例にならって記せ。ただし、立体異性体は考慮しなくてよい。

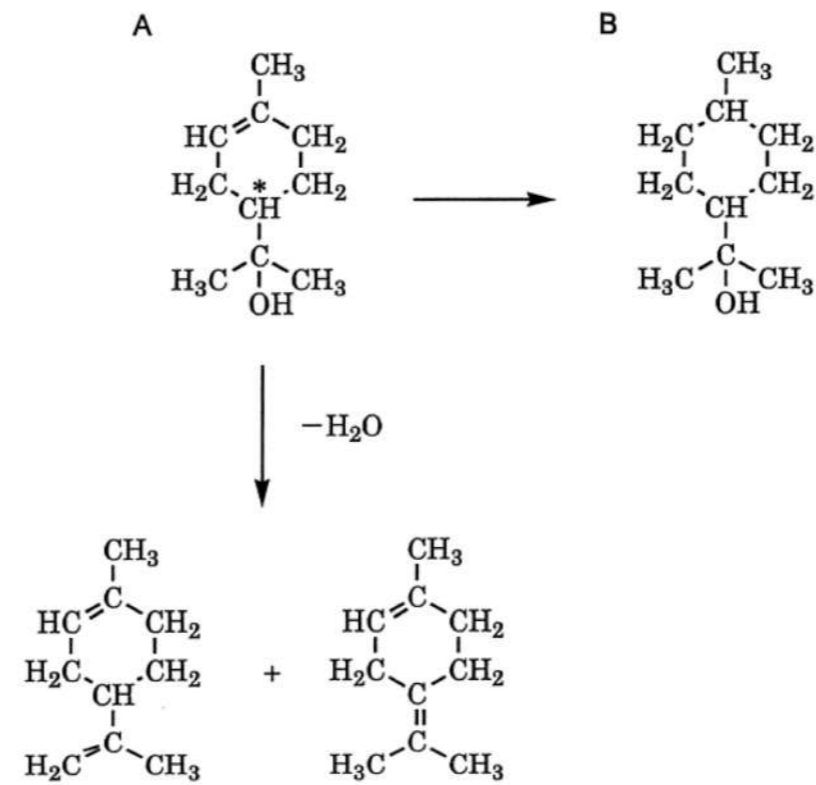


【解説】

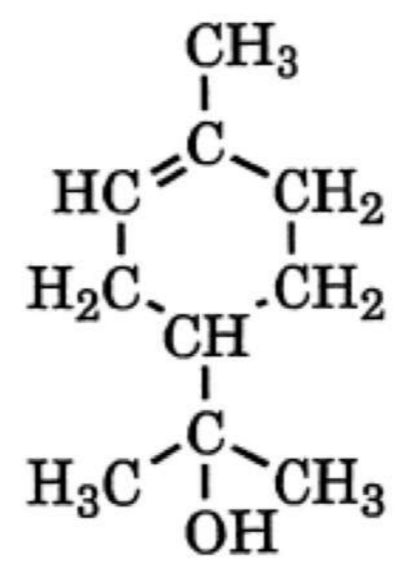
A (分子式 $C_{10}H_{18}O$) の構造についての情報を整理すると、

- ・不斉炭素原子を1つもつ。
- ・シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。
- ・第三級のヒドロキシ基をもつ (ナトリウムと反応+Bが酸化されない)。
- ・ヒドロキシ基と二重結合は隣接しない。
- ・Aの脱水生成物が2種類である。

以上の、条件を満たすAは次の構造にきまる。



【解答】



ウコンやローズマリーに含まれる香りの成分として、シクロヘキサン誘導体があり、森の香りとも呼ばれている。このシクロヘキサン誘導体の中で最も多く含まれているのが、分子式 $C_{10}H_{18}O$ で表され、不斉炭素原子を1つ有する化合物 A である。その炭素骨格(炭素原子

分子式 $C_{10}H_{18}O$

不斉炭素原子を1つもつ。

のつながり)は、下に示したシクロヘキサンの二置換体の構造をとり、環内には炭素-炭素二重結合が1つ含まれる。

シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。

A は、金属ナトリウムと反応して水素を発生した。A の炭素-炭素二重結合に水素を付加させたところ、化合物 B が得られた。B には不斉炭素原子は存在せず、また、B は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化されなかった。

