

**読解(情報の整理)**

**式の選択** →  $PV = nRT$   
 $P \leq$  飽和蒸気圧

**式への代入**

**1-1** 蒸気圧 出典;京都大学

問1  $3.9 \times 10^5 \text{ Pa}$

【ヒント】

『液体窒素の沸点は圧力  $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとで  $-196^\circ\text{C}$  である。』

→ 窒素の飽和蒸気圧は  $-196^\circ\text{C}$  のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  である。

**1-1 蒸気圧** 出典;京都大学

問1  $3.9 \times 10^5 \text{ Pa}$

【ヒント】

『液体窒素の沸点は圧力  $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとで  $-196^\circ\text{C}$  である。』

→ 窒素の飽和蒸気圧は  $-196^\circ\text{C}$  のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  である。

『I と II をともに液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』  
→ 容器内の窒素の圧力が  $-196^\circ\text{C}$  のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

**$P \leq$  飽和蒸気圧**

すなわち、気液共存時には必ず

**$P =$  飽和蒸気圧**

**1-1 蒸気圧** 出典;京都大学

問1  $3.9 \times 10^5 \text{ Pa}$

【ヒント】

『液体窒素の沸点は圧力  $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとで  $-196^\circ\text{C}$  である。』

→ 窒素の飽和蒸気圧は  $-196^\circ\text{C}$  のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  である。

『I と II をともに液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

→ 容器内の窒素の圧力が  $-196^\circ\text{C}$  のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

では、 $27^\circ\text{C}$  における圧力を求めてみよう。

— 圧力は絶対温度に比例するから、  
求める圧力を  $p \text{ [Pa]}$  とおくと、

$$P = 1 \times 10^5 \times \frac{273 + 27}{273 - 196} = 3.89 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$\left( \frac{P \times V}{273 + 27} = \frac{1.0 \times 10^5 \times V}{273 - 196} \quad p = 3.89 \times 10^5 \text{ (Pa)} \right)$$

**1-1** 蒸気圧 出典;京都大学

再掲

問1  $3.9 \times 10^5 \text{ Pa}$

【ヒント】

『液体窒素の沸点は圧力  $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  のもとで  $-196^\circ\text{C}$  である。』

→ 窒素の飽和蒸気圧は  $-196^\circ\text{C}$  のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  である。

『I と II をともに液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

→ 容器内の窒素の圧力が  $-196^\circ\text{C}$  のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

では、 $27^\circ\text{C}$  における圧力を求めてみよう。

— 圧力は絶対温度に比例するから、

求める圧力を  $p$  [Pa] とおくと、

$$P = 1 \times 10^5 \times \frac{273 + 27}{273 - 196} = 3.89 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$

$$\left( \frac{P \times V}{273 + 27} = \frac{1.0 \times 10^5 \times V}{273 - 196} \quad p = 3.89 \times 10^5 \text{ (Pa)} \right)$$

問2 1:  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$

『Ⅱのみを液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

→容器Ⅰ内の窒素の圧力が $27^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となり、容器Ⅱ内の窒素の圧力が $-196^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

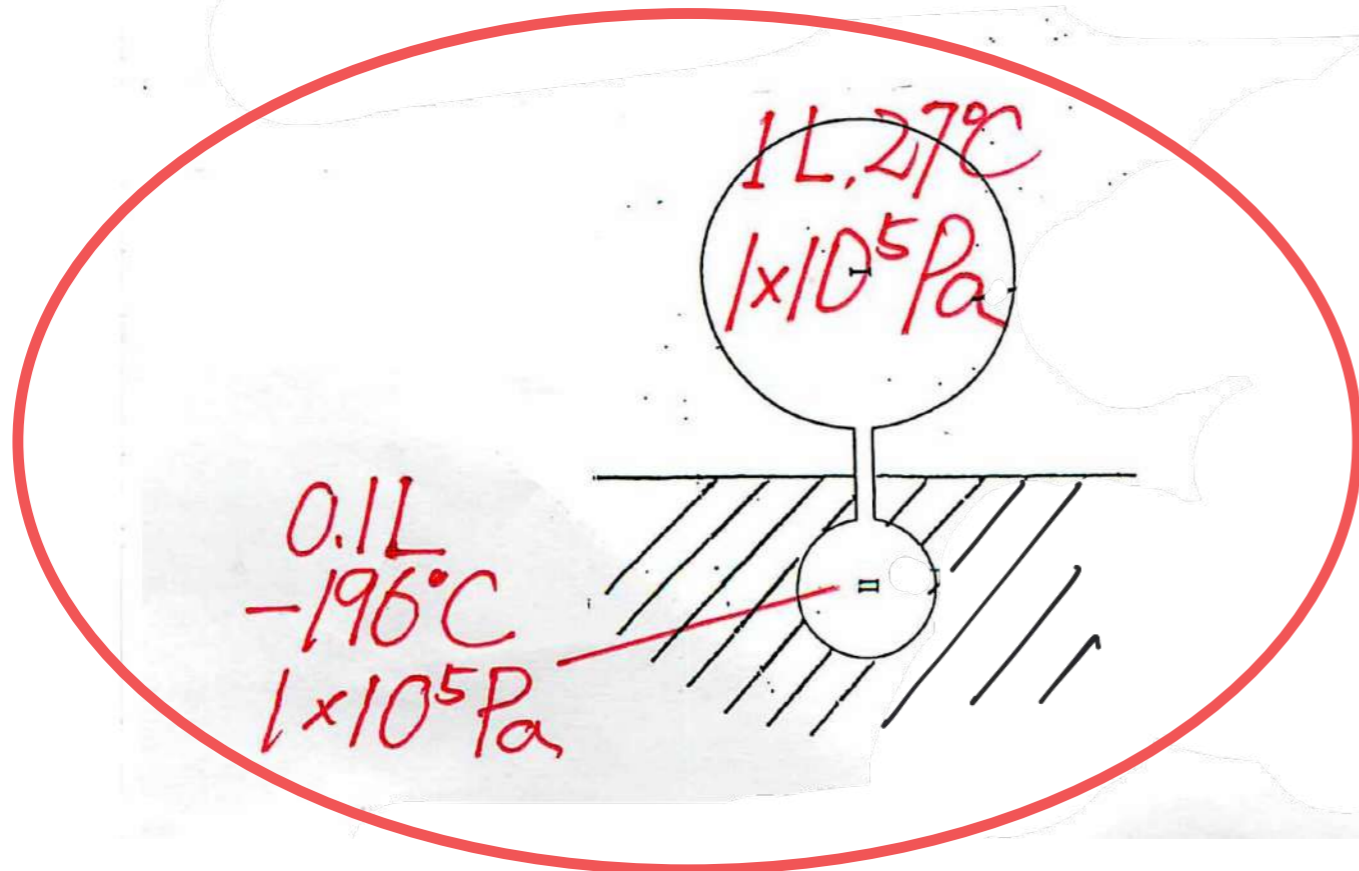
問2 1:  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$

