

# 浸透圧

**[学習 1]** 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？

## 浸透圧

●半透膜（は通過させるが、は通過させない膜）を境にして溶液と溶媒が接するとき、側から側にが移動する。これをといい、この浸透を抑えるのに必要な圧力（言い換えれば、浸透しようとする圧力）をという。

## 浸透圧

●半透膜（**溶媒粒子** は通過させるが、 は通過させない膜）を境にして溶液と溶媒が接するとき、 側から  側に  が移動する。これを  といい、この浸透を抑えるのに必要な圧力（言い換えれば、浸透しようとする圧力）を  という。

## 浸透圧

●半透膜（**溶媒粒子**は通過させるが、**溶質粒子**は通過させない膜）を境にして溶液と溶媒が接するとき、側から側にが移動する。これをといい、この浸透を抑えるのに必要な圧力（言い換えれば、浸透しようとする圧力）をという。

## 浸透圧

●半透膜（**溶媒粒子**は通過させるが、**溶質粒子**は通過させない膜）を境にして溶液と溶媒が接するとき、**溶媒**側から  側に  が移動する。これを  といい、この浸透を抑えるのに必要な圧力（言い換えれば、浸透しようとする圧力）を  という。

## 浸透圧

●半透膜（**溶媒粒子**は通過させるが、**溶質粒子**は通過させない膜）を境にして溶液と溶媒が接するとき、**溶媒**側から**溶液**側に  が移動する。これを  といい、この浸透を抑えるのに必要な圧力（言い換えれば、浸透しようとする圧力）を  という。

## 浸透圧

●半透膜（**溶媒粒子**は通過させるが、**溶質粒子**は通過させない膜）を境にして溶液と溶媒が接するとき、**溶媒**側から**溶液**側に**溶媒粒子**が移動する。これを  といい、この浸透を抑えるのに必要な圧力（言い換えれば、浸透しようとする圧力）を  という。

## 浸透圧

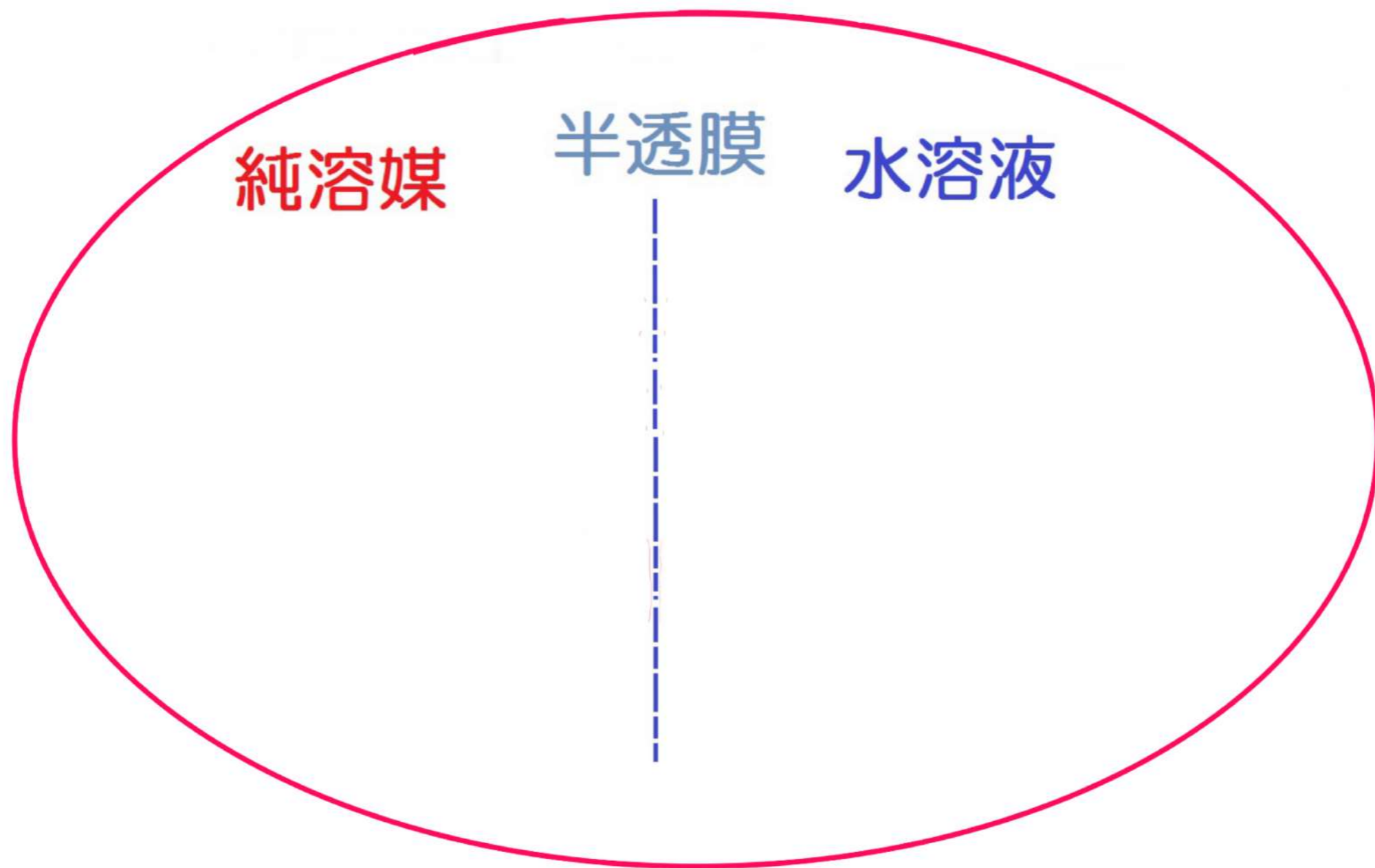
●半透膜（**溶媒粒子** は通過させるが、**溶質粒子** は通過させない膜）を境にして溶液と溶媒が接するとき、**溶媒** 側から **溶液** 側に **溶媒粒子** が移動する。これを **浸透** といい、この浸透を抑えるのに必要な圧力（言い換えれば、浸透しようとする圧力）を  という。



## 浸透圧

●半透膜（**溶媒粒子**は通過させるが、**溶質粒子**は通過させない膜）を境にして溶液と溶媒が接するとき、**溶媒**側から**溶液**側に**溶媒粒子**が移動する。これを**浸透**といい、この浸透を抑えるのに必要な圧力（言い換えれば、浸透しようとする圧力）を**浸透圧**という。