第三級のヒドロキシ基をもつ (ナトリウムと反応+B が酸化されない)。

一方、A の炭素-炭素二重結合に水を付加させたところ、得られた化合物には、隣接する2つの炭素原子がそれぞれヒドロキシ基と結合した構造をもつものは存在しなかった。

ヒドロキシ基と二重結合は隣接しない。

また、A に濃硫酸を加えて加熱したところ、分子式 $C_{10}H_{16}$ で表される2種類の化合物が生成した(ただし、立体異性体は区別しないものとする)。

A の脱水生成物が2種類である。

ウコンやローズマリーに含まれる香りの成分として、シクロヘキサン誘導体があり、森の香りとも呼ばれている。このシクロヘキサン誘導体の中で最も多く含まれているのが、分子式 $C_{10}H_{18}O$ で表され、不斉炭素原子を1つ有する化合物 A である。その炭素骨格(炭素原子

分子式 $C_{10}H_{18}O$

不斉炭素原子を1つもつ。

のつながりは、下に示したシクロヘキサンの二置換体の構造をとり、環内には炭素-炭素二重結合が1つ含まれる。

シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。

A は、金属ナトリウムと反応して水素を発生した。A の炭素-炭素二重結合に水素を付加させたところ、化合物 B が得られた。B には不斉炭素原子は存在せず、また、B は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化されなかった。

第三級の水酸基をもつ (ナトリウムと反応+B が酸化されない)。

一方、A の炭素-炭素二重結合に水を付加させたところ、得られた化合物には、隣接する2つの炭素原子がそれぞれ水酸基と結合した構造をもつものは存在しなかった。

水酸基と二重結合は隣接しない。

また、A に濃硫酸を加えて加熱したところ、分子式 $C_{10}H_{16}$ で表される2種類の化合物が生成した(ただし、立体異性体は区別しないものとする)。

A の脱水生成物が2種類である。

ウコンやローズマリーに含まれる香りの成分として、シクロヘキサン誘導体があり、森の香りとも呼ばれている。このシクロヘキサン誘導体の中で最も多く含まれているのが、分子式 $C_{10}H_{18}O$ で表され、不斉炭素原子を1つ有する化合物 A である。その炭素骨格(炭素原子

分子式 $C_{10}H_{18}O$

不斉炭素原子を1つもつ。

のつながり)は、下に示したシクロヘキサンの二置換体の構造をとり、環内には炭素-炭素二重結合が1つ含まれる。

シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。

A は、金属ナトリウムと反応して水素を発生した。A の炭素-炭素二重結合に水素を付加させたところ、化合物 B が得られた。B には不斉炭素原子は存在せず、また、B は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化されなかった。

第三級の水酸基をもつ (ナトリウムと反応+B が酸化されない)。

一方、A の炭素-炭素二重結合に水を付加させたところ、得られた化合物には、隣接する2つの炭素原子がそれぞれ水酸基と結合した構造をもつものは存在しなかった。

水酸基と二重結合は隣接しない。

また、A に濃硫酸を加えて加熱したところ、分子式 $C_{10}H_{16}$ で表される2種類の化合物が生成した(ただし、立体異性体は区別しないものとする)。

A の脱水生成物が2種類である。

ウコンやローズマリーに含まれる香りの成分として、シクロヘキサン誘導体があり、森の香りとも呼ばれている。このシクロヘキサン誘導体の中で最も多く含まれているのが、分子式 $C_{10}H_{18}O$ で表され、不斉炭素原子を1つ有する化合物 A である。その炭素骨格(炭素原子

分子式 $C_{10}H_{18}O$

不斉炭素原子を1つもつ。

のつながり)は、下に示したシクロヘキサンの二置換体の構造をとり、環内には炭素-炭素二重結合が1つ含まれる。

シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。

A は、金属ナトリウムと反応して水素を発生した。A の炭素-炭素二重結合に水素を付加させたところ、化合物 B が得られた。B には不斉炭素原子は存在せず、また、B は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化されなかった。