『Ⅱのみを液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

→容器Ⅰ内の窒素の圧力が $27^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となり、容器Ⅱ内の窒素の圧力が $-196^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

では、 $27^\circ\text{C}$ における圧力を求めてみよう。

— 圧力は体積に反比例し、絶対温度に比例するから、  
求める圧力を  $P$  [Pa] とおくと、



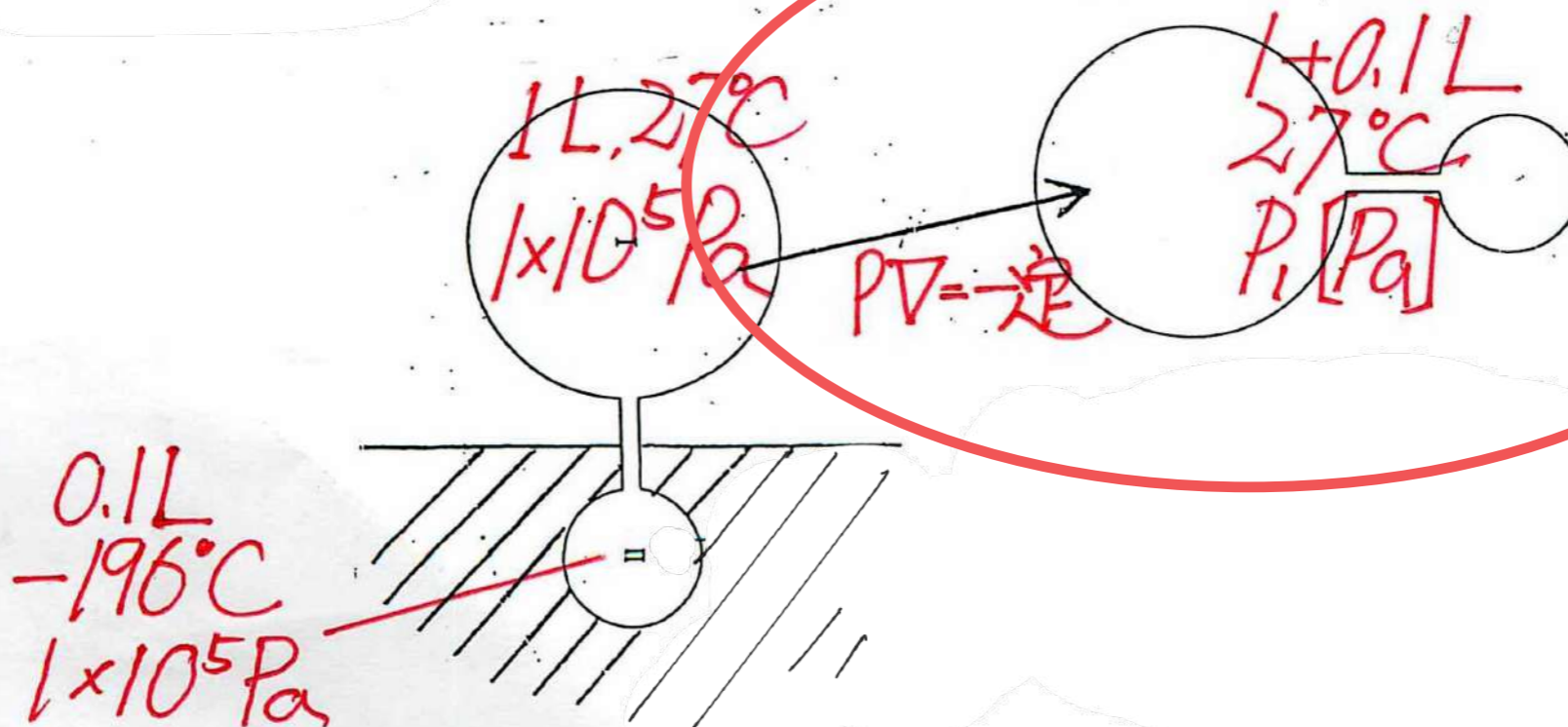
問2 1:  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$

『Ⅱのみを液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

→容器Ⅰ内の窒素の圧力が $27^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となり、容器Ⅱ内の窒素の圧力が $-196^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