繰り返します！❤



純溶媒

半透膜

水溶液

純溶媒

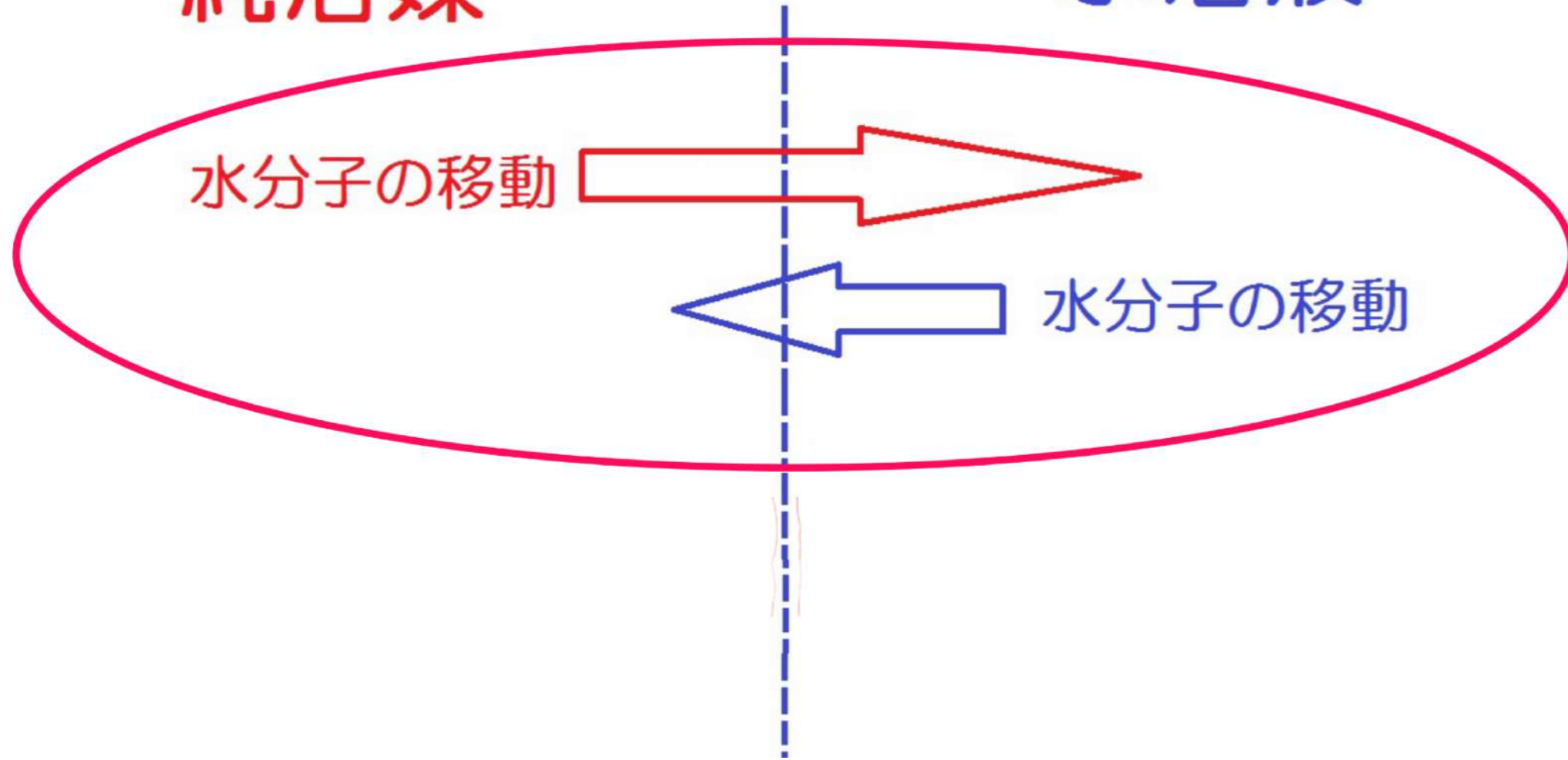
半透膜

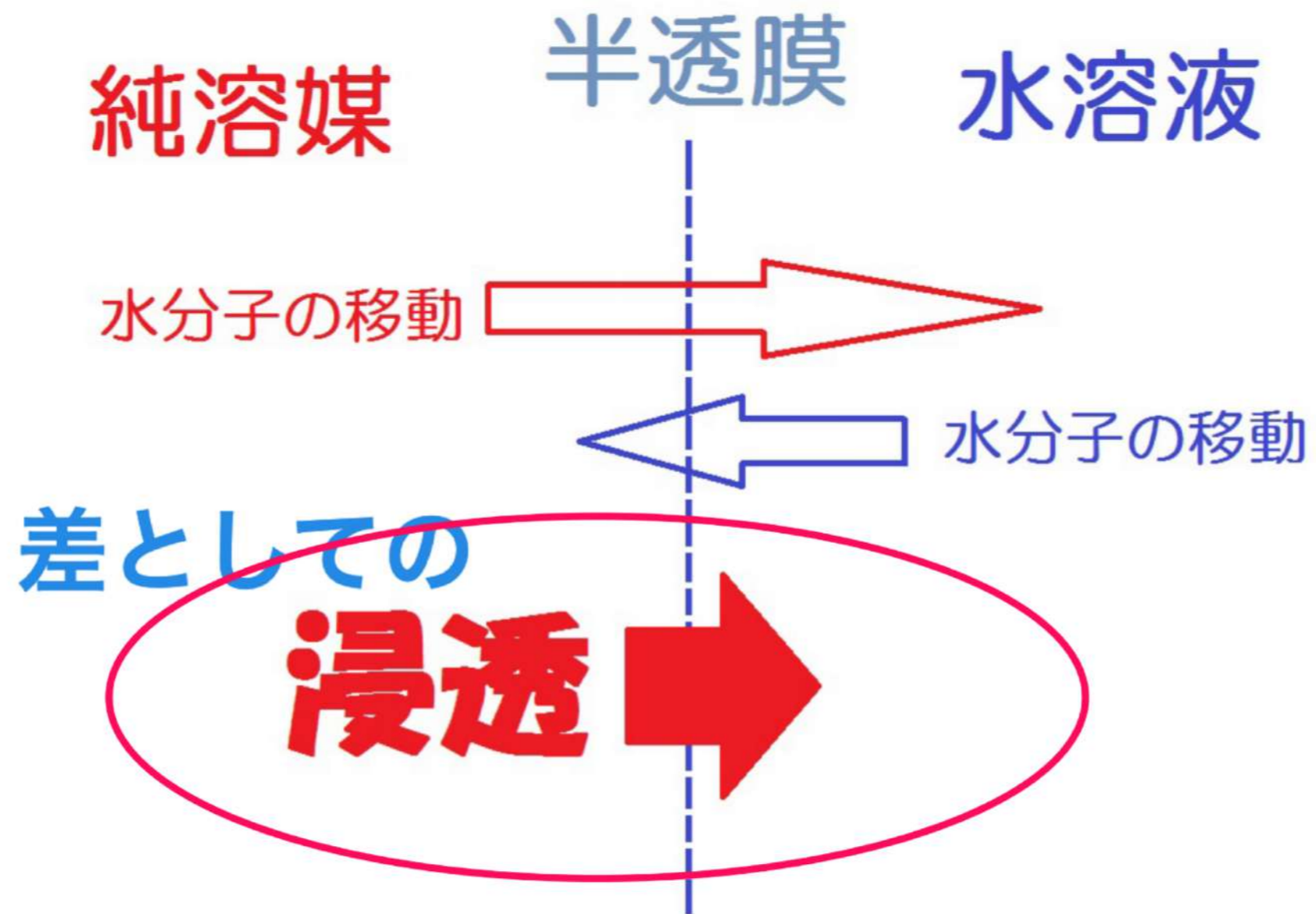
水溶液

水分子の移動

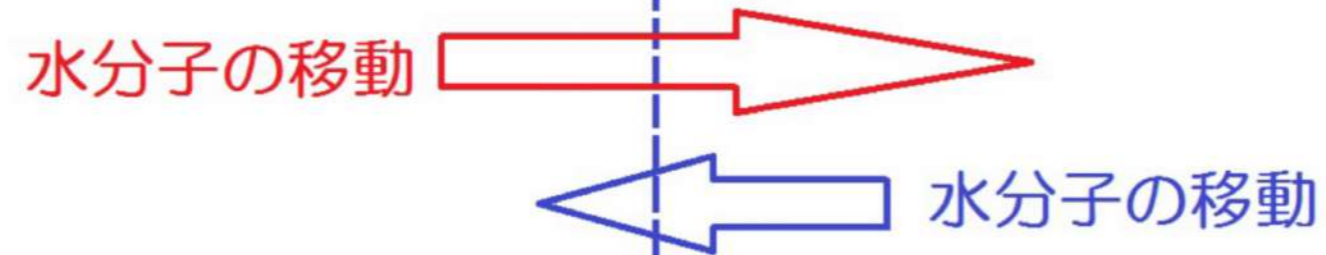


水分子の移動





純溶媒      半透膜      水溶液



**浸透** →

p.1/9  
水の移動は一方通行ではありません！

**[学習2]** 浸透圧を求める実験について、簡単に説明できますか？

- ① 実験装置の概略は？
- ② データの整理方法

●U字管の中央に半透膜をおき、一方に溶液、他方に溶媒をおくと、浸透によって  し、  する。やがて両液面の差がある程度になると、液面の変化は見られなくなり、液面差は一定となる。これは、  ため、すなわち、この場合、  。



●U字管の中央に半透膜をおき、一方に溶液、他方に溶媒をおくと、浸透によって **溶媒側の液面は下降** し、 する。やがて両液面の差がある程度になると、液面の変化は見られなくなり、液面差は一定となる。これは、 ため、すなわち、この場合、 。

●U字管の中央に半透膜をおき、一方に溶液、他方に溶媒をおくと、浸透によって **溶媒側の液面は下降** し、 **溶液側の液面は上昇** する。やがて両液面の差がある程度になると、液面の変化は見られなくなり、液面差は一定となる。これは、 ため、すなわち、この場合、 。

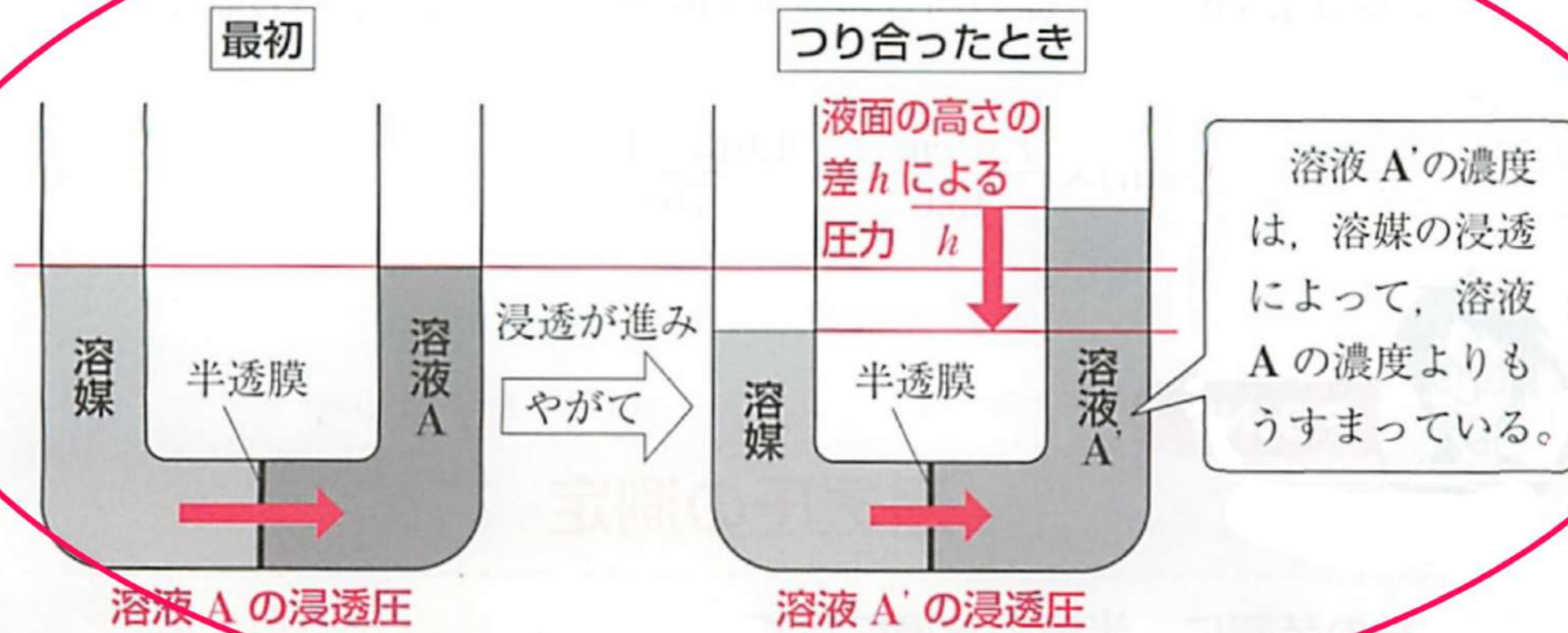
●U字管の中央に半透膜をおき、一方に溶液、他方に溶媒をおくと、浸透によって **溶媒側の液面は下降** し、 **溶液側の液面は上昇** する。やがて両液面の差がある程度になると、液面の変化は見られなくなり、液面差は一定となる。これは **液面差による圧力が浸透を抑えた** ため、すなわち、この場合、。

●U字管の中央に半透膜をおき、一方に溶液、他方に溶媒をおくと、浸透によって **溶媒側の液面は下降** し、 **溶液側の液面は上昇** する。やがて両液面の差がある程度になると、液面の変化は見られなくなり、液面差は一定となる。これは、 **液面差による圧力が浸透を抑えた** ため、すなわち、この場合、 **液面差に相当する圧力が浸透圧に等しい** 。