第三級の水酸基をもつ (ナトリウムと反応+B が酸化されない)。

一方、A の炭素-炭素二重結合に水を付加させたところ、得られた化合物には、隣接する2つの炭素原子がそれぞれ水酸基と結合した構造をもつものは存在しなかった。

水酸基と二重結合は隣接しない。

また、A に濃硫酸を加えて加熱したところ、分子式 $C_{10}H_{16}$ で表される2種類の化合物が生成した(ただし、立体異性体は区別しないものとする)。

A の脱水生成物が2種類である。

ウコンやローズマリーに含まれる香りの成分として、シクロヘキサン誘導体があり、森の香りとも呼ばれている。このシクロヘキサン誘導体の中で最も多く含まれているのが、分子式 $C_{10}H_{18}O$ で表され、不斉炭素原子を1つ有する化合物 A である。その炭素骨格(炭素原子

分子式 $C_{10}H_{18}O$

不斉炭素原子を1つもつ。

のつながり)は、下に示したシクロヘキサンの二置換体の構造をとり、環内には炭素-炭素二重結合が1つ含まれる。

シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。

A は、金属ナトリウムと反応して水素を発生した。A の炭素-炭素二重結合に水素を付加させたところ、化合物 B が得られた。B には不斉炭素原子は存在せず、また、B は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化されなかった。

第三級の水酸基をもつ (ナトリウムと反応+B が酸化されない)。

一方、A の炭素-炭素二重結合に水を付加させたところ、得られた化合物には、隣接する2つの炭素原子がそれぞれ水酸基と結合した構造をもつものは存在しなかった。

水酸基と二重結合は隣接しない。

また、A に濃硫酸を加えて

加熱したところ、分子式 $C_{10}H_{16}$ で表される2種類の化合物が生成した(ただし、立体異性体は区別しないものとする)。

A の脱水生成物が2種類である。

ウコンやローズマリーに含まれる香りの成分として、シクロヘキサン誘導体があり、森の香りとも呼ばれている。このシクロヘキサン誘導体の中で最も多く含まれているのが、分子式 $C_{10}H_{18}O$ で表され、不斉炭素原子を1つ有する化合物 A である。その炭素骨格(炭素原子

分子式 $C_{10}H_{18}O$

不斉炭素原子を1つもつ。

のつながり)は、下に示したシクロヘキサンの二置換体の構造をとり、環内には炭素-炭素二重結合が1つ含まれる。

シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。

A は、金属ナトリウムと反応して水素を発生した。A の炭素-炭素

二重結合に水素を付加させたところ、化合物 B が得られた。B には不斉炭素原子は存在せず、

また、B は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化されなかった。

第三級の水酸基をもつ (ナトリウムと反応+B が酸化されない)。

一方、A の炭素-炭素二重結合に水を付加させたところ、得られた化合物には、隣接する2つの炭素原子がそれぞれ水酸基と結合した構造をもつものは存在しなかった。

水酸基と二重結合は隣接しない。

また、A に濃硫酸を加えて

加熱したところ、分子式 $C_{10}H_{16}$ で表される2種類の化合物が生成した(ただし、立体異性体は区別しないものとする)。

A の脱水生成物が2種類である。

ウコンやローズマリーに含まれる香りの成分として、シクロヘキサン誘導体があり、森の香りとも呼ばれている。このシクロヘキサン誘導体の中で最も多く含まれているのが、分子式 $C_{10}H_{18}O$ で表され、不斉炭素原子を1つ有する化合物 A である。その炭素骨格(炭素原子

分子式 $C_{10}H_{18}O$

不斉炭素原子を1つもつ。

のつながり)は、下に示したシクロヘキサンの二置換体の構造をとり、環内には炭素-炭素二重結合が1つ含まれる。

シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。

A は、金属ナトリウムと反応して水素を発生した。A の炭素-炭素二重結合に水素を付加させたところ、化合物 B が得られた。B には不斉炭素原子は存在せず、また、B は硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で酸化されなかった。