では、 $27^\circ\text{C}$ における圧力を求めてみよう。

— 圧力は体積に反比例し、絶対温度に比例するから、  
求める圧力を  $P$  [Pa] とおくと、





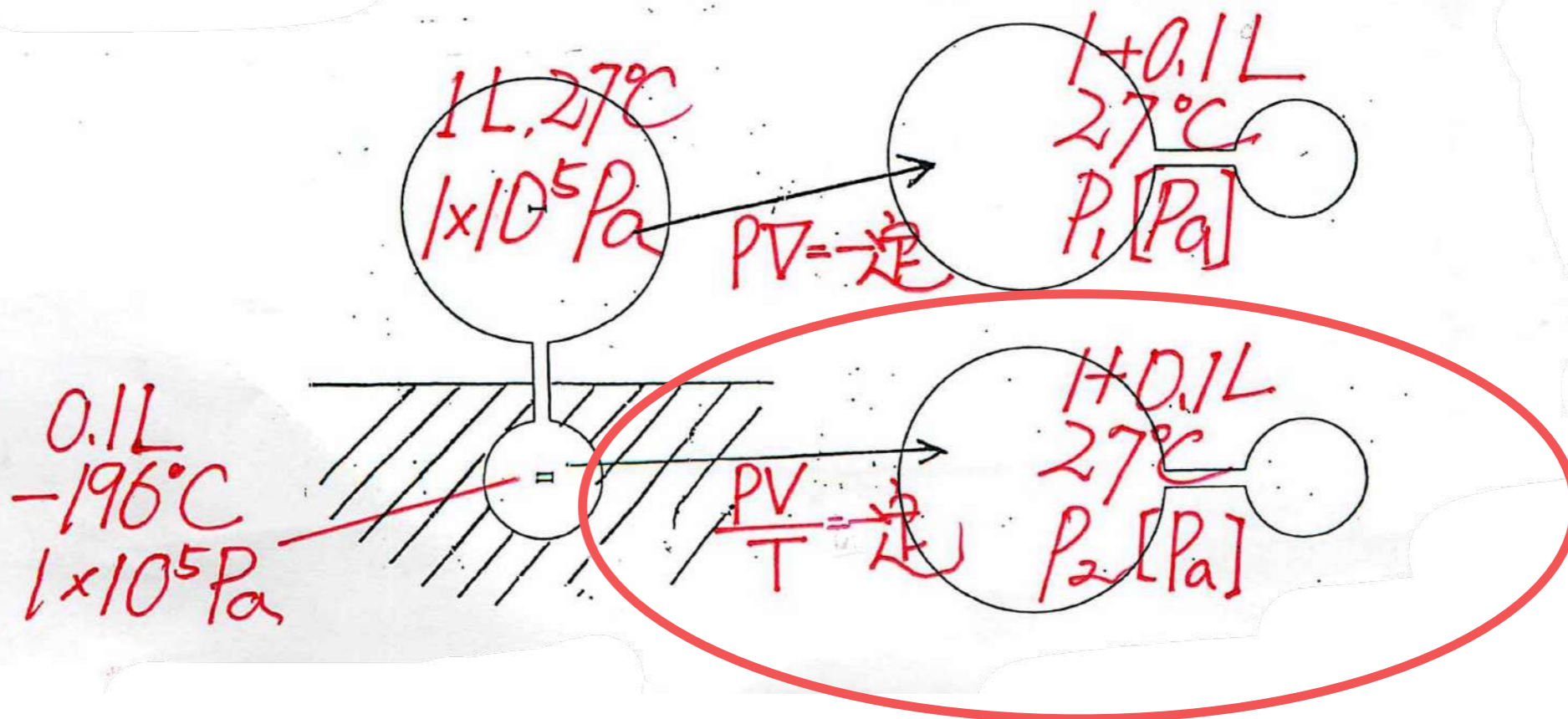
問2 1:  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$

『Ⅱのみを液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

→容器Ⅰ内の窒素の圧力が $27^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となり、容器Ⅱ内の窒素の圧力が $-196^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

では、 $27^\circ\text{C}$ における圧力を求めてみよう。

— 圧力は体積に反比例し、絶対温度に比例するから、  
求める圧力を  $P$  [Pa] とおくと、



問2 1:  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$

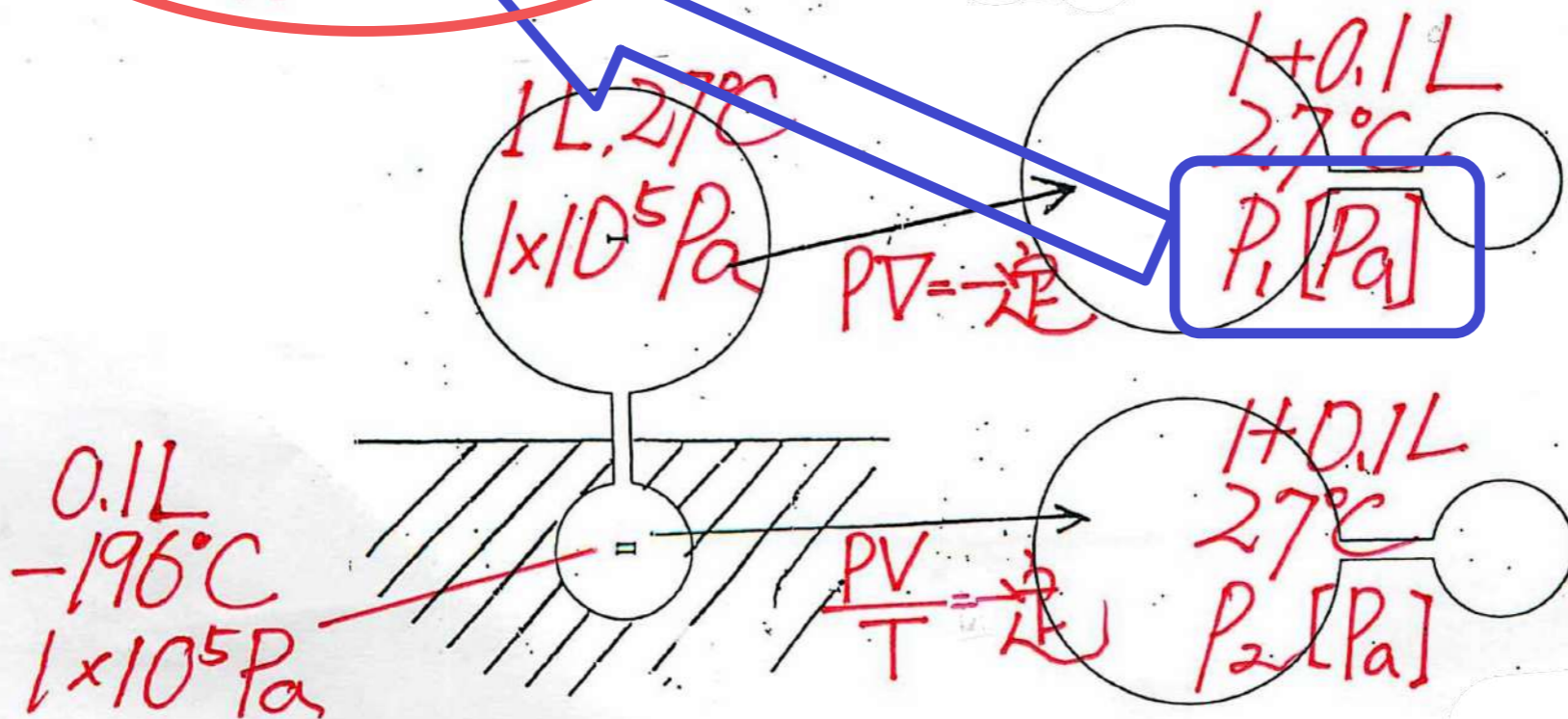
『Ⅱのみを液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

→容器Ⅰ内の窒素の圧力が $27^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となり、容器Ⅱ内の窒素の圧力が $-196^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