繰り返します！❤

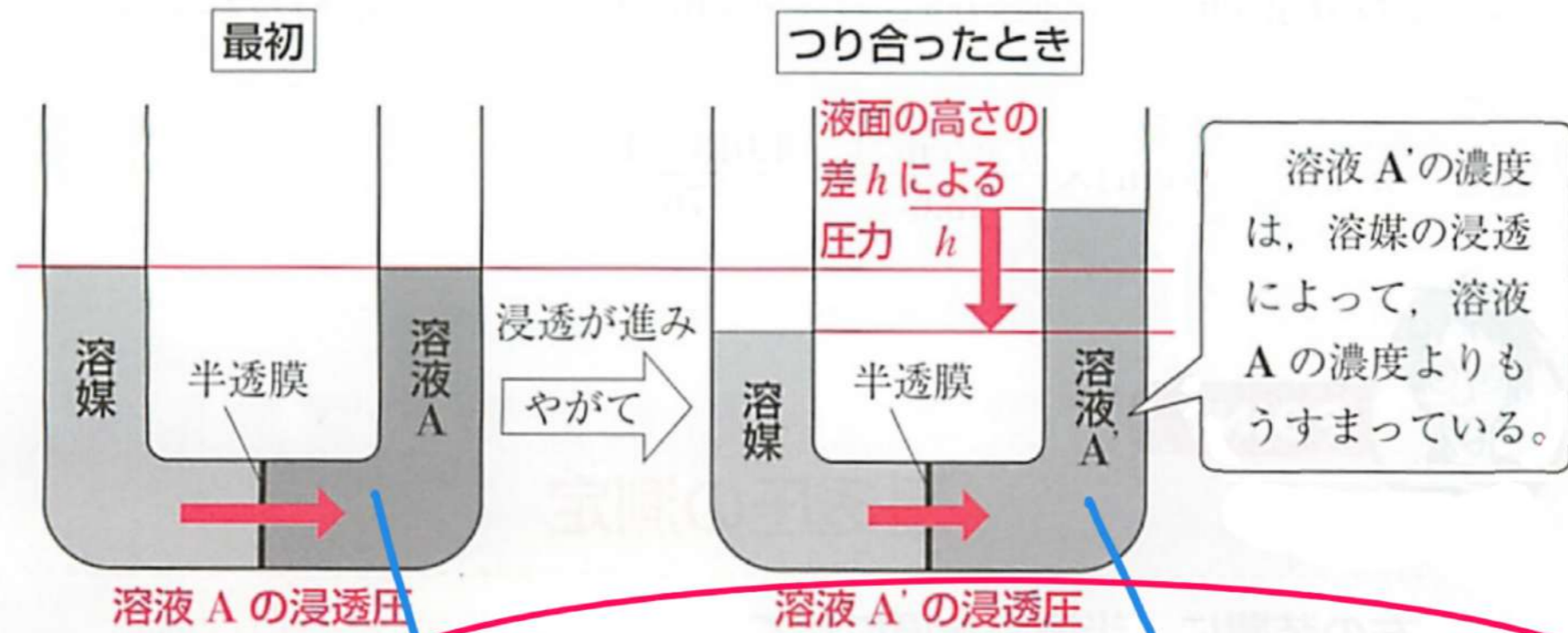
## 一番多く見かける方法

【液面の高さの差から、浸透圧を求める方法】



## 一番多く見かける方法

【液面の高さの差から、浸透圧を求める方法】



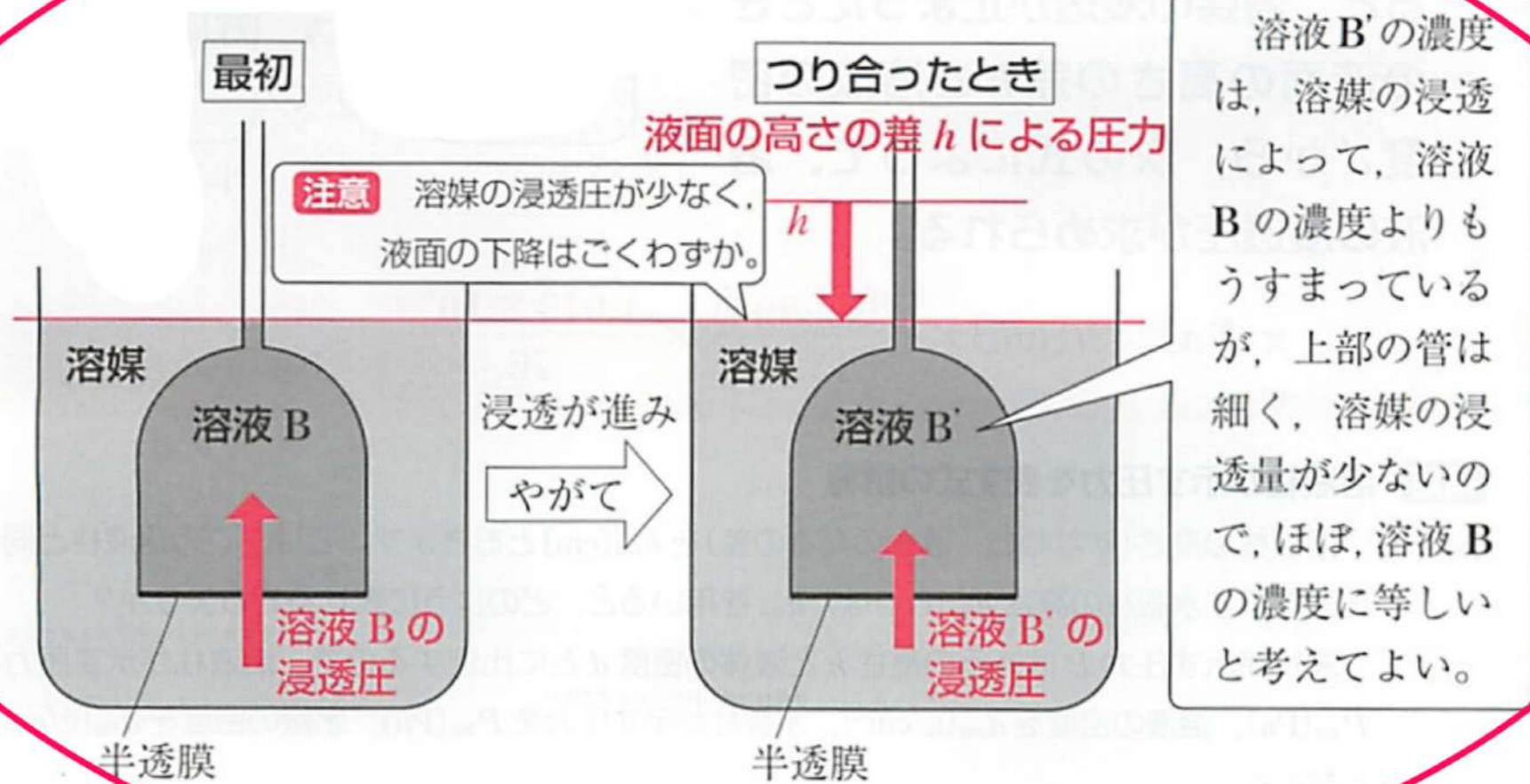
ポイント

濃度 A

濃度 A より薄い

## 次に多く見かける方法

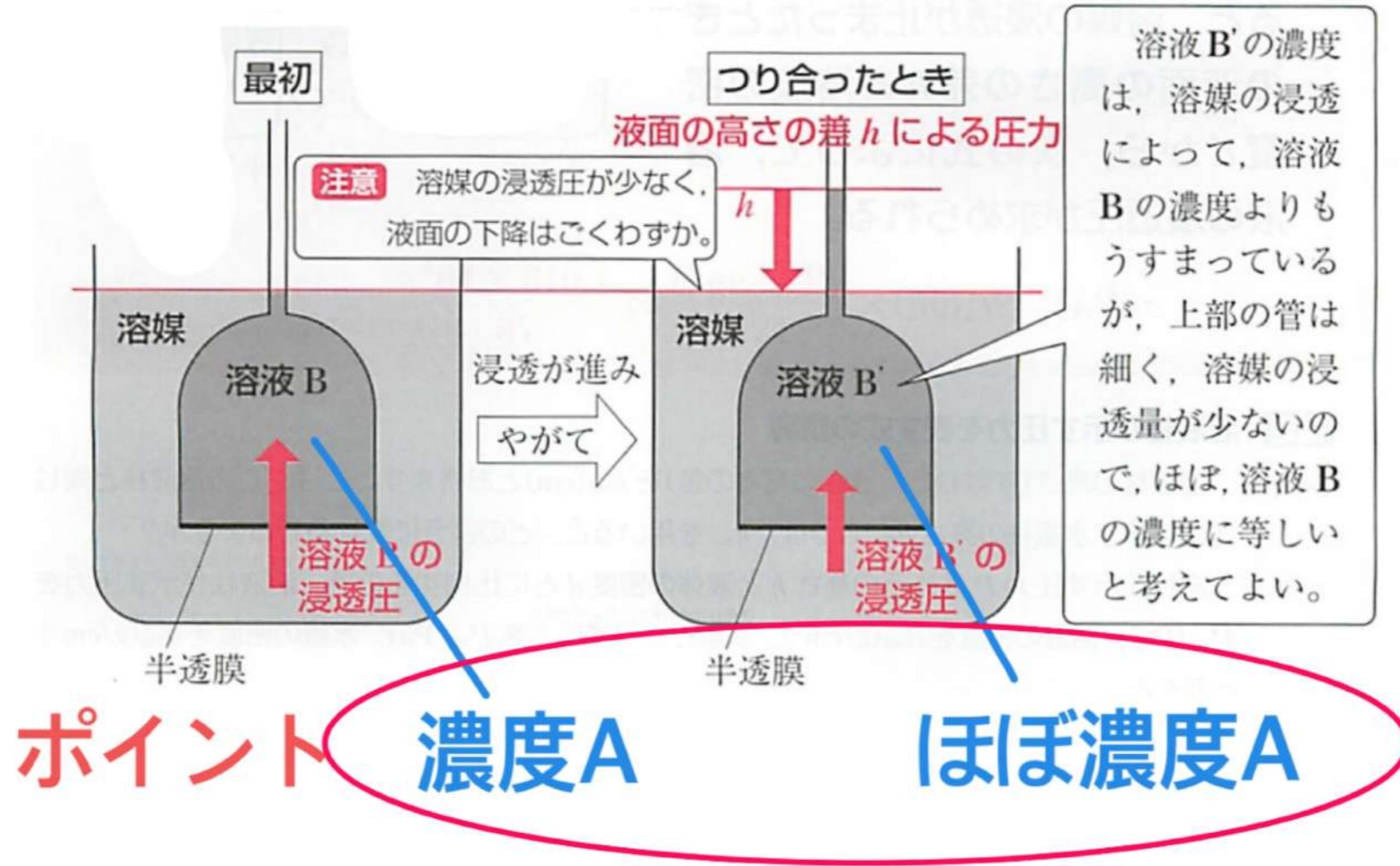
【液面の高さの差から、浸透圧を求める方法】(ペツファーの装置を用いる)





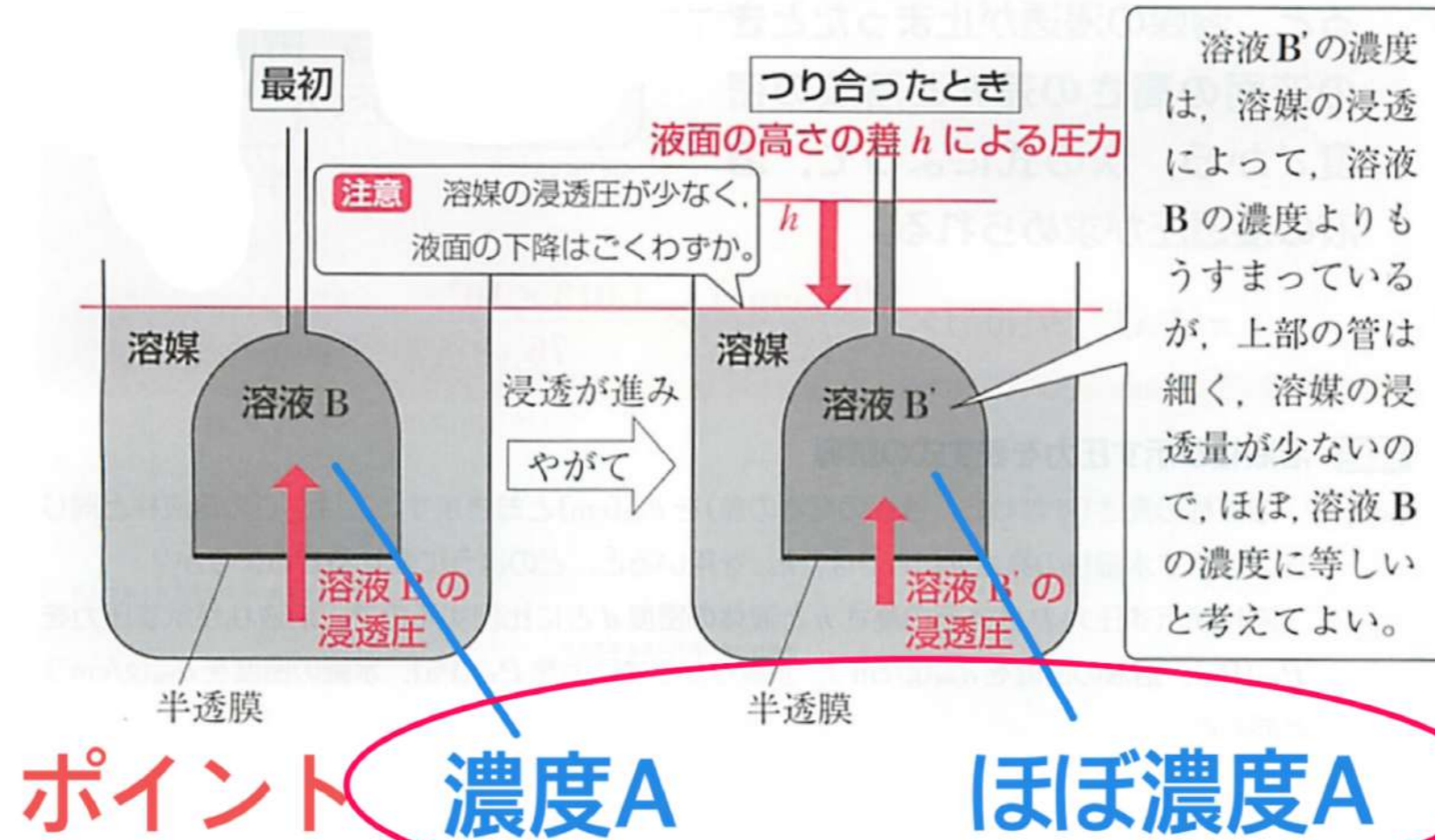
## 次に多く見かける方法

【液面の高さの差から、浸透圧を求める方法】(ペッファアの装置を用いる)



## 次に多く見かける方法

【液面の高さの差から、浸透圧を求める方法】(ペッファアの装置を用いる)



VTR中で解説します。



**[学習2]** 浸透圧を求める実験について、簡単に説明できますか？

① 実験装置の概略は？

② データの整理方法

**液面差を圧力に換算する式**

$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [mm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760}$$

$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [cm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{76}$$

●U字管の中央に半透膜をおき、一方に溶液、他方に溶液と同体積の溶媒をおいたところ、浸透によって両液面に差が生じた。この液面差を  $h$  [cm] とすると、浸透圧は次のように求められる。ただし、溶液の密度を  $d_{aq}$ 、水銀の密度を  $d_{Hg}$  とおくものとする。

この溶液柱の液面差(cm)を水銀柱の液面差(cm)に置き換えると、

水銀柱の液面差 =  cm

水銀柱は760mm (=76cm) が大気圧 (=  $1.0 \times 10^5$  Pa) に相当するので、

液面差の示す圧力 =  =  Pa  
(すなわち、浸透圧)

●U字管の中央に半透膜をおき、一方に溶液、他方に溶液と同体積の溶媒をおいたところ、浸透によって両液面に差が生じた。この液面差を  $h$  [cm] とすると、浸透圧は次のように求められる。ただし、溶液の密度を  $d_{aq}$ 、水銀の密度を  $d_{Hg}$  とおくものとする。

この溶液柱の液面差 (cm) を水銀柱の液面差 (cm) に置き換えると、

$$\text{水銀柱の液面差} = h \times \frac{d_{aq}}{d_{Hg}} \text{ cm}$$

水銀柱は 760mm (=76cm) が大気圧 (=  $1.0 \times 10^5$  Pa) に相当するので、

$$\text{液面差の示す圧力} = \boxed{\phantom{h \times \frac{d_{aq}}{d_{Hg}} \times 10^5}} = \boxed{\phantom{h \times \frac{d_{aq}}{d_{Hg}} \times 10^5}} \text{ Pa}$$

(すなわち、浸透圧)

●U字管の中央に半透膜をおき、一方に溶液、他方に溶液と同体積の溶媒をおいたところ、浸透によって両液面に差が生じた。この液面差を  $h$  [cm] とすると、浸透圧は次のように求められる。ただし、溶液の密度を  $d_{aq}$ 、水銀の密度を  $d_{Hg}$  とおくものとする。

この溶液柱の液面差(cm)を水銀柱の液面差(cm)に置き換えると、

$$\text{水銀柱の液面差} = h \times \frac{d_{aq}}{d_{Hg}} \text{ cm}$$

水銀柱は760mm (=76cm) が大気圧 (=  $1.0 \times 10^5$  Pa) に相当するので、

$$\text{液面差の示す圧力} = h \times \frac{d_{aq}}{d_{Hg}} \times \frac{1.0 \times 10^5}{76} = \text{Pa}$$

(すなわち、浸透圧)

●U字管の中央に半透膜をおき、一方に溶液、他方に溶液と同体積の溶媒をおいたところ、浸透によって両液面に差が生じた。この液面差を  $h$  [cm] とすると、浸透圧は次のように求められる。ただし、溶液の密度を  $d_{aq}$ 、水銀の密度を  $d_{Hg}$  とおくものとする。

この溶液柱の液面差(cm)を水銀柱の液面差(cm)に置き換えると、

$$\text{水銀柱の液面差} = h \times \frac{d_{aq}}{d_{Hg}} \text{ cm}$$

水銀柱は760mm (=76cm) が大気圧 (=  $1.0 \times 10^5$  Pa) に相当するので、

$$\text{液面差の示す圧力} = h \times \frac{d_{aq}}{d_{Hg}} \times \frac{1.0 \times 10^5}{76} = \frac{d_{aq} \cdot h}{76 d_{Hg}} \times 10^5 \text{ Pa}$$

(すなわち、浸透圧)