第三級の水酸基をもつ (ナトリウムと反応+B が酸化されない)。

一方、A の炭素-炭素二重結合に水を付加させたところ、得られた化合物には、隣接する2つの炭素原子がそれぞれ水酸基と結合した構造をもつものは存在しなかった。

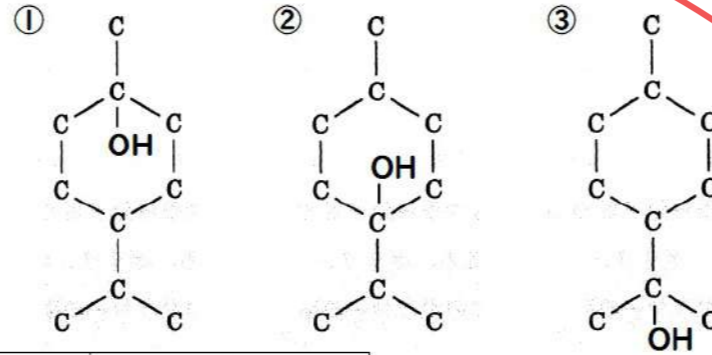
水酸基と二重結合は隣接しない。

また、A に濃硫酸を加えて加熱したところ、分子式 $C_{10}H_{16}$ で表される2種類の化合物が生成した(ただし、立体異性体は区別しないものとする)。

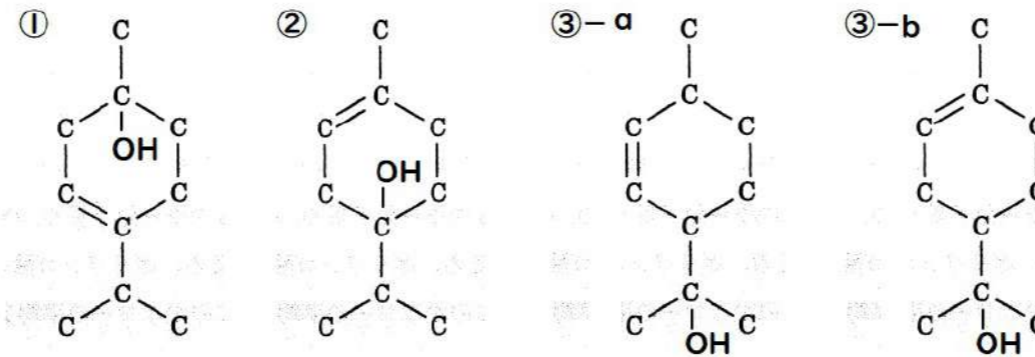
A の脱水生成物が2種類である。

例えば、第三級の水酸基をもつ（ナトリウムと反応しBが酸化されない）。

を考えてみると、



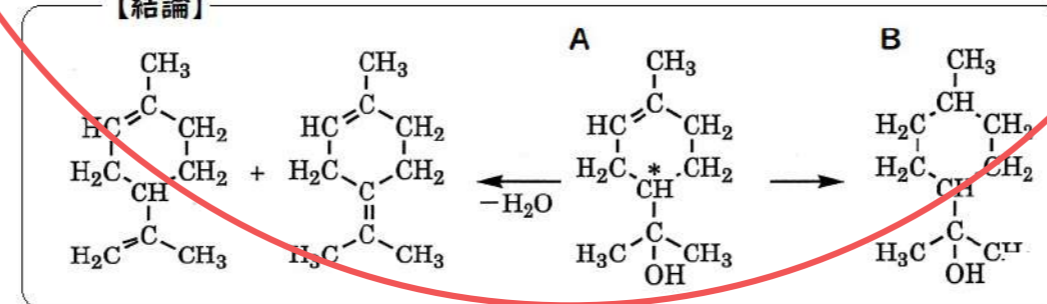
さらに、シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。を考慮すると、
水酸基と二重結合は隣接しない。