では、 $27^\circ\text{C}$ における圧力を求めてみよう。

— 圧力は体積に反比例し、絶対温度に比例するから、  
求める圧力を  $P$  [Pa] とおくと、

$$1 \times 10^5 \times \frac{1}{1+0.1} = P$$



問2 1:  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$

『Ⅱのみを液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

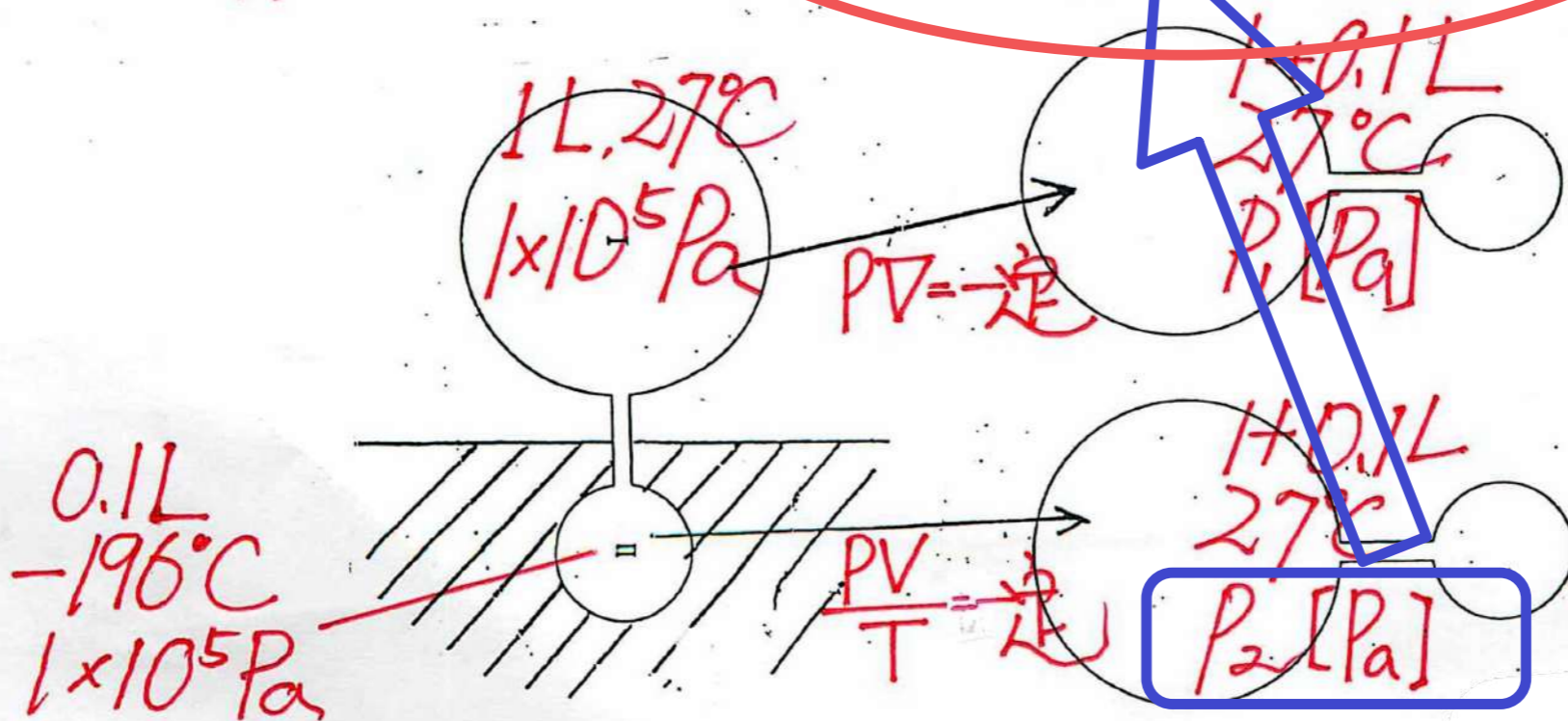
→容器Ⅰ内の窒素の圧力が $27^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となり、容器Ⅱ内の窒素の圧力が $-196^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

では、 $27^\circ\text{C}$ における圧力を求めてみよう。

— 圧力は体積に反比例し、絶対温度に比例するから、  
求める圧力を  $P$  [Pa] とおくと、

$$1 \times 10^5 \times \frac{1}{1+0.1} = 1 \times 10^5 \times \frac{0.1}{1+0.1} \times \frac{273+27}{273-196}$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{P_1} \qquad \underbrace{\hspace{10em}}_{P_2}$



問2 1:  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$

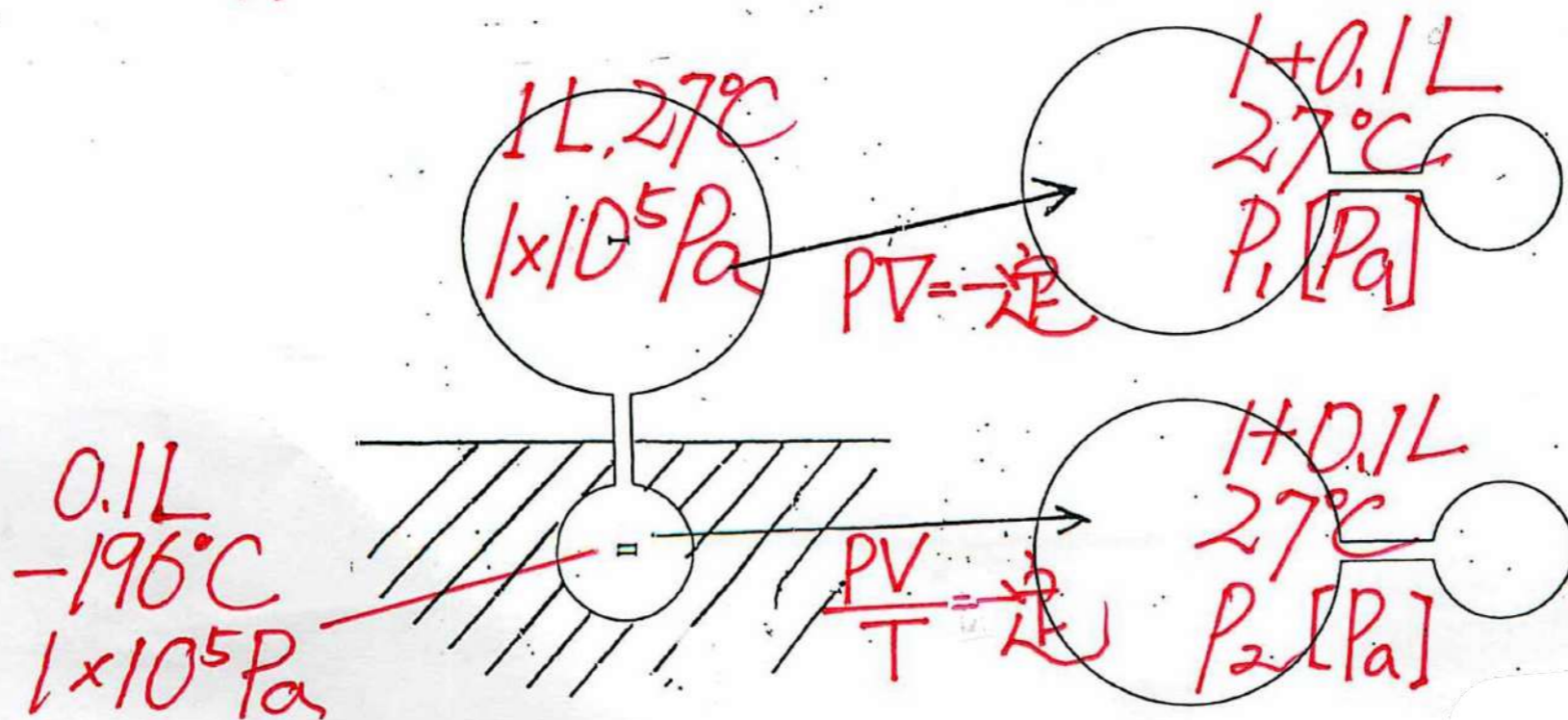
『Ⅱのみを液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