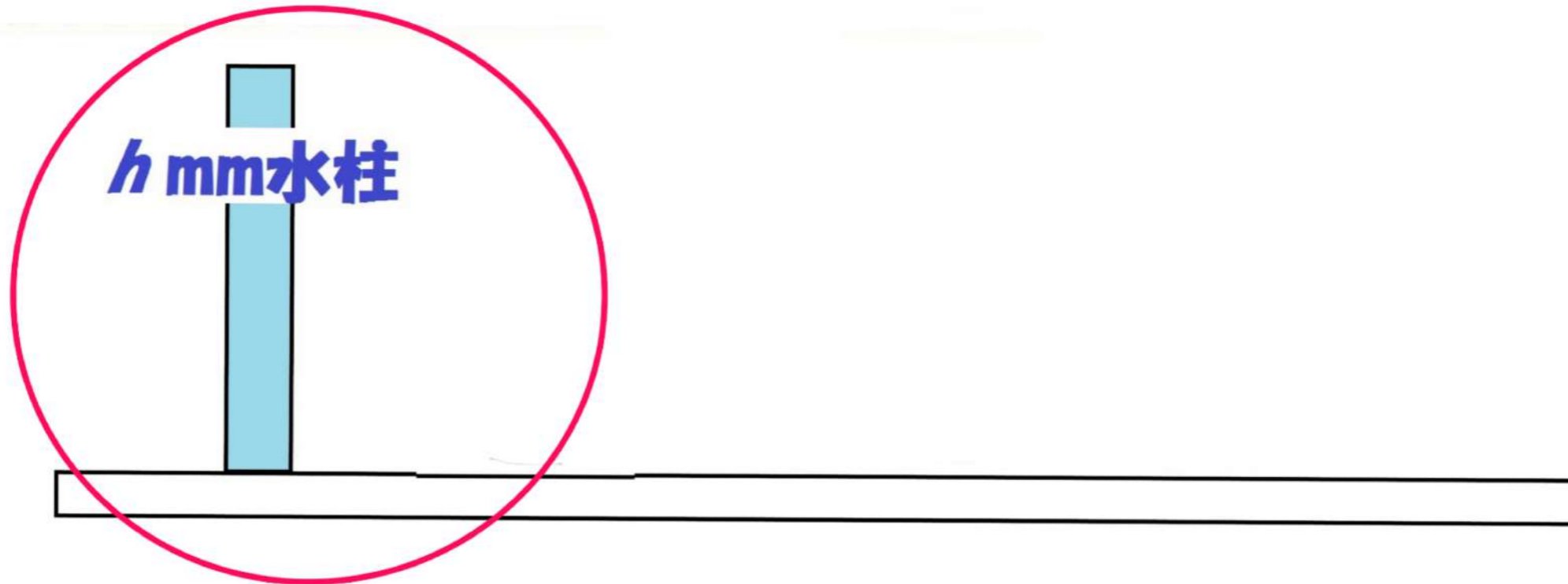


繰り返します！❤

液面差を圧力に換算する式

超近似計算式;  $9.8 h$

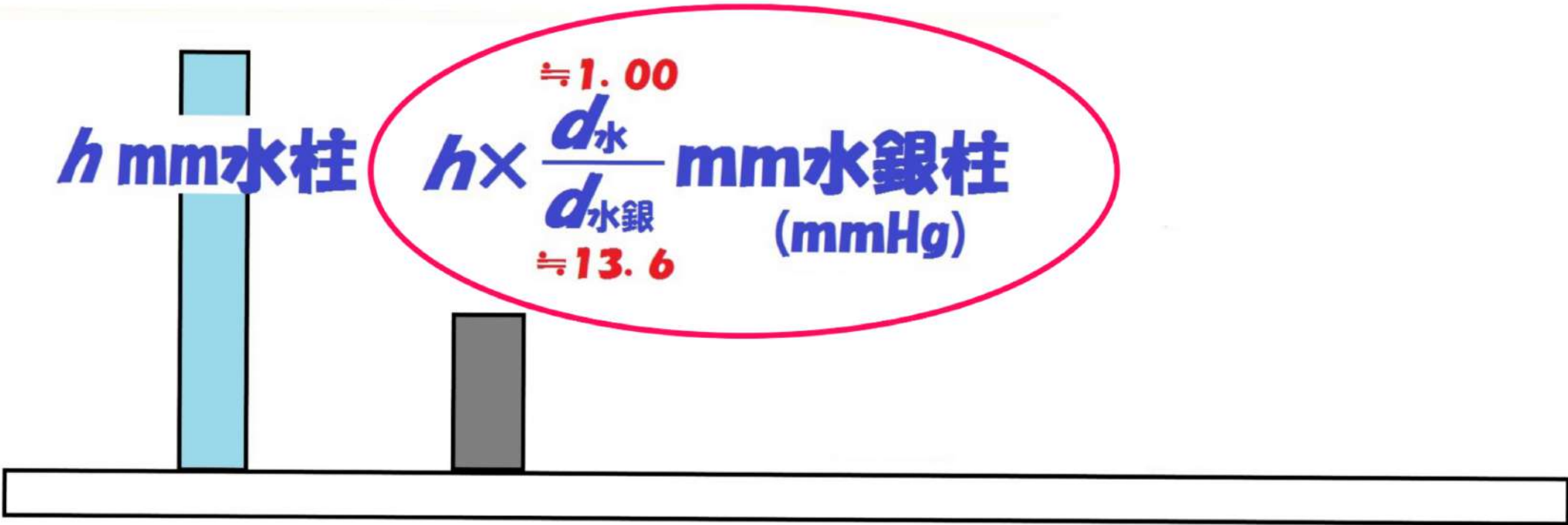
$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [mm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760}$$



液面差を圧力に換算する式

超近似計算式;  $9.8 h$

$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [mm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760}$$



$h \text{ mm}$  水柱

$$h \times \frac{d_{\text{水}}}{d_{\text{水銀}}} \text{ mm}$$

水銀柱 (mmHg)

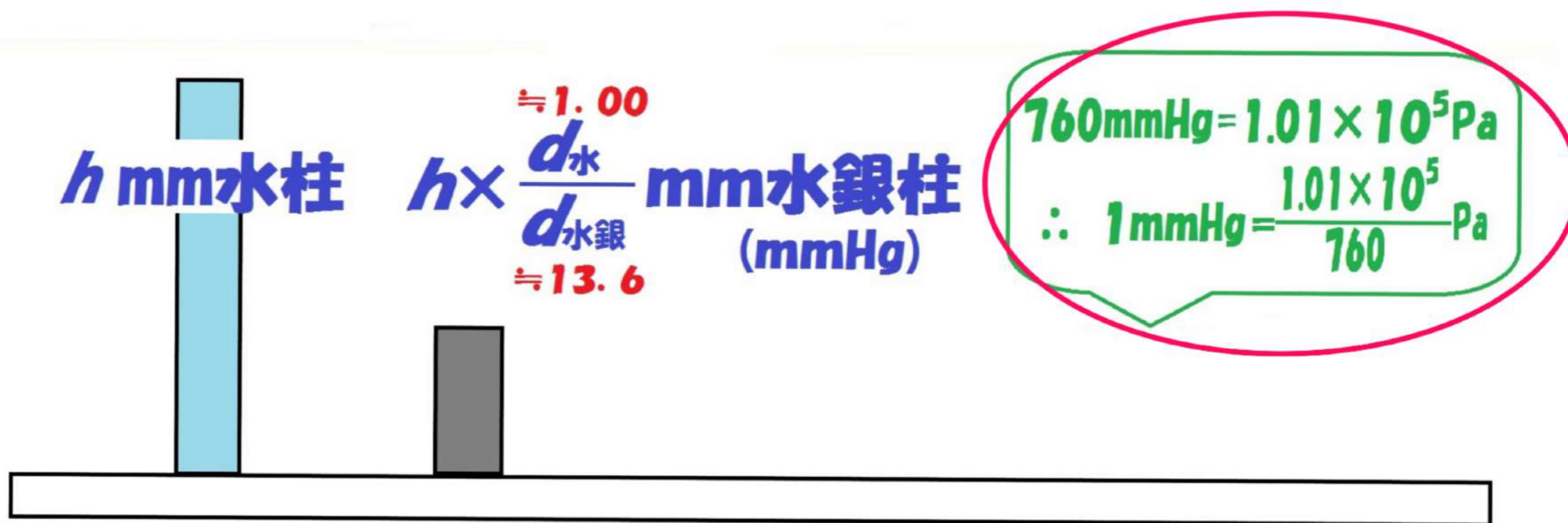
$\approx 1.00$

$\approx 13.6$

液面差を圧力に換算する式

超近似計算式 ;  $9.8 h$

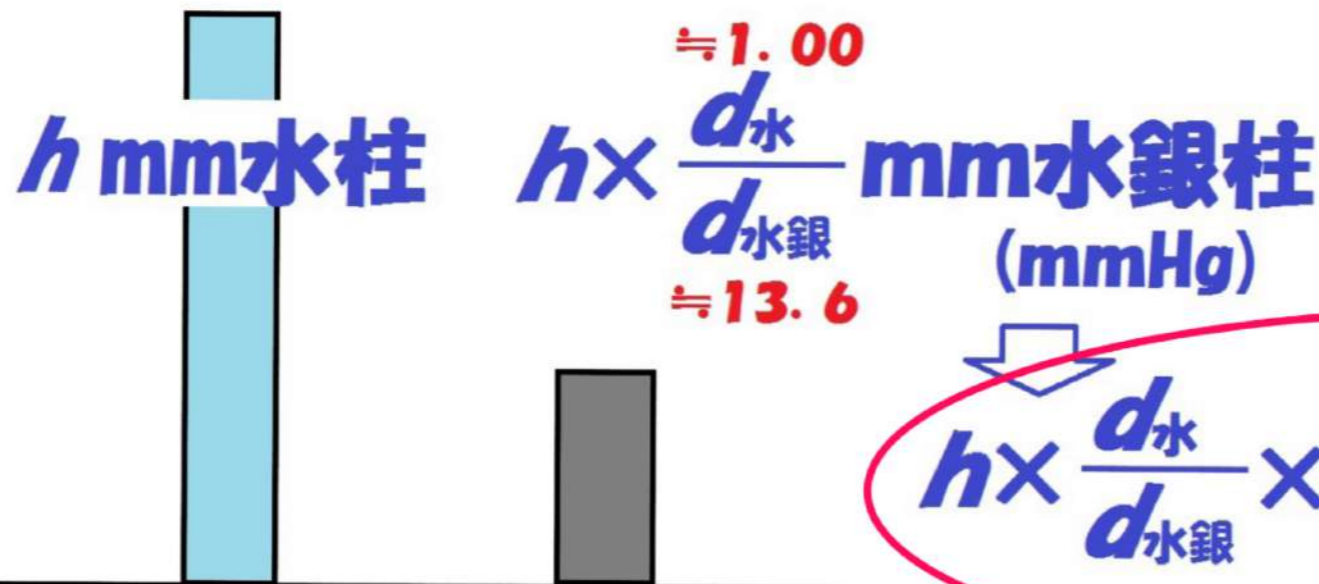
$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [mm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760}$$



液面差を圧力に換算する式

超近似計算式;  $9.8 h$

$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [mm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760}$$



$$760 \text{ mmHg} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$$
$$\therefore 1 \text{ mmHg} = \frac{1.01 \times 10^5}{760} \text{ Pa}$$

$$h \times \frac{d_{\text{水}}}{d_{\text{水銀}}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760} \text{ Pa}$$

液面差を圧力に換算する式

超近似計算式;  $9.8h$

$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [mm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760}$$

$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [cm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{76}$$

超近似計算式;  $9.8h$

$h$  cm水柱

$$h \times \frac{d_{\text{水}}}{d_{\text{水銀}}} \text{ cm水銀柱 (cmHg)}$$

$\approx 1.00$   
 $\approx 13.6$

$$76 \text{ cmHg} = 1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\therefore 1 \text{ cmHg} = \frac{1.01 \times 10^5}{76} \text{ Pa}$$

$$h \times \frac{d_{\text{水}}}{d_{\text{水銀}}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{76} \text{ Pa}$$

# 大胆な計算方法ですが(●≧□≦)の〇))

液面差を圧力に換算する式	超近似計算式 ; $9.8 h$
液面差の示す圧力 (Pa) = $h$ [mm] $\times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760}$	
<hr/>	
液面差の示す圧力 (Pa) = $h$ [cm] $\times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{76}$	超近似計算式 ; $98 h$

$$d_{\text{水}} \doteq 1.00$$

$$d_{\text{水銀}} \doteq 13.6$$

# 大胆な計算方法ですが(●≧□≦)の))

より詳細には9.77h

液面差を圧力に換算する式	超近似計算式; 9.8h
液面差の示す圧力 (Pa) = $h$ [mm] $\times \frac{\text{溶液の密度(g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度(g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760}$	
液面差の示す圧力 (Pa) = $h$ [cm] $\times \frac{\text{溶液の密度(g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度(g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{76}$	超近似計算式; 98h

より詳細には97.7h

$d_{\text{水}} \doteq 1.00$   
 $d_{\text{水銀}} \doteq 13.6$



**[学習3]** 浸透圧の式が誘導できますか？  
電解質などの取り扱いも大丈夫で  
すか？

●浸透圧  $\pi$  [Pa] は、溶液のモル濃度  $C$  [mol/L]、絶対温度  $T$  [K] に比例し、 と立式できる。ここで、溶液の体積を  $V$  [L]、溶質の質量を  $w$  [g]、溶質の分子量(モル質量; g/mol)を  $M$  とおくと

より、

のように、浸透圧の実験結果から溶質の分子量を求めることができる。

●浸透圧  $\pi$  [Pa] は、溶液のモル濃度  $C$  [mol/L]、絶対温度  $T$  [K] に比例し、 $\pi = CRT$  と立式できる。ここで、溶液の体積を  $V$  [L]、溶質の質量を  $w$  [g]、溶質の分子量(モル質量; g/mol)を  $M$  とおくと