①と②は脱水生成物が3種類あるので、Aの脱水生成物が2種類である。に反する。

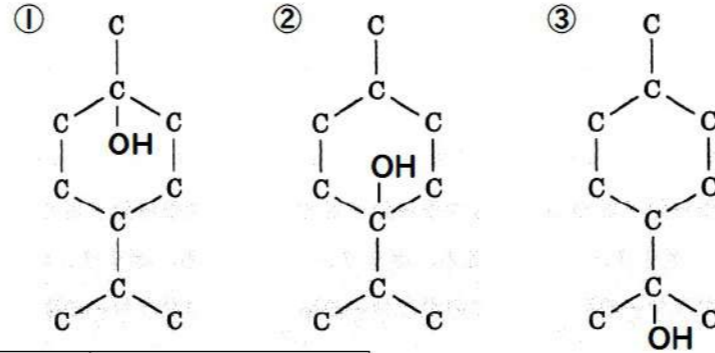
③-aは不斉炭素原子が2つあるので 不斉炭素原子を1つもつ。に反する。

【結論】



例えば、第三級の水酸基をもつ（ナトリウムと反応+Bが酸化されない）。

を考えてみると、

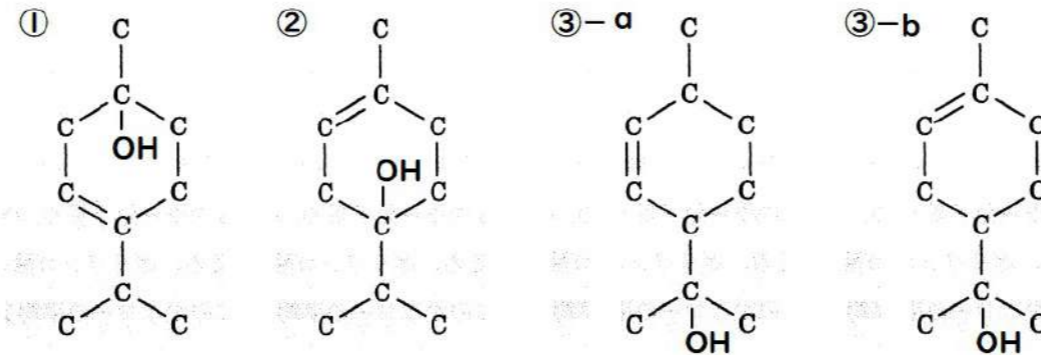


さらに、

シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。

水酸基と二重結合は隣接しない。

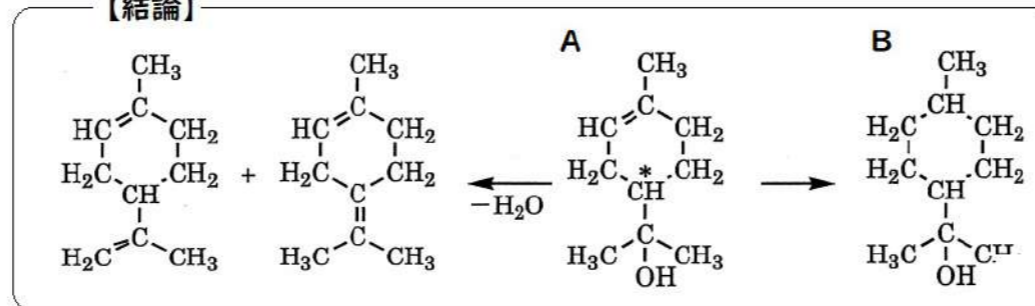
を考慮すると、