→容器Ⅰ内の窒素の圧力が $27^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となり、容器Ⅱ内の窒素の圧力が $-196^\circ\text{C}$ のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

では、 $27^\circ\text{C}$ における圧力を求めてみよう。

— 圧力は体積に反比例し、絶対温度に比例するから、  
求める圧力を  $P$  [Pa] とおくと、

$$\underbrace{1 \times 10^5}_{P_1} \times \underbrace{\frac{1}{1+0.1}}_{V_1} + \underbrace{1 \times 10^5}_{P_2} \times \underbrace{\frac{0.1}{1+0.1}}_{V_2} \times \frac{273+27}{273-196} = 1.26 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$



# 再掲

問2 1:  $3 \times 10^5 \text{ Pa}$

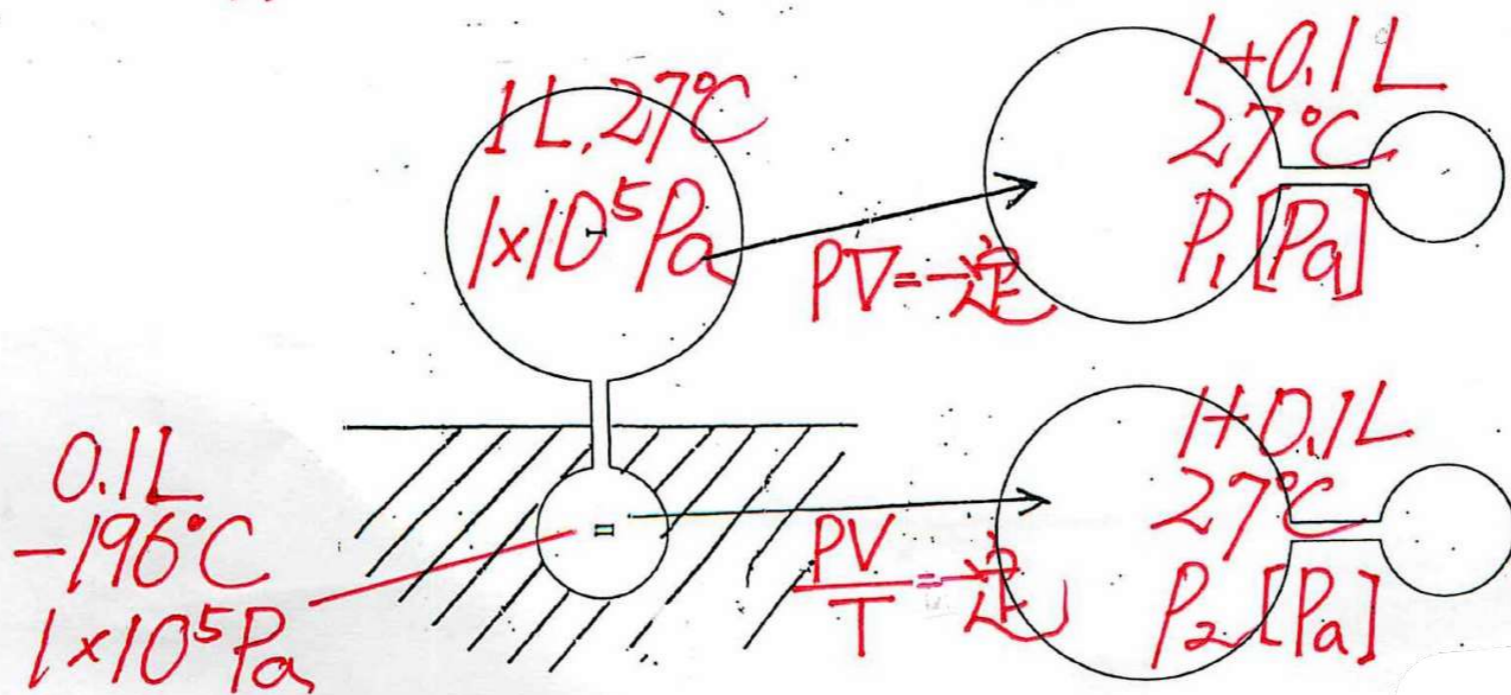
『Ⅱのみを液体窒素に浸したとき、容器内に液体窒素が生成するのは、』

→ 容器Ⅰ内の窒素の圧力が  $27^\circ\text{C}$  のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となり、容器Ⅱ内の窒素の圧力が  $-196^\circ\text{C}$  のとき、 $1 \times 10^5 \text{ Pa}$  となるのは、

では、 $27^\circ\text{C}$  における圧力を求めてみよう。

圧力は体積に反比例し、絶対温度に比例するから、  
求める圧力を  $P$  [Pa] とおくと、

$$1 \times 10^5 \times \frac{1}{1+0.1} + 1 \times 10^5 \times \frac{0.1}{1+0.1} \times \frac{273+27}{273-196} = 1.26 \times 10^5 \text{ (Pa)}$$