より、

のように、浸透圧の実験結果から溶質の分子量を求めることができる。

●浸透圧  $\pi$  [Pa] は、溶液のモル濃度  $C$  [mol/L]、絶対温度  $T$  [K] に比例し、 $\pi = CRT$  と立式できる。ここで、溶液の体積を  $V$  [L]、溶質の質量を  $w$  [g]、溶質の分子量(モル質量; g/mol)を  $M$  とおくと

$$\pi = \frac{\frac{w}{M}}{V} RT$$

より、

のように、浸透圧の実験結果から溶質の分子量を求めることができる。

●浸透圧  $\pi$  [Pa] は、溶液のモル濃度  $C$  [mol/L]、絶対温度  $T$  [K] に比例し、 $\pi = CRT$  と立式できる。ここで、溶液の体積を  $V$  [L]、溶質の質量を  $w$  [g]、溶質の分子量(モル質量; g/mol)を  $M$  とおくと

$$\pi = \frac{\frac{w}{M}}{V} RT \quad \text{より、} \quad M = \frac{wRT}{\pi V}$$

のように、浸透圧の実験結果から溶質の分子量を求めることができる。

繰り返します！❤

van't Hoff's law

ファンツホッフの法則

van't Hoff's law of osmotic pressure

(ファンツホッフの浸透圧の法則)

$$\Pi = CRT \quad (R \text{ は気体定数})$$

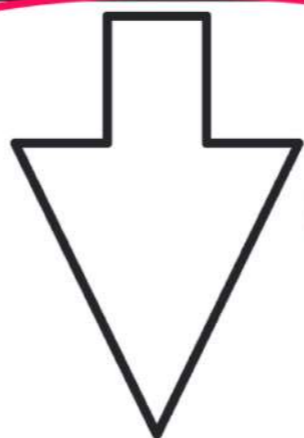
van't Hoff's law

ファンツホッフの法則

van't Hoff's law of osmotic pressure

(ファンツホッフの浸透圧の法則)

$$\Pi = CRT \quad (R \text{ は気体定数})$$



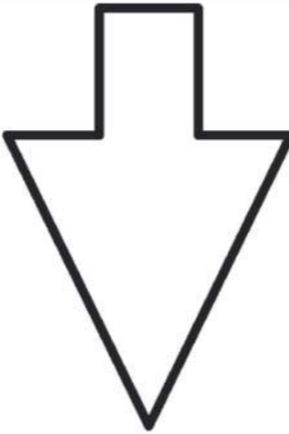
$$C = \frac{n}{V}$$

$$\Pi V = nRT \quad (R \text{ は気体定数})$$



van't Hoff's law  
ファントホッフの法則 (ファントホッフの浸透圧の法則)  
van't Hoff's law of osmotic pressure

$$\Pi = CRT \quad (R \text{ は気体定数})$$


$$C = \frac{n}{V}$$

$$\Pi V = nRT \quad (R \text{ は気体定数})$$

ただし、電離や会合の効果を考慮する必要がある！

van't Hoff's law  
ファントホッフの法則 (ファントホッフの浸透圧の法則)

van't Hoff's law of osmotic pressure

$$\Pi = CRT \quad (R \text{ は気体定数})$$

$$C = \frac{n}{V}$$

$$\Pi V = nRT \quad (R \text{ は気体定数})$$

ただし、電離や会合の効果を考慮する必要がある！

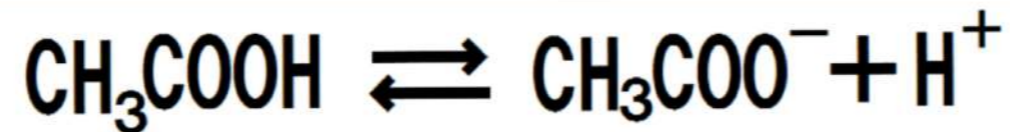
液面差を圧力に換算する式

$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [mm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{760}$$

$$\text{液面差の示す圧力 (Pa)} = h \text{ [cm]} \times \frac{\text{溶液の密度 (g/cm}^3\text{)}}{\text{水銀の密度 (g/cm}^3\text{)}} \times \frac{1.01 \times 10^5}{76}$$

**[学習3]** 浸透圧の式が誘導できますか？  
電解質などの取り扱いも大丈夫で  
すか？

## 【水溶液中での酢酸の電離の様子】



電離前	$C$	$0$	$0$	計 $C$
電離	$-C\alpha$	$+C\alpha$	$+C\alpha$	
平衡時	$C - C\alpha$	$C\alpha$	$C\alpha$	合計で $C(1 + \alpha)$

電離によって、溶質の物質質量（濃度）は、

$1 + \alpha$  倍になった。

### 【水溶液中での酢酸の電離の様子】

$$\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$$

電離前	$C$	$0$	$0$	計 $C$
電離	$-C\alpha$	$+C\alpha$	$+C\alpha$	
平衡時	$C - C\alpha$	$C\alpha$	$C\alpha$	合計で $C(1+\alpha)$

電離によって、溶質の物質質量(濃度)は、

1+ $\alpha$  倍になった。

$$2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons (\text{CH}_3\text{COOH})_2$$

会合前	$C$	$0$	計 $C$
会合	$-C\beta$	$+\frac{1}{2}C\beta$	
平衡時	$C - C\beta$	$\frac{1}{2}C\beta$	合計で $C(1 - \frac{1}{2}\beta)$

会合によって、溶質の物質質量(濃度)は、

1 -  $\frac{1}{2}\beta$  倍になった。

### 【ベンゼン溶液中での酢酸の会合の様子】

## 浸透圧【例題 1, 2】

### 【例題 1】高分子化合物の分子量測定①

1.37 g のタンパク質を含む水溶液 100 mL と純水を半透膜を隔てて容器に入れる。ただし、実験は  $1.01 \times 10^5$  Pa (大気圧),  $27^\circ\text{C}$  で行う。実験で浸透圧が 8.0 mmHg のとき、タンパク質の分子量を求めよ。数値は有効数字 2 桁まで求めること。

ただし、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。 筑波大学

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$

#### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

より,  $M = 3.20 \times 10^4$

## 浸透圧【例題 1, 2】

### 【例題 1】 高分子化合物の分子量測定①

1.37 g のタンパク質を含む水溶液 100 mL と純水を半透膜を隔てて容器に入れる。ただし、実験は  $1.01 \times 10^5$  Pa (大気圧),  $27^\circ\text{C}$  で行う。実験で浸透圧が 8.0 mmHg のとき、タンパク質の分子量を求めよ。数値は有効数字 2 桁まで求めること。

ただし、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。

筑波大学

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$1.01 \times 10^5 \times \frac{8.0}{760}$					

#### STEP 2 式を選択と代入

を用いる。

より,  $M = 3.20 \times 10^4$

## 浸透圧【例題 1, 2】

### 【例題 1】 高分子化合物の分子量測定①

1.37 g のタンパク質を含む水溶液 100 mL と純水を半透膜を隔てて容器に入れる。ただし、実験は  $1.01 \times 10^5$  Pa (大気圧),  $27^\circ\text{C}$  で行う。実験で浸透圧が 8.0 mmHg のとき、タンパク質の分子量を求めよ。数値は有効数字 2 桁まで求めること。

ただし、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。

筑波大学

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$1.01 \times 10^5 \times \frac{8.0}{760}$	$\frac{100}{1000}$				

#### STEP 2 式を選択と代入

を用いる。

より,  $M = 3.20 \times 10^4$



## 浸透圧【例題 1, 2】

### 【例題 1】 高分子化合物の分子量測定①

1.37 g のタンパク質を含む水溶液 100 mL と純水を半透膜を隔てて容器に入れる。ただし、実験は  $1.01 \times 10^5$  Pa (大気圧),  $27^\circ\text{C}$  で行う。実験で浸透圧が 8.0 mmHg のとき、タンパク質の分子量を求めよ。数値は有効数字 2 桁まで求めること。

ただし、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。

筑波大学

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$1.01 \times 10^5 \times \frac{8.0}{760}$	$\frac{100}{1000}$	未知			

#### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

より,  $M = 3.20 \times 10^4$

## 浸透圧【例題 1, 2】

### 【例題 1】 高分子化合物の分子量測定①

1.37 g のタンパク質を含む水溶液 100 mL と純水を半透膜を隔てて容器に入れる。ただし、実験は  $1.01 \times 10^5$  Pa (大気圧),  $27^\circ\text{C}$  で行う。実験で浸透圧が 8.0 mmHg のとき、タンパク質の分子量を求めよ。数値は有効数字 2 桁まで求めること。

ただし、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。

筑波大学

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$1.01 \times 10^5 \times \frac{8.0}{760}$	$\frac{100}{1000}$	未知	1.37		

#### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

より,  $M = 3.20 \times 10^4$

## 浸透圧【例題 1, 2】

### 【例題 1】 高分子化合物の分子量測定①

1.37 g のタンパク質を含む水溶液 100 mL と純水を半透膜を隔てて容器に入れる。ただし、実験は  $1.01 \times 10^5$  Pa (大気圧),  $27^\circ\text{C}$  で行う。実験で浸透圧が 8.0 mmHg のとき、タンパク質の分子量を求めよ。数値は有効数字 2 桁まで求めること。

ただし、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。

筑波大学

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$1.01 \times 10^5 \times \frac{8.0}{760}$	$\frac{100}{1000}$	未知	1.37	273 + 27	/

#### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

より,  $M = 3.20 \times 10^4$

## 浸透圧【例題 1, 2】

### 【例題 1】 高分子化合物の分子量測定①

1.37 g のタンパク質を含む水溶液 100 mL と純水を半透膜を隔てて容器に入れる。ただし、実験は  $1.01 \times 10^5$  Pa (大気圧),  $27^\circ\text{C}$  で行う。実験で浸透圧が 8.0 mmHg のとき、タンパク質の分子量を求めよ。数値は有効数字 2 桁まで求めること。

ただし、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。 筑波大学

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$1.01 \times 10^5 \times \frac{8.0}{760}$	$\frac{100}{1000}$	未知	1.37	$273 + 27$	

#### STEP 2 式の選択と代入

$$\Pi V = \frac{w}{M} \times RT$$
 を用いる。

より,  $M = 3.20 \times 10^4$

## 浸透圧【例題 1, 2】

### 【例題 1】 高分子化合物の分子量測定①

1.37 g のタンパク質を含む水溶液 100 mL と純水を半透膜を隔てて容器に入れる。ただし、実験は  $1.01 \times 10^5$  Pa (大気圧),  $27^\circ\text{C}$  で行う。実験で浸透圧が 8.0 mmHg のとき、タンパク質の分子量を求めよ。数値は有効数字 2 桁まで求めること。

ただし、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3$  Pa·L/(K·mol) とする。 筑波大学

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$1.01 \times 10^5 \times \frac{8.0}{760}$	$\frac{100}{1000}$	未知	1.37	$273 + 27$	

#### STEP 2 式の種類と代入

$$\Pi V = \frac{w}{M} \times RT \quad \text{を用いる。}$$

$$1.01 \times 10^5 \times \frac{8.0}{760} \times \frac{100}{1000} = \frac{1.37}{M} \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 27)$$

より、 $M = 3.20 \times 10^4$

**[学習4]** 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】

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

【浸透圧法】

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

どちらも分子量測定法として利用出来る。

【凝固点降下法】

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

【浸透压法】

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



【凝固点降下法】

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

分子量が大きくなると温度変化が  
小さくなるが...

【浸透圧法】

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

分子量が大きくなると浸透圧が  
小さくなるが...

### 【凝固点降下法】

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

分子量が大きくなると温度変化が  
小さくなるが...

↓ 小さくなると  
温度変化は測定が難しい。

### 【浸透圧法】

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

分子量が大きくなると浸透圧が  
小さくなるが...

↓ 小さくなくても  
圧力の測定は比較的容易。

【凝固点降下法】

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

分子量が大きくなると温度変化が  
小さくなるが...



温度変化は測定が難しい。



高分子試料における  
分子量測定は難しい。

【浸透圧法】

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

分子量が大きくなると浸透圧が  
小さくなるが...



圧力の測定は比較的容易。



高分子試料においても  
分子量測定は比較的容易。

### 【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

### 浸透圧【例題 2, 3】

#### STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80 mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題 2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$					

〈溶液 B(希釈後)について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題 2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$				/

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
					/

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題 2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知			

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題 2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00		/

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
					/



【例題 2】高分子化合物の分子量測定②

【例題 2】高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題 2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
					/

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題 2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80 mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B(希釈後)について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$					/

【例題 2】高分子化合物の分子量測定②

【例題 2】高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題 2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B(希釈後)について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$				/

【例題2】高分子化合物の分子量測定②

【例題2】高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342) 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80 mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	342	—	—	/

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

【例題 2】 高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題 2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B(希釈後)について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	342	0.080	-	/

【例題 2】高分子化合物の分子量測定②

【例題 2】高分子化合物の分子量測定②

卵白から精製した水溶性タンパク質のアルブミン 10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 A と、スクロース(ショ糖;分子量 342)10.00 g を純水に溶かして 100 mL にした溶液 B がある。まず、溶液 A の浸透圧を測定し、ある値を得た。次に溶液 B の一部をとり純水で希釈しながら浸透圧を測定していったところ、溶液 B の 0.80 mL に純水を加えて 100 mL にした溶液が溶液 A と同じ浸透圧を示した。

問 浸透圧の測定結果から、ここで使用したアルブミンの分子量を求めよ。計算結果は四捨五入して、有効数字 2 桁で示せ。

長崎大学

浸透圧【例題 2, 3】

STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B(希釈後)について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	342	0.080	$T_0$	/

## 浸透圧【例題 2, 3】

### STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	342	0.080	$T_0$	/

### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

〈溶液 A について〉

……(I 式)

〈溶液 B (希釈後) について〉

……(II 式)

(I 式) / (II 式) を行くと、 $1 = \frac{10.00}{M} \times \frac{342}{0.080}$  より、 $M = 4.27 \times 10^4$  となる。

## 浸透圧【例題 2, 3】

### STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	342	0.080	$T_0$	/

### STEP 2 式を選択と代入

$$\Pi V = \frac{w}{M} \times RT \quad \text{を用いる。}$$

〈溶液 A について〉

……(I 式)

〈溶液 B (希釈後) について〉

……(II 式)

$\frac{\text{(I 式)}}{\text{(II 式)}}$  を行くと、 $1 = \frac{10.00}{M} \times \frac{342}{0.080}$  より、 $M = 4.27 \times 10^4$  となる。



## 浸透圧【例題 2, 3】

### STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	V(L)	M(g/mol)	w(g)	T(K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	342	0.080	$T_0$	/

### STEP 2 式の種類と代入

$$\Pi V = \frac{w}{M} \times RT \quad \text{を用いる。}$$

〈溶液 A について〉

$$\Pi_A \times \frac{100}{1000} = \frac{10.00}{M} \times RT_0 \quad \dots\dots \text{(I 式)}$$

〈溶液 B (希釈後) について〉

$$\dots\dots \text{(II 式)}$$

$\frac{\text{(I 式)}}{\text{(II 式)}}$  を行くと、 $1 = \frac{10.00}{M} \times \frac{342}{0.080}$  より、 $M = 4.27 \times 10^4$  となる。