①と②は脱水生成物が3種類あるので、Aの脱水生成物が2種類である。に反する。

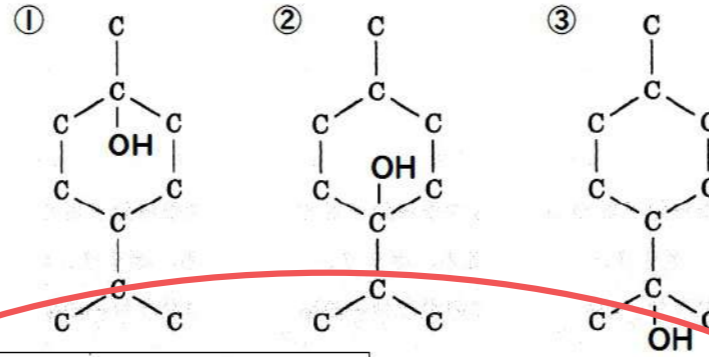
③-aは不斉炭素原子が2つあるので、不斉炭素原子を1つもつ。に反する。

【結論】

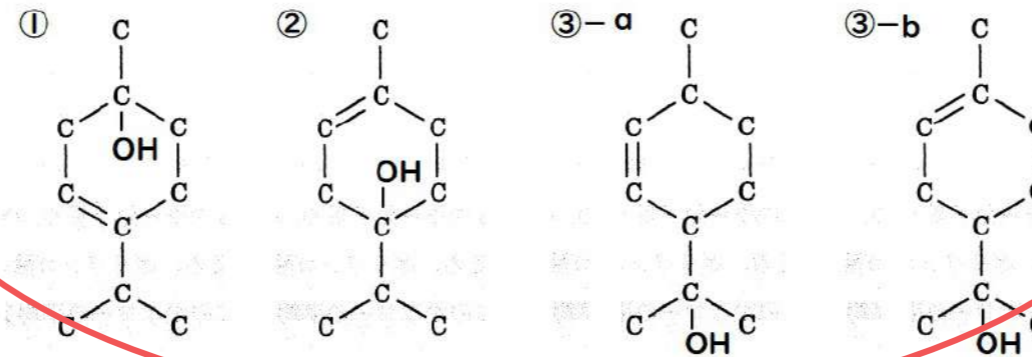


例えば、第三級のヒドロキシ基をもつ（ナトリウムと反応+Bが酸化されない）。

を考えてみると、



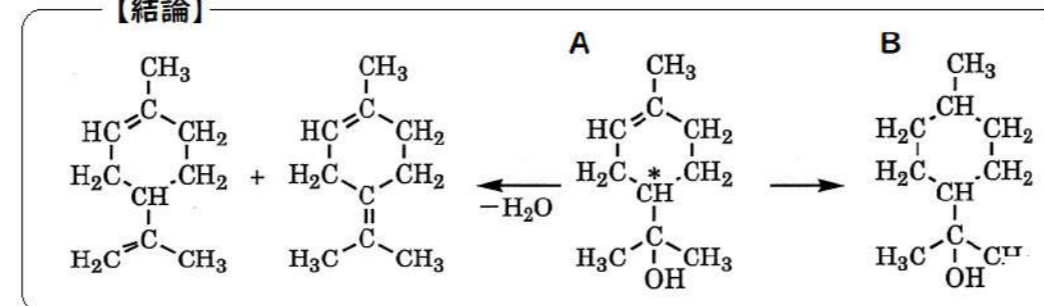
さらに、シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。 を考慮すると、
ヒドロキシ基と二重結合は隣接しない。