**読解(情報の整理)**

**式を選択** →  $PV = nRT$

分圧 = 全圧 × モル分率

→  $P \leq$  飽和蒸気圧

気-液共存のとき、気体の  
圧力は飽和蒸気圧曲線に従う。

**式への代入**

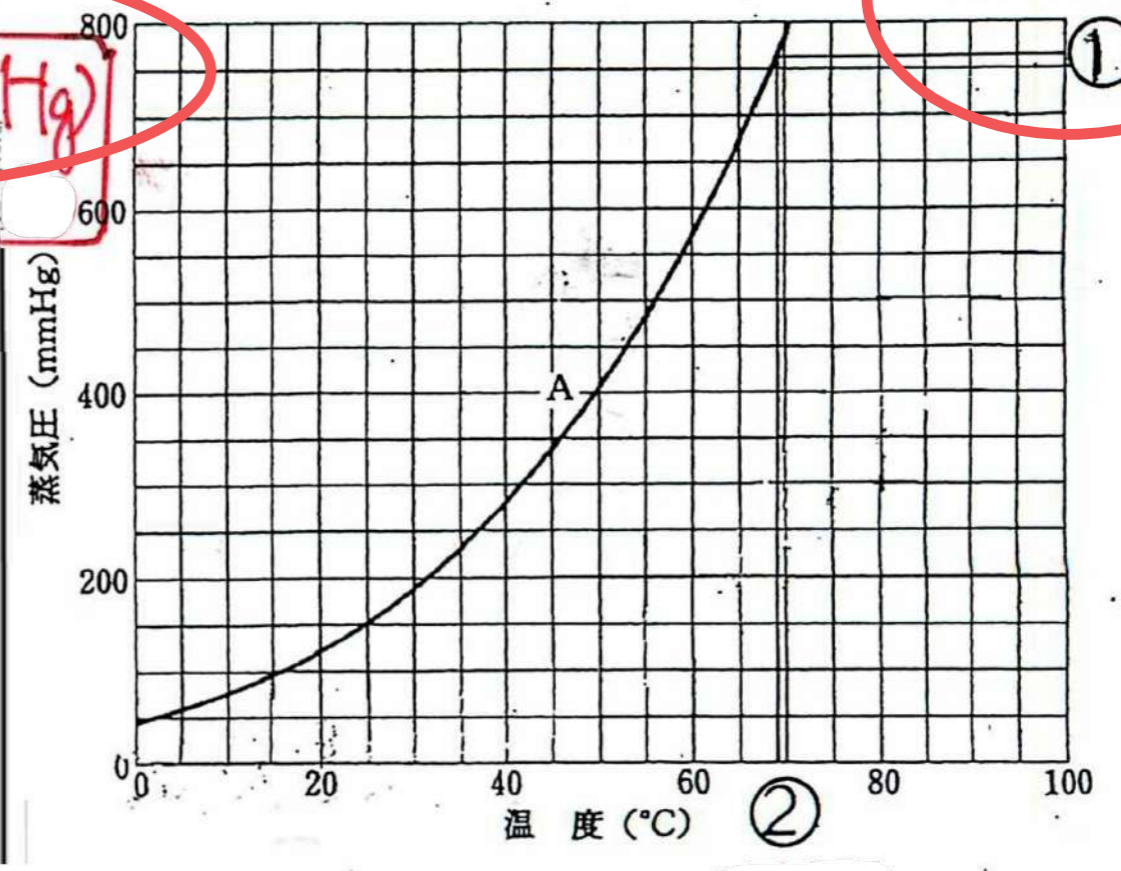
蒸気圧と混合気体 出典;宇都宮大学

問1の解答:69 °C

①の圧力=760 (mmHg)

760 mmHg

①



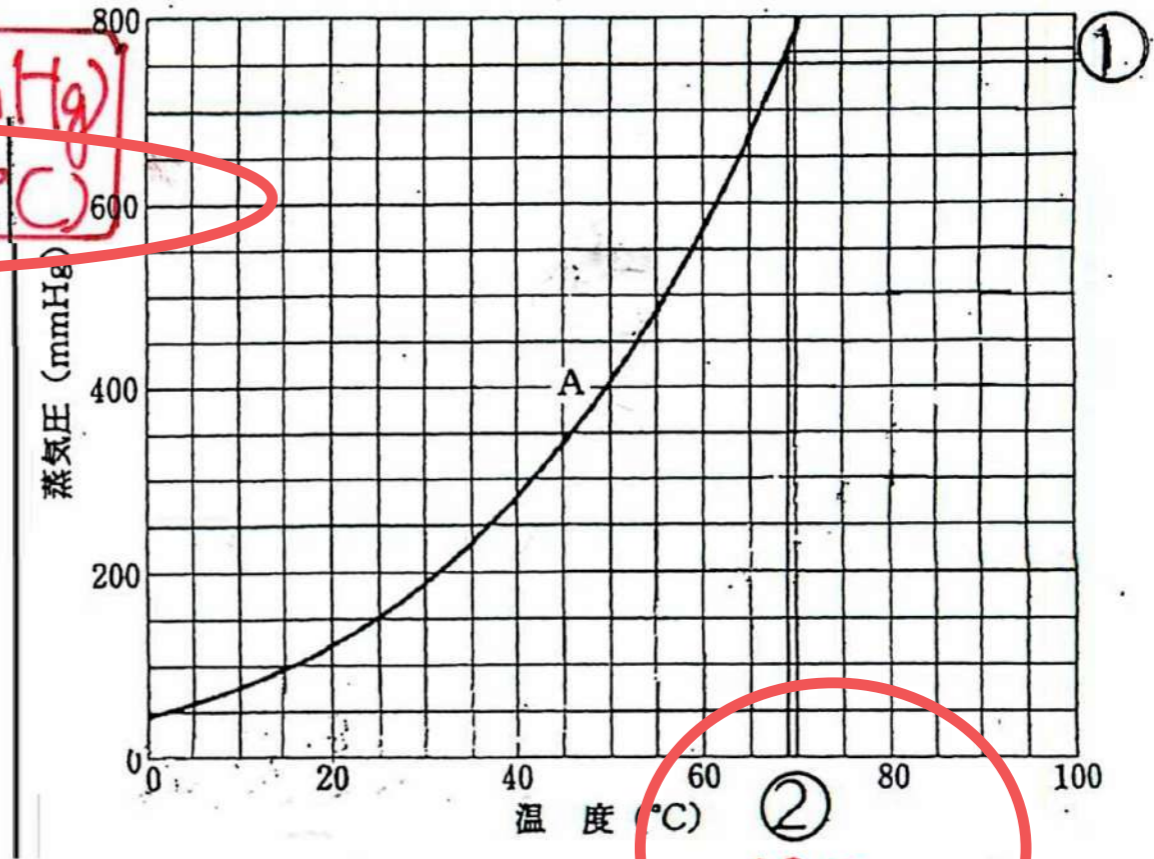
蒸気圧と混合気体 出典;宇都宮大学

760 mmHg

問1の解答:69 °C

①の圧力=760 (mmHg)