## 浸透圧【例題 2, 3】

### STEP 1 情報の整理

溶液 B 0.80mL 中にはスクロースが  $10.00 \times \frac{0.80}{100} = 0.080$  (g) 含まれている。

〈溶液 A について〉

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	未知	10.00	$T_0$	/

〈溶液 B (希釈後) について〉

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$\Pi_A$	$\frac{100}{1000}$	342	0.080	$T_0$	/

### STEP 2 式の種類と代入

$$\Pi V = \frac{w}{M} \times RT \quad \text{を用いる。}$$

〈溶液 A について〉

$$\Pi_A \times \frac{100}{1000} = \frac{10.00}{M} \times RT_0 \quad \dots\dots \text{(I 式)}$$

〈溶液 B (希釈後) について〉

$$\Pi_A \times \frac{100}{1000} = \frac{0.080}{342} \times RT_0 \quad \dots\dots \text{(II 式)}$$

$\frac{\text{(I 式)}}{\text{(II 式)}}$  を行くと、 $1 = \frac{10.00}{M} \times \frac{342}{0.080}$  より、 $M = 4.27 \times 10^4$  となる。

### 【例題3】逆浸透法

中東諸国や離島では、海水から淡水を得るのに逆浸透法が使われている。この方法では、半透膜を隔てて海水側に浸透圧よりも高い圧力をかける。27°Cの海水1 Lから110 mLの淡水をこの方法で得るためには、少なくとも何 Pa の圧力をかける必要があるか。ただし、海水は3.3%の塩化ナトリウムだけを含み、塩化ナトリウムは完全電離し、淡水を得る過程では海水の密度は $1.02 \text{ g/cm}^3$  (27°C) で一定である。また、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、原子量は  $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$  とする。解答は有効数字2桁で答えよ。

早稲田

### 浸透圧【例題3, 4】

残った海水の量に注意しなければいけません。『海水1 Lから110 mLの淡水』をこの方法で得るためには、『残った海水890 mL』が示す浸透圧よりも高い圧力をかける必要があります。

#### STEP 1 情報の整理

海水1 L中には、 の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水890 mL中にも、同質量含まれている。

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$

### 【例題 3】逆浸透法

中東諸国や離島では、海水から淡水を得るのに逆浸透法が使われている。この方法では、半透膜を隔てて海水側に浸透圧よりも高い圧力をかける。27°Cの海水 1 L から 110 mL の淡水をこの方法で得るためには、少なくとも何 Pa の圧力をかける必要があるか。ただし、海水は 3.3% の塩化ナトリウムだけを含み、塩化ナトリウムは完全電離し、淡水を得る過程では海水の密度は  $1.02 \text{ g/cm}^3$  (27°C) で一定である。また、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、原子量は  $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$  とする。解答は有効数字 2 桁で答えよ。

早稲田

### 浸透圧【例題 3, 4】

残った海水の量に注意しなければいけません。『海水 1 L から 110 mL の淡水』をこの方法で得るためには、『残った海水 890 mL』が示す浸透圧よりも高い圧力をかける必要があります。

#### STEP 1 情報の整理

海水 1 L 中には、 $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水 890 mL 中にも、同質量含まれている。

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$

### 【例題 3】逆浸透法

中東諸国や離島では、海水から淡水を得るのに逆浸透法が使われている。この方法では、半透膜を隔てて海水側に浸透圧よりも高い圧力をかける。27°Cの海水 1 L から 110 mL の淡水をこの方法で得るためには、少なくとも何 Pa の圧力をかける必要があるか。ただし、海水は 3.3% の塩化ナトリウムだけを含み、塩化ナトリウムは完全電離し、淡水を得る過程では海水の密度は  $1.02 \text{ g/cm}^3$  (27°C) で一定である。また、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、原子量は  $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$  とする。解答は有効数字 2 桁で答えよ。

早稲田

### 浸透圧【例題 3, 4】

残った海水の量に注意しなければいけません。『海水 1 L から 110 mL の淡水』をこの方法で得るためには、『残った海水 890 mL』が示す浸透圧よりも高い圧力をかける必要があります。

#### STEP 1 情報の整理

海水 1 L 中には、 $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水 890 mL 中にも、同質量含まれている。

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$\Pi$					

### 【例題3】逆浸透法

中東諸国や離島では、海水から淡水を得るのに逆浸透法が使われている。この方法では、半透膜を隔てて海水側に浸透圧よりも高い圧力をかける。27°Cの海水1 Lから110 mLの淡水をこの方法で得るためには、少なくとも何 Pa の圧力をかける必要があるか。ただし、海水は3.3%の塩化ナトリウムだけを含み、塩化ナトリウムは完全電離し、淡水を得る過程では海水の密度は1.02 g/cm<sup>3</sup>(27°C)で一定である。また、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、原子量は  $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$  とする。解答は有効数字2桁で答えよ。

早稲田

### 浸透圧【例題3, 4】

残った海水の量に注意しなければいけません。『海水1 Lから110 mLの淡水』をこの方法で得るためには、『残った海水890 mL』が示す浸透圧よりも高い圧力をかける必要があります。

#### STEP 1 情報の整理

海水1 L中には、 $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水890 mL中にも、同質量含まれている。

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$\Pi$	$\frac{890}{1000}$				

### 【例題3】逆浸透法

中東諸国や離島では、海水から淡水を得るのに逆浸透法が使われている。この方法では、半透膜を隔てて海水側に浸透圧よりも高い圧力をかける。27°Cの海水1 Lから110 mLの淡水をこの方法で得るためには、少なくとも何 Pa の圧力をかける必要があるか。ただし、海水は3.3%の塩化ナトリウムだけを含み、塩化ナトリウムは完全電離し、淡水を得る過程では海水の密度は1.02 g/cm<sup>3</sup>(27°C)で一定である。また、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、原子量は  $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$  とする。解答は有効数字2桁で答えよ。

早稲田

### 浸透圧【例題3, 4】

残った海水の量に注意しなければいけません。『海水1 Lから110 mLの淡水』をこの方法で得るためには、『残った海水890 mL』が示す浸透圧よりも高い圧力をかける必要があります。

#### STEP 1 情報の整理

海水1 L中には、 $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水890 mL中にも、同質量含まれている。

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$\Pi$	$\frac{890}{1000}$	58.5			

### 【例題 3】逆浸透法

中東諸国や離島では、海水から淡水を得るのに逆浸透法が使われている。この方法では、半透膜を隔てて海水側に浸透圧よりも高い圧力をかける。27°Cの海水 1 L から 110 mL の淡水をこの方法で得るためには、少なくとも何 Pa の圧力をかける必要があるか。ただし、海水は 3.3% の塩化ナトリウムだけを含み、塩化ナトリウムは完全電離し、淡水を得る過程では海水の密度は  $1.02 \text{ g/cm}^3$  (27°C) で一定である。また、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、原子量は  $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$  とする。解答は有効数字 2 桁で答えよ。

早稲田

### 浸透圧【例題 3, 4】

残った海水の量に注意しなければいけません。『海水 1 L から 110 mL の淡水』をこの方法で得るためには、『残った海水 890 mL』が示す浸透圧よりも高い圧力をかける必要があります。

#### STEP 1 情報の整理

海水 1 L 中には、 $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水 890 mL 中にも、同質量含まれている。

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$\Pi$	$\frac{890}{1000}$	58.5	33.66		



### 【例題3】逆浸透法

中東諸国や離島では、海水から淡水を得るのに逆浸透法が使われている。この方法では、半透膜を隔てて海水側に浸透圧よりも高い圧力をかける。27°Cの海水1 Lから110 mLの淡水をこの方法で得るためには、少なくとも何 Pa の圧力をかける必要があるか。ただし、海水は3.3%の塩化ナトリウムだけを含み、塩化ナトリウムは完全電離し、淡水を得る過程では海水の密度は1.02 g/cm<sup>3</sup>(27°C)で一定である。また、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ 、原子量は  $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$  とする。解答は有効数字2桁で答えよ。

早稲田

### 浸透圧【例題3, 4】

残った海水の量に注意しなければいけません。『海水1 Lから110 mLの淡水』をこの方法で得るためには、『残った海水890 mL』が示す浸透圧よりも高い圧力をかける必要があります。

#### STEP 1 情報の整理

海水1 L中には、 $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水890 mL中にも、同質量含まれている。

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$\Pi$	$\frac{890}{1000}$	58.5	33.66	273+27	

### 【例題3】逆浸透法

中東諸国や離島では、海水から淡水を得るのに逆浸透法が使われている。この方法では、半透膜を隔てて海水側に浸透圧よりも高い圧力をかける。27°Cの海水1 Lから110 mLの淡水をこの方法で得るためには、少なくとも何 Pa の圧力をかける必要があるか。ただし、海水は3.3%の塩化ナトリウムだけを含み、塩化ナトリウムは完全電離し、淡水を得る過程では海水の密度は1.02 g/cm<sup>3</sup>(27°C)で一定である。また、気体定数  $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、原子量は  $\text{Na} = 23$ 、 $\text{Cl} = 35.5$  とする。解答は有効数字2桁で答えよ。

早稲田

### 浸透圧【例題3, 4】

残った海水の量に注意しなければいけません。『海水1 Lから110 mLの淡水』をこの方法で得るためには、『残った海水890 mL』が示す浸透圧よりも高い圧力をかける必要があります。

#### STEP 1 情報の整理

海水1 L中には、 $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水890 mL中にも、同質量含まれている。

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$\Pi$	$\frac{890}{1000}$	58.5	33.66	273+27	1

**STEP 1 情報の整理**

海水 1 L 中には、 $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水 890 mL 中にも、同質量含まれている。

$\Pi \text{ (Pa)}$	$V \text{ (L)}$	$M \text{ (g/mol)}$	$w \text{ (g)}$	$T \text{ (K)}$	$\alpha$
$\Pi$	$\frac{890}{1000}$	58.5	33.66	273+27	1

**STEP 2 式の種類と代入**

溶質が  $\text{MX} \rightleftharpoons \text{M}^+ + \text{X}^-$  型の電離をする場合

を用いる。

より、 $\Pi = 3.21 \times 10^6 \text{ (Pa)}$

### STEP 1 情報の整理

海水 1 L 中には,  $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水 890 mL 中にも, 同質量含まれている。

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	$M$ (g/mol)	$w$ (g)	$T$ (K)	$\alpha$
$\Pi$	$\frac{890}{1000}$	58.5	33.66	273+27	1

### STEP 2 式の種類と代入

溶質が  $\text{MX} \rightleftharpoons \text{M}^+ + \text{X}^-$  型の電離をする場合

$$\Pi V = \frac{w}{M} \times (1 + \alpha) \times RT \quad \text{を用いる。}$$

より,  $\Pi = 3.21 \times 10^6 \text{ (Pa)}$

**STEP 1 情報の整理**

海水 1 L 中には、 $1000 \times 1.02 \times \frac{3.3}{100} = 33.66 \text{ (g)}$  の塩化ナトリウムが含まれていた。残った海水 890 mL 中にも、同質量含まれている。

$\Pi \text{ (Pa)}$	$V \text{ (L)}$	$M \text{ (g/mol)}$	$w \text{ (g)}$	$T \text{ (K)}$	$\alpha$
$\Pi$	$\frac{890}{1000}$	58.5	33.66	273+27	1

**STEP 2 式の種類と代入**

溶質が  $\text{MX} \rightleftharpoons \text{M}^+ + \text{X}^-$  型の電離をする場合

$$\Pi V = \frac{w}{M} \times (1 + \alpha) \times RT \quad \text{を用いる。}$$

$$\Pi \times \frac{890}{1000} = \frac{33.66}{58.5} \times (1 + 1) \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 27)$$

より、 $\Pi = 3.21 \times 10^6 \text{ (Pa)}$

### 【例題4】非電解質と電解質の混合水溶液

濃度  $n_1$  (mol/L) の不揮発性非電解質の希薄溶液と、濃度  $n_2$  (mol/L) の塩化ナトリウム希薄水溶液を、ある割合で混合して 1 L にした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、 $\pi$  (Pa) であった。混合した非電解質の水溶液は何 L か。ただし、測定温度は  $T$  (K)、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は 1.0 で、気体定数は  $R$  (Pa·L/(K·mol)) とし、問題文中の記号はすべて用いてよい。

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	非電解質 (mol)	NaCl (mol)	$T$ (K)	NaCl の $\alpha$

#### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

を  $V_1$  について整理すると、
$$V_1 = \frac{1}{n_1 - 2n_2} \left( \frac{\pi}{RT} - 2n_2 \right) \text{ (L)}$$

### 【例題4】非電解質と電解質の混合水溶液

濃度  $n_1$  (mol/L) の不揮発性非電解質の希薄溶液と、濃度  $n_2$  (mol/L) の塩化ナトリウム希薄水溶液を、ある割合で混合して 1 L にした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、 $\pi$  (Pa) であった。混合した非電解質の水溶液は何 L か。ただし、測定温度は  $T$  (K)、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は 1.0 で、気体定数は  $R$  (Pa·L/(K·mol)) とし、問題文中の記号はすべて用いてよい。

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	非電解質 (mol)	NaCl (mol)	$T$ (K)	NaCl の $\alpha$
$\pi$					

#### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

を  $V_1$  について整理すると、
$$V_1 = \frac{1}{n_1 - 2n_2} \left( \frac{\pi}{RT} - 2n_2 \right) \text{ (L)}$$

#### 【例題4】非電解質と電解質の混合水溶液

濃度  $n_1$  (mol/L) の不揮発性非電解質の希薄溶液と、濃度  $n_2$  (mol/L) の塩化ナトリウム希薄水溶液を、ある割合で混合して 1 L にした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、 $\pi$  (Pa) であった。混合した非電解質の水溶液は何 L か。ただし、測定温度は  $T$  (K)、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は 1.0 で、気体定数は  $R$  (Pa·L/(K·mol)) とし、問題文中の記号はすべて用いてよい。