①と②は脱水生成物が3種類あるので、Aの脱水生成物が2種類である。に反する。

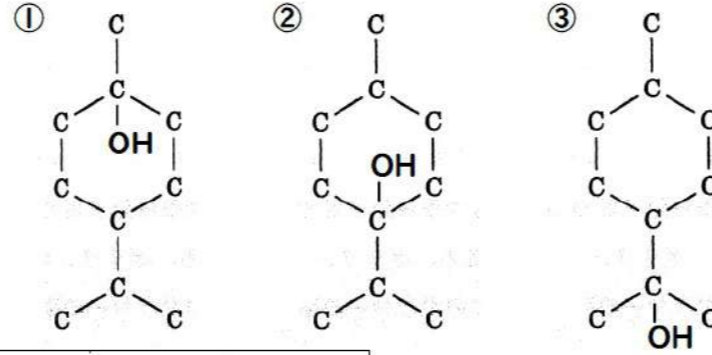
③-aは不斉炭素原子が2つあるので 不斉炭素原子を1つもつ。に反する。

【結論】

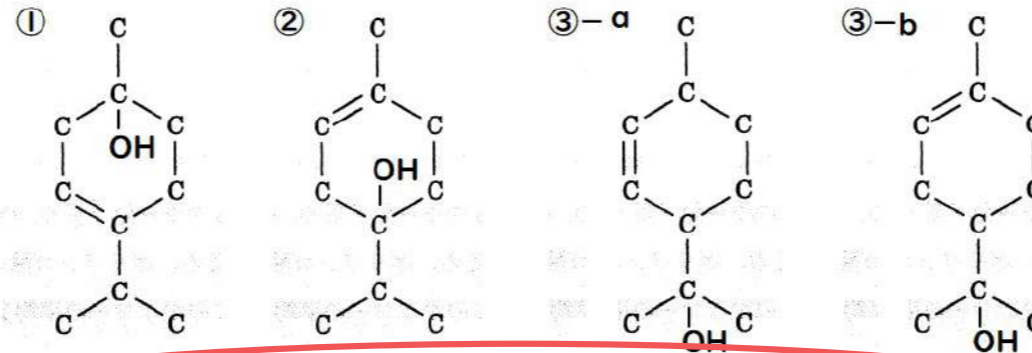


例えば、第三級のヒドロキシ基をもつ（ナトリウムと反応+Bが酸化されない）。

を考えてみると、



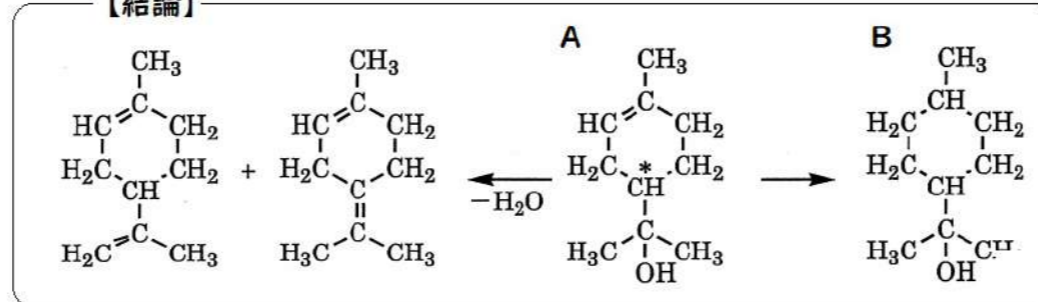
さらに、シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。 を考慮すると、
ヒドロキシ基と二重結合は隣接しない。