②の読み値=69(°C)

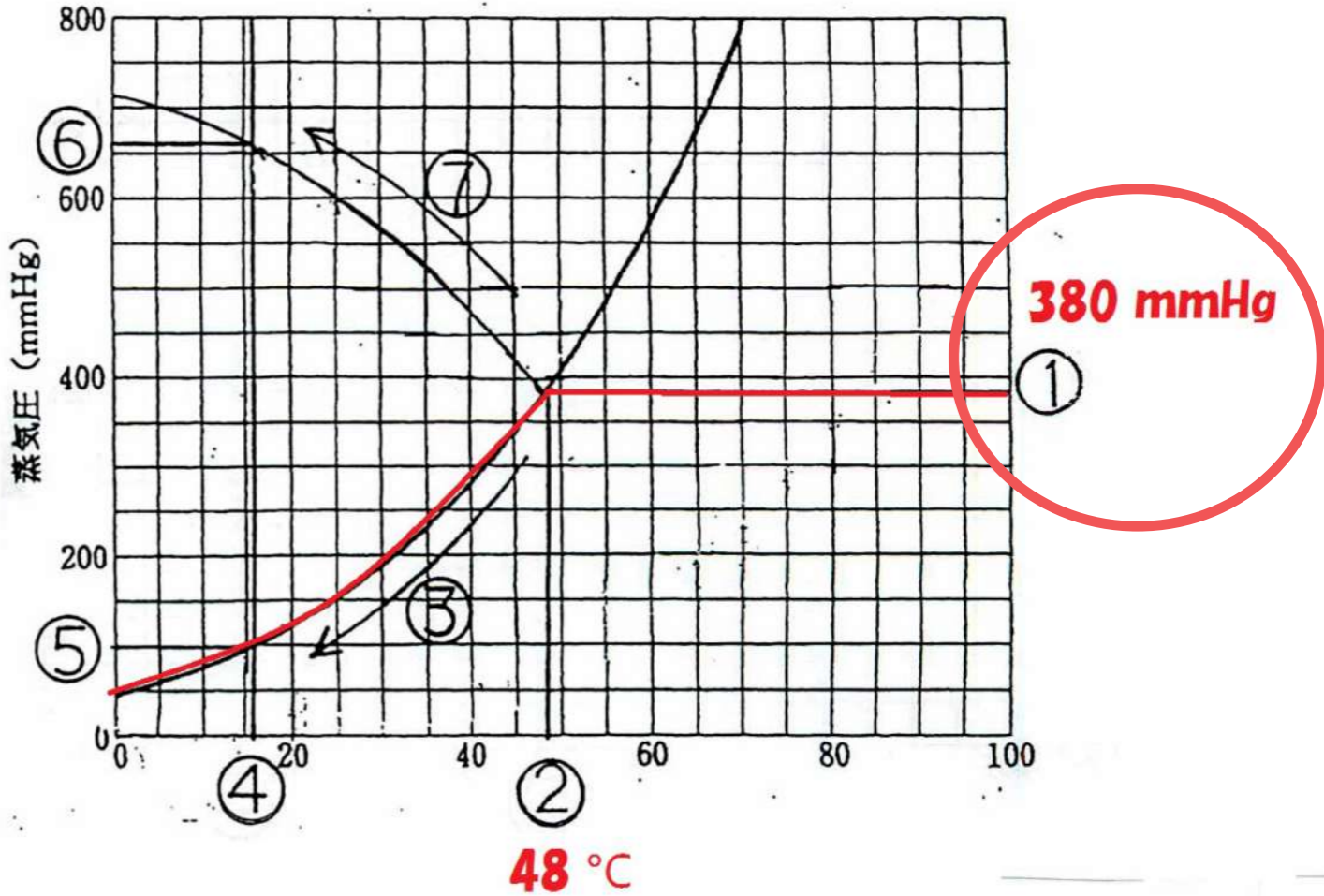


②  
69 °C



$$\textcircled{1} \text{の圧力} = \frac{760}{2} = 380 \text{ (mmHg)}$$

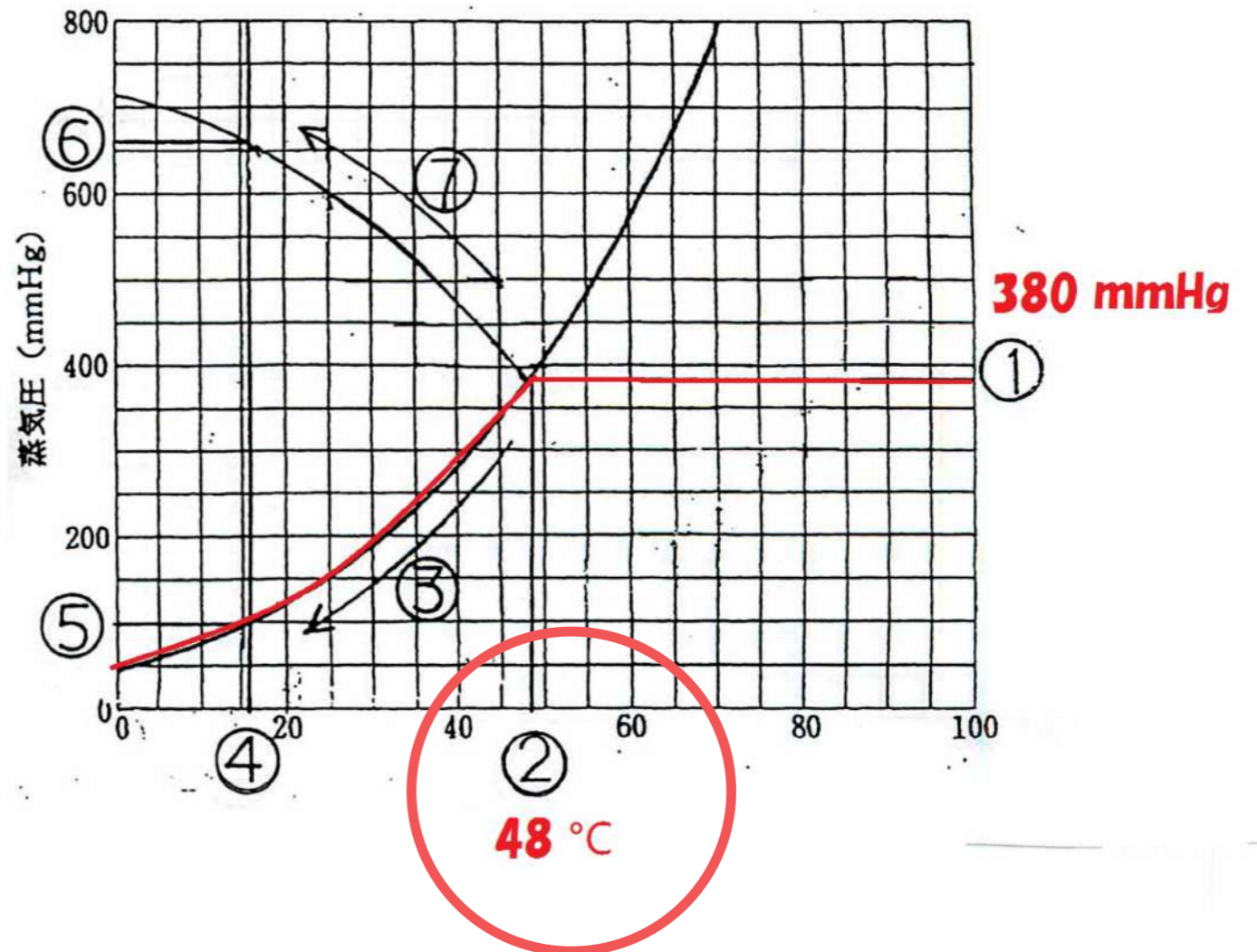
問2の解答: 48 °C、380 mmHg



$$\textcircled{1} \text{の圧力} = \frac{760}{2} = 380 \text{ (mmHg)}$$

$\textcircled{2}$ の読み値 = 48 (°C)