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	非電解質 (mol)	NaCl (mol)	$T$ (K)	NaCl の $\alpha$
$\pi$	1				

#### STEP 2 式を選択と代入

を用いる。

を  $V_1$  について整理すると、
$$V_1 = \frac{1}{n_1 - 2n_2} \left( \frac{\pi}{RT} - 2n_2 \right) \text{ (L)}$$



### 【例題4】非電解質と電解質の混合水溶液

濃度  $n_1$  (mol/L) の不揮発性非電解質の希薄溶液と、濃度  $n_2$  (mol/L) の塩化ナトリウム希薄水溶液を、ある割合で混合して 1 L にした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、 $\pi$  (Pa) であった。混合した非電解質の水溶液は何 L か。ただし、測定温度は  $T$  (K)、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は 1.0 で、気体定数は  $R$  (Pa·L/(K·mol)) とし、問題文中の記号はすべて用いてよい。

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	非電解質 (mol)	NaCl (mol)	$T$ (K)	NaCl の $\alpha$
$\pi$	1	$n_1 V_1$			

#### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

を  $V_1$  について整理すると、
$$V_1 = \frac{1}{n_1 - 2n_2} \left( \frac{\pi}{RT} - 2n_2 \right) \text{ (L)}$$

### 【例題4】非電解質と電解質の混合水溶液

濃度  $n_1$  (mol/L) の不揮発性非電解質の希薄溶液と、濃度  $n_2$  (mol/L) の塩化ナトリウム希薄水溶液を、ある割合で混合して 1 L にした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、 $\pi$  (Pa) であった。混合した非電解質の水溶液は何 L か。ただし、測定温度は  $T$  (K)、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は 1.0 で、気体定数は  $R$  (Pa·L/(K·mol)) とし、問題文中の記号はすべて用いてよい。

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	非電解質 (mol)	NaCl (mol)	$T$ (K)	NaCl の $\alpha$
$\pi$	1	$n_1 V_1$	$n_2 (1 - V_1)$		

#### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

を  $V_1$  について整理すると、
$$V_1 = \frac{1}{n_1 - 2n_2} \left( \frac{\pi}{RT} - 2n_2 \right) \text{ (L)}$$

### 【例題4】非電解質と電解質の混合水溶液

濃度  $n_1$  (mol/L) の不揮発性非電解質の希薄溶液と、濃度  $n_2$  (mol/L) の塩化ナトリウム希薄水溶液を、ある割合で混合して 1 L にした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、 $\pi$  (Pa) であった。混合した非電解質の水溶液は何 L か。ただし、測定温度は  $T$  (K)、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は 1.0 で、気体定数は  $R$  (Pa·L/(K·mol)) とし、問題文中の記号はすべて用いてよい。

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	非電解質 (mol)	NaCl (mol)	$T$ (K)	NaCl の $\alpha$
$\pi$	1	$n_1 V_1$	$n_2 (1 - V_1)$	$T$	

#### STEP 2 式の種類と代入

を用いる。

を  $V_1$  について整理すると、
$$V_1 = \frac{1}{n_1 - 2n_2} \left( \frac{\pi}{RT} - 2n_2 \right) \text{ (L)}$$

### 【例題4】非電解質と電解質の混合水溶液

濃度  $n_1$  (mol/L) の不揮発性非電解質の希薄溶液と、濃度  $n_2$  (mol/L) の塩化ナトリウム希薄水溶液を、ある割合で混合して 1 L にした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、 $\pi$  (Pa) であった。混合した非電解質の水溶液は何 L か。ただし、測定温度は  $T$  (K)、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は 1.0 で、気体定数は  $R$  (Pa·L/(K·mol)) とし、問題文中の記号はすべて用いてよい。

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	非電解質 (mol)	NaCl (mol)	$T$ (K)	NaCl の $\alpha$
$\pi$	1	$n_1 V_1$	$n_2 (1 - V_1)$	$T$	1

#### STEP 2 式の選択と代入

を用いる。

を  $V_1$  について整理すると、
$$V_1 = \frac{1}{n_1 - 2n_2} \left( \frac{\pi}{RT} - 2n_2 \right) \text{ (L)}$$

### 【例題4】非電解質と電解質の混合水溶液

濃度  $n_1$  (mol/L) の不揮発性非電解質の希薄溶液と、濃度  $n_2$  (mol/L) の塩化ナトリウム希薄水溶液を、ある割合で混合して 1 L にした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、 $\pi$  (Pa) であった。混合した非電解質の水溶液は何 L か。ただし、測定温度は  $T$  (K)、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は 1.0 で、気体定数は  $R$  (Pa·L/(K·mol)) とし、問題文中の記号はすべて用いてよい。

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	非電解質 (mol)	NaCl (mol)	$T$ (K)	NaCl の $\alpha$
$\pi$	1	$n_1 V_1$	$n_2 (1 - V_1)$	$T$	1

#### STEP 2 式の選択と代入

$$\Pi V = \left\{ \frac{w_1}{M_1} + \frac{w_2}{M_2} \times (1 + \alpha) \right\} \times RT \quad \text{を用いる。}$$

を  $V_1$  について整理すると、
$$V_1 = \frac{1}{n_1 - 2n_2} \left( \frac{\pi}{RT} - 2n_2 \right) \text{ (L)}$$

#### 【例題4】非電解質と電解質の混合水溶液

濃度  $n_1$  (mol/L) の不揮発性非電解質の希薄溶液と、濃度  $n_2$  (mol/L) の塩化ナトリウム希薄水溶液を、ある割合で混合して 1 L にした。この水溶液の浸透圧を測定したところ、 $\pi$  (Pa) であった。混合した非電解質の水溶液は何 L か。ただし、測定温度は  $T$  (K)、水溶液中の塩化ナトリウムの電離度は 1.0 で、気体定数は  $R$  (Pa·L/(K·mol)) とし、問題文中の記号はすべて用いてよい。

#### STEP 1 情報の整理

$\Pi$ (Pa)	$V$ (L)	非電解質 (mol)	NaCl (mol)	$T$ (K)	NaCl の $\alpha$
$\pi$	1	$n_1 V_1$	$n_2 (1 - V_1)$	$T$	1

#### STEP 2 式の種類と代入

$$\Pi V = \left\{ \frac{w_1}{M_1} + \frac{w_2}{M_2} \times (1 + \alpha) \right\} \times RT \quad \text{を用いる。}$$

$$\pi \times 1 = \{ n_1 V_1 + n_2 (1 - V_1) \times (1 + 1) \} \times RT$$

を  $V_1$  について整理すると、 $V_1 = \frac{1}{n_1 - 2n_2} \left( \frac{\pi}{RT} - 2n_2 \right)$  (L)

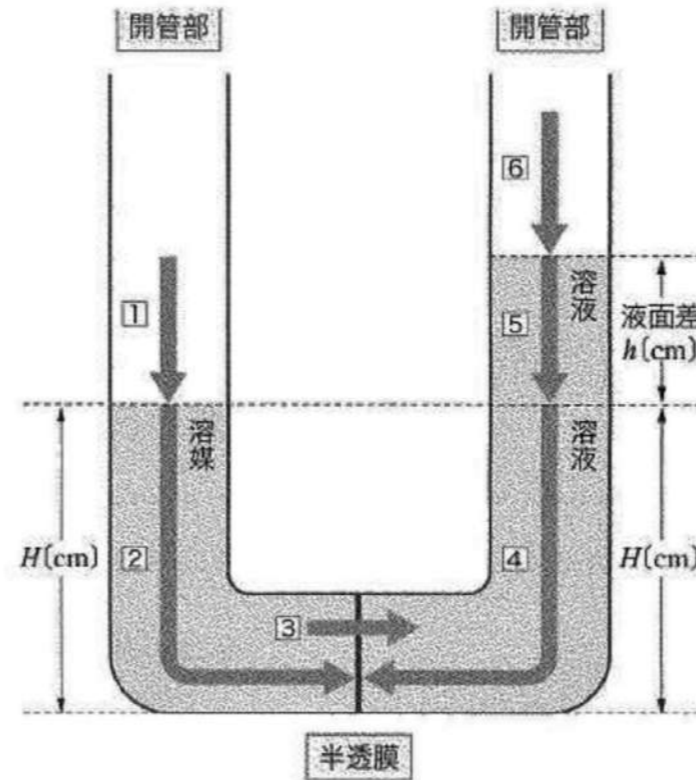
### 液面差の示す圧力と浸透圧の釣り合い

図中に矢印で示したように、半透膜には、溶媒側から、大気圧 (①)、高さ  $H$  の溶媒柱が示す圧力 (②)、溶媒が溶液側に浸透しようとする圧力 (③) 図の左側 がかかっています。また、溶液側から、高さ  $H$  の溶液柱が示す圧力 (④)、高さ  $h$  の液面差部分の溶液柱が示す圧力 (⑤) 図の右側、大気圧 (⑥) がかかっています。溶媒側からの圧力の合計と溶液側からの圧力の合計は釣り合っていますから、①～⑥の間には、

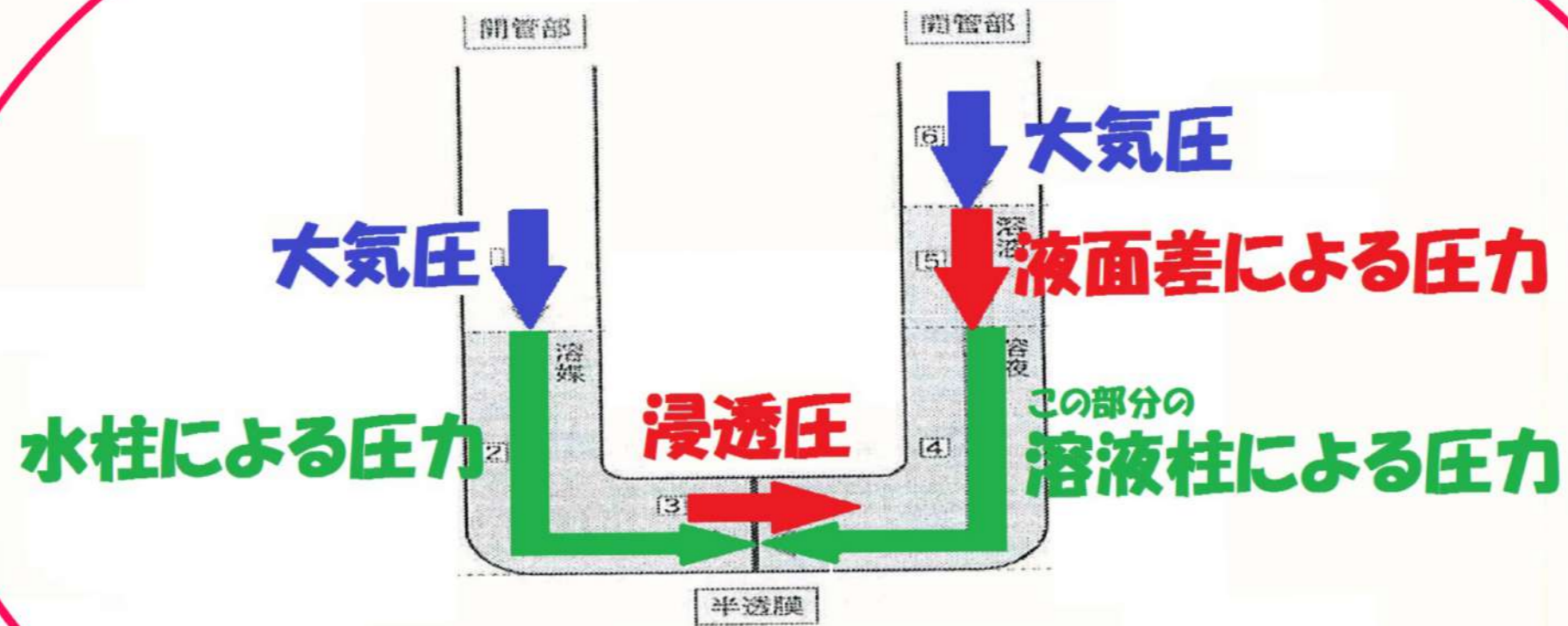
$$\text{①} + \text{②} + \text{③} = \text{④} + \text{⑤} + \text{⑥}$$