①と②は脱水生成物が3種類あるので、Aの脱水生成物が2種類である。に反する。

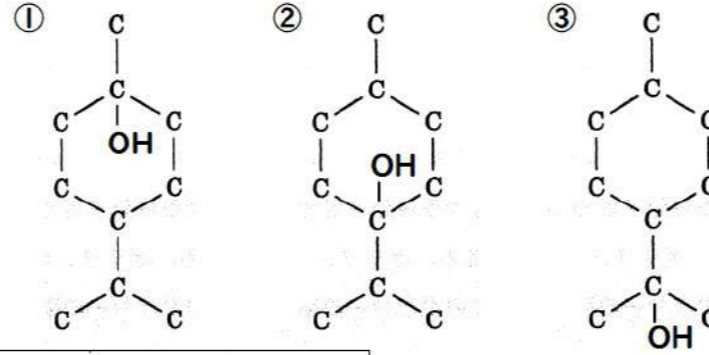
③-aは不斉炭素原子が2つあるので 不斉炭素原子を1つもつ。に反する。

【結論】

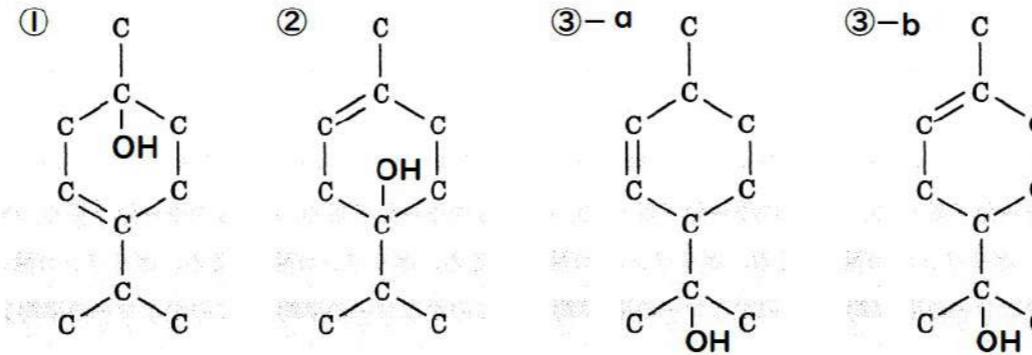


例えば、第三級のヒドロキシ基をもつ（ナトリウムと反応+Bが酸化されない）。

を考えてみると、



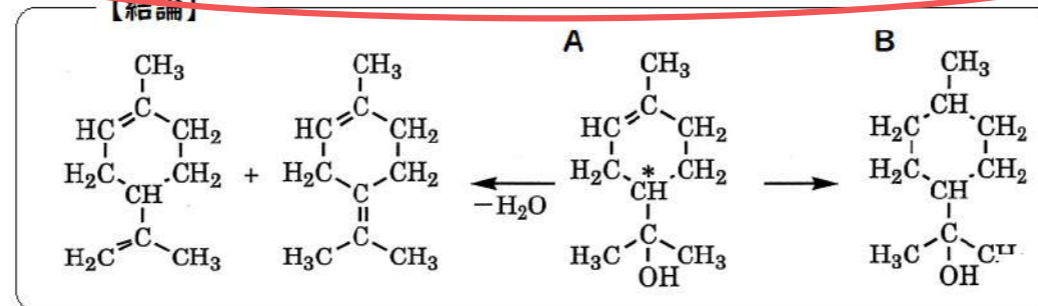
さらに、シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。 を考慮すると、
ヒドロキシ基と二重結合は隣接しない。



①と②は脱水生成物が3種類あるので、Aの脱水生成物が2種類である。に反する。

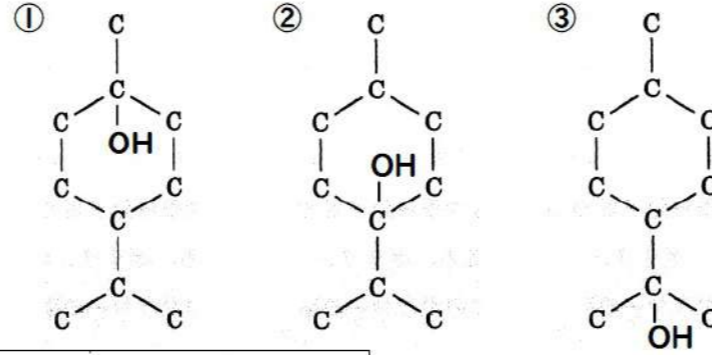
③-aは不斉炭素原子が2つあるので 不斉炭素原子を1つもつ。に反する。

【結論】

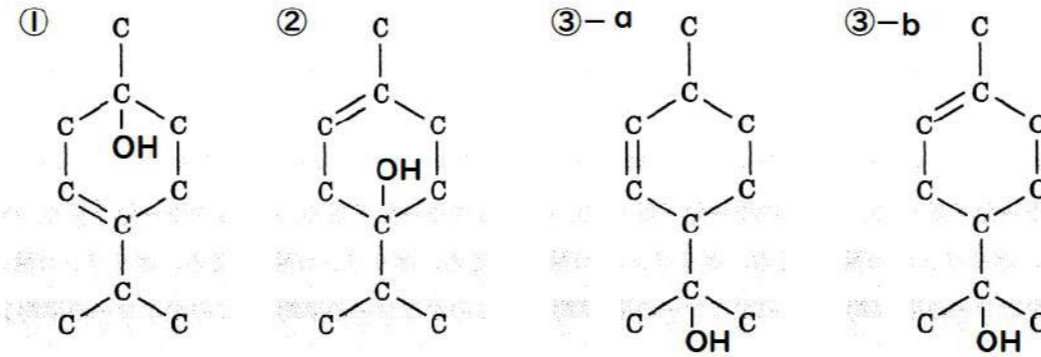


例えば、第三級の水酸基をもつ（ナトリウムと反応+Bが酸化されない）。

を考えてみると、



さらに、シクロヘキサン環内に二重結合をもつ。 を考慮すると、
水酸基と二重結合は隣接しない。



①と②は脱水生成物が3種類あるので、Aの脱水生成物が2種類である。に反する。

③-aは不斉炭素原子が2つあるので、不斉炭素原子を1つもつ。に反する。

【結論】