という関係があります。ただし、①と⑥は大気圧であり (①=⑥としてよい)、希薄溶液の密度は溶媒の密度にほぼ等しいと考えられます (② $\approx$ ④)。よって、上式は次式のように近似できます。

$$\text{③} \approx \text{⑤}$$



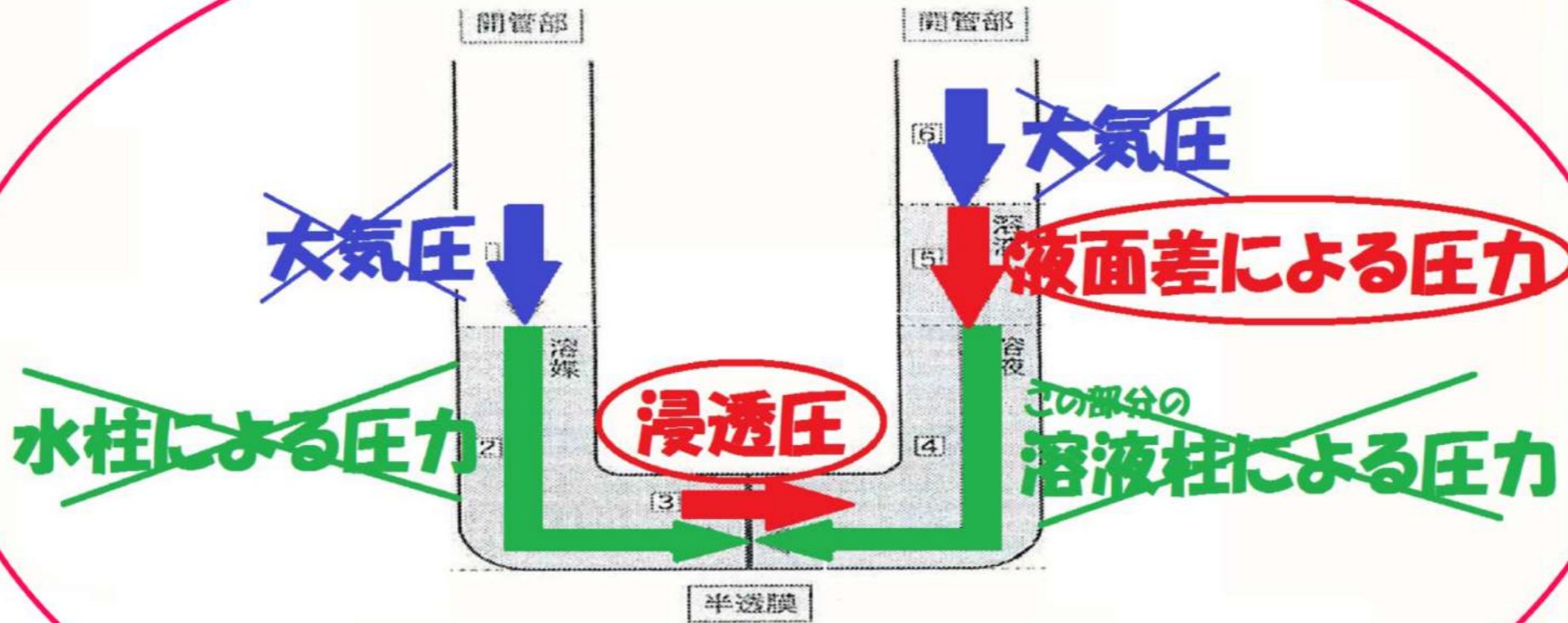
液面差の示す圧力と浸透圧の釣り合い



実際にかかっている圧力は？

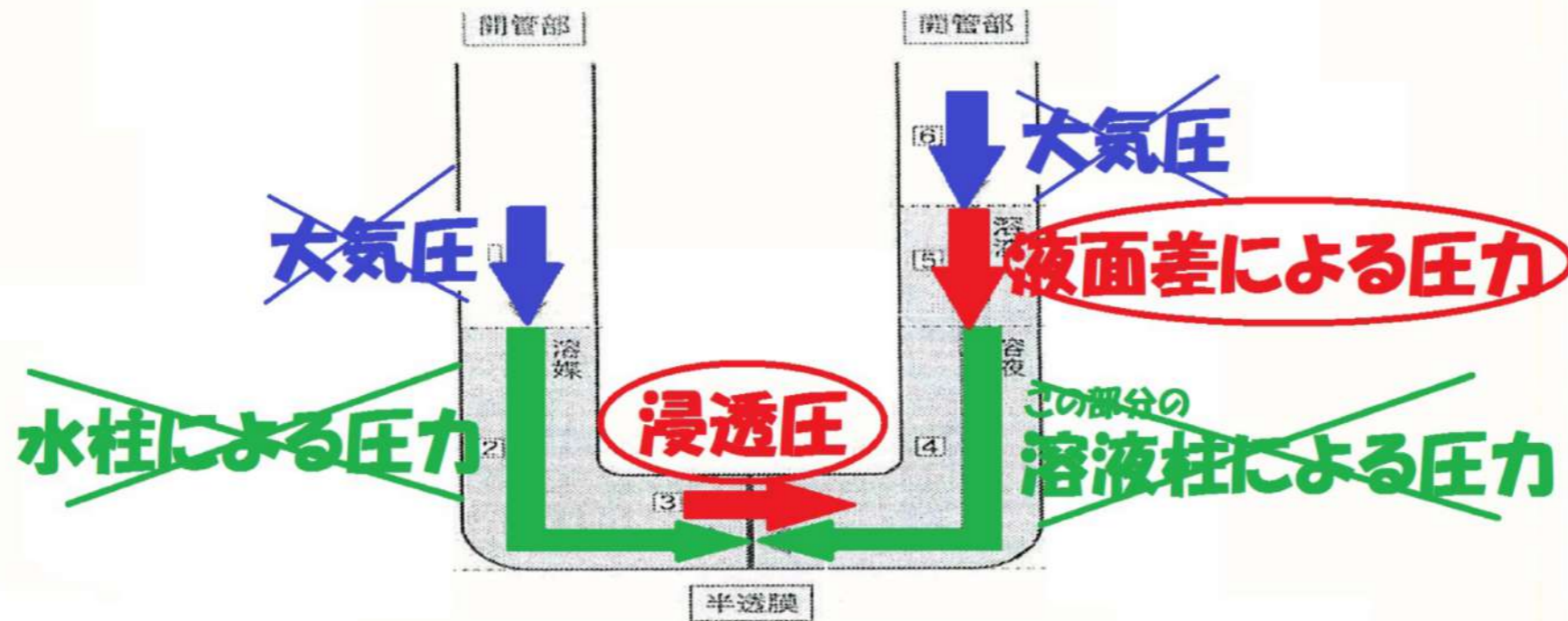


液面差の示す圧力と浸透圧の釣り合い



互いに打ち消しあう圧力は？

液面差の示す圧力と浸透圧の釣り合い

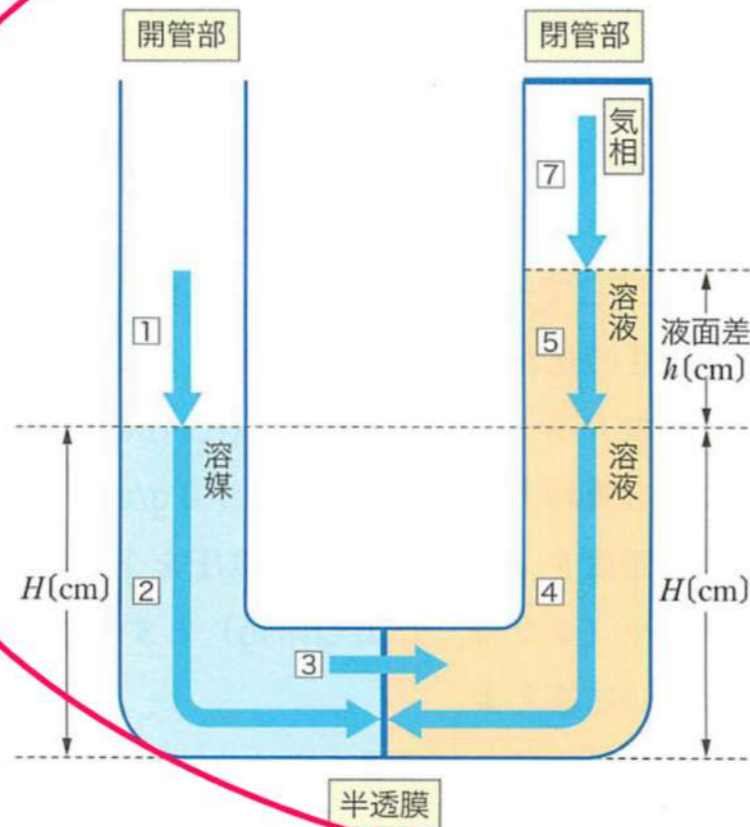


よって結果的には、

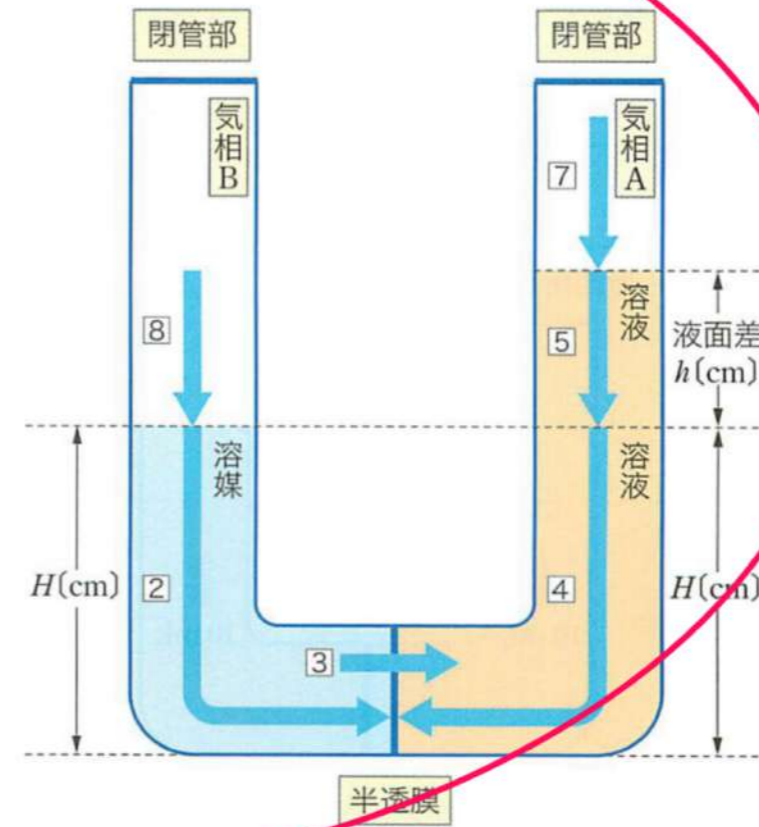
**液面差の示す圧力が浸透圧に相当する！**

# このような場合には注意が必要ですよ！

● 一端が開管, 他端が閉管の場合



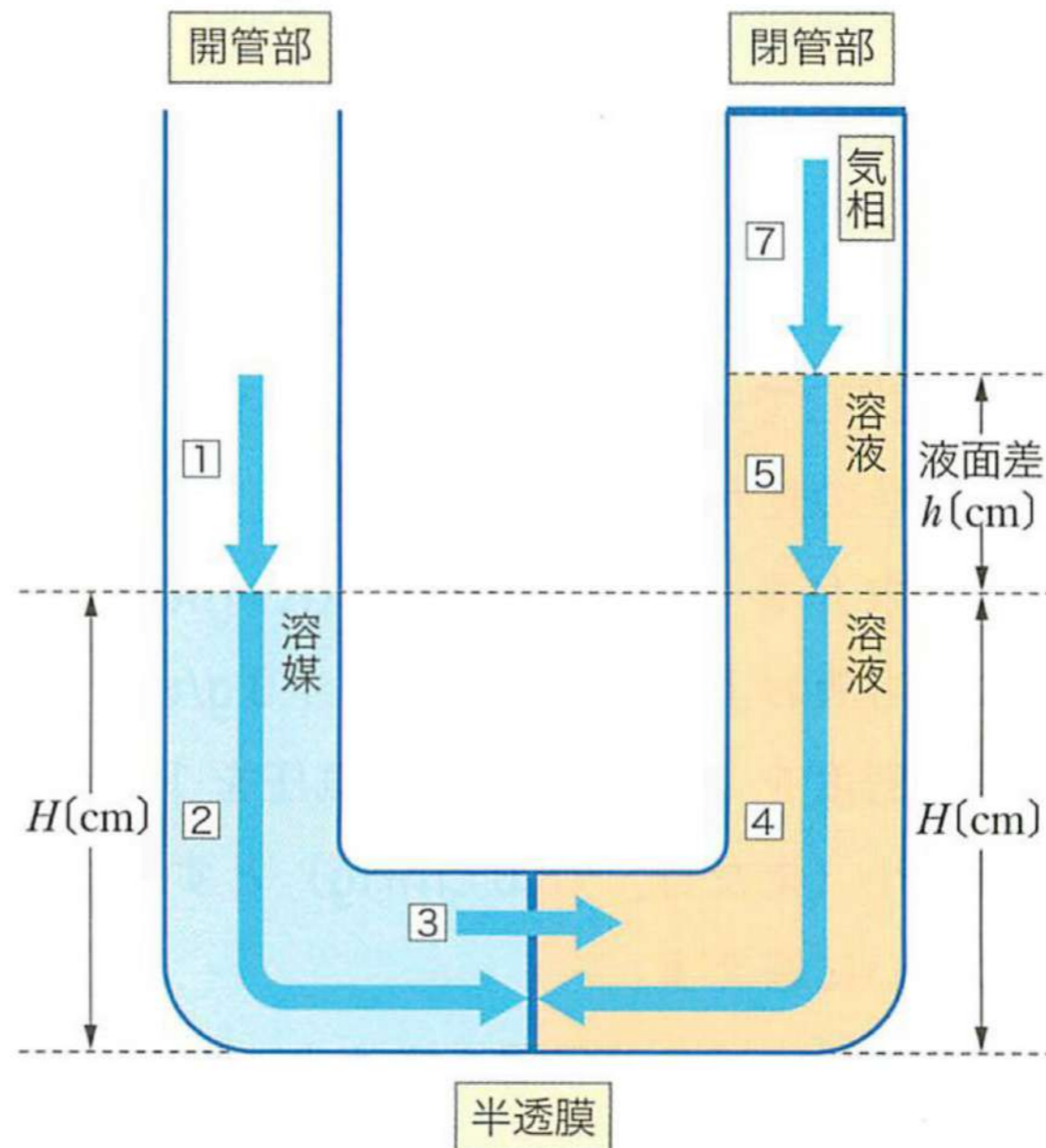
● 両端が閉管の場合



## ● 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,  $\text{①} + \text{②} + \text{③} = \text{④} + \text{⑤} + \text{⑦}$  という関係がありますが,  $\text{②} \doteq \text{④}$  より, 次式のように近似できます。

$$\text{①} + \text{③} \doteq \text{⑤} + \text{⑦}$$



## ● 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、 $② \doteq ④$  より、次式のように近似できます。

$$⑧ + ③ \doteq ⑤ + ⑦$$