問2の解答: 48 °C、380 mmHg

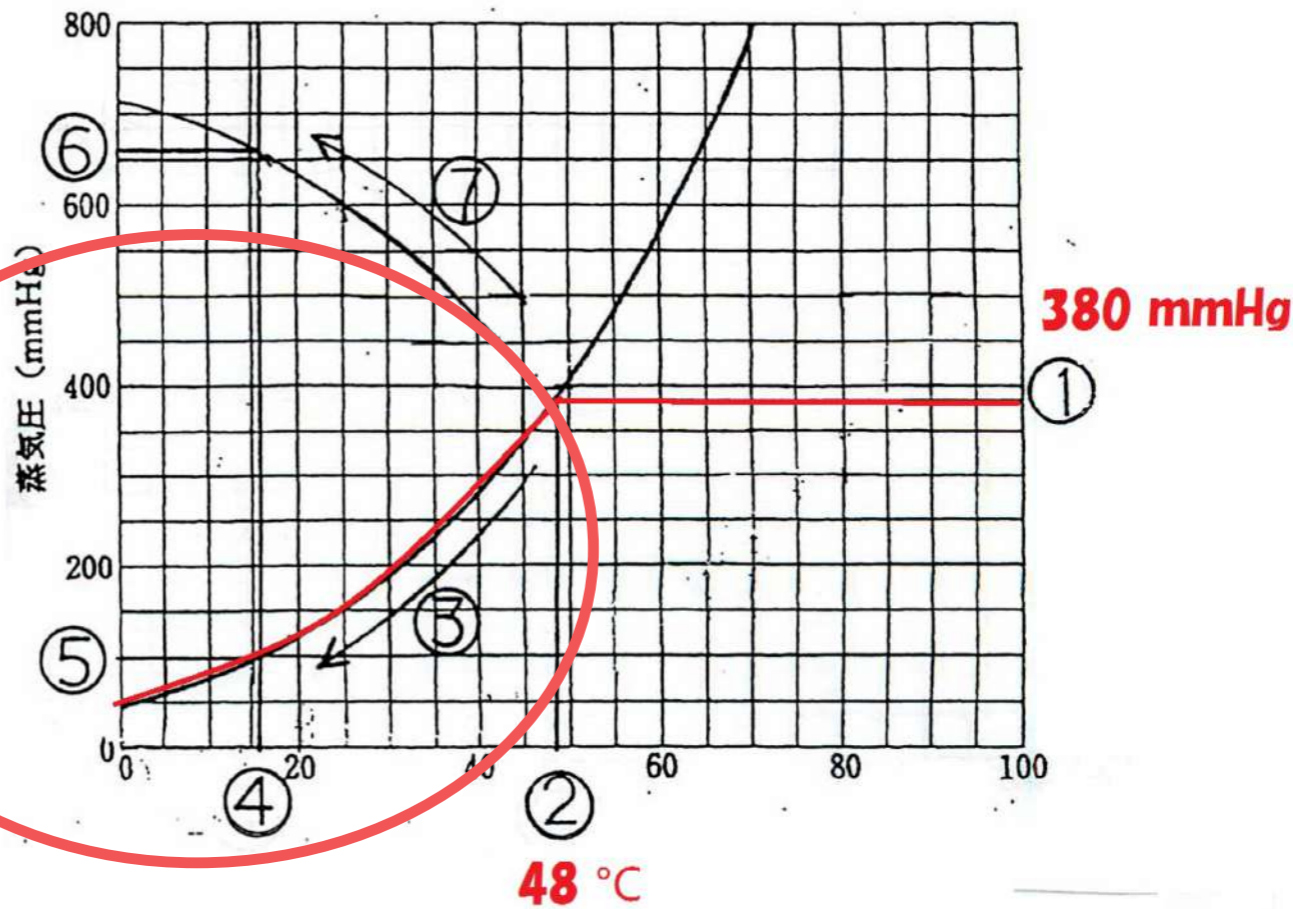


$$\textcircled{1} \text{の圧力} = \frac{760}{2} = 380 \text{ (mmHg)}$$

$$\textcircled{2} \text{の読み値} = 48 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$\textcircled{3}$ : 気-液共存は蒸気圧曲線上

問2の解答: 48  $^\circ\text{C}$ 、380 mmHg



問3

i 10°Cにおけるヘキサン(気)の圧力は？

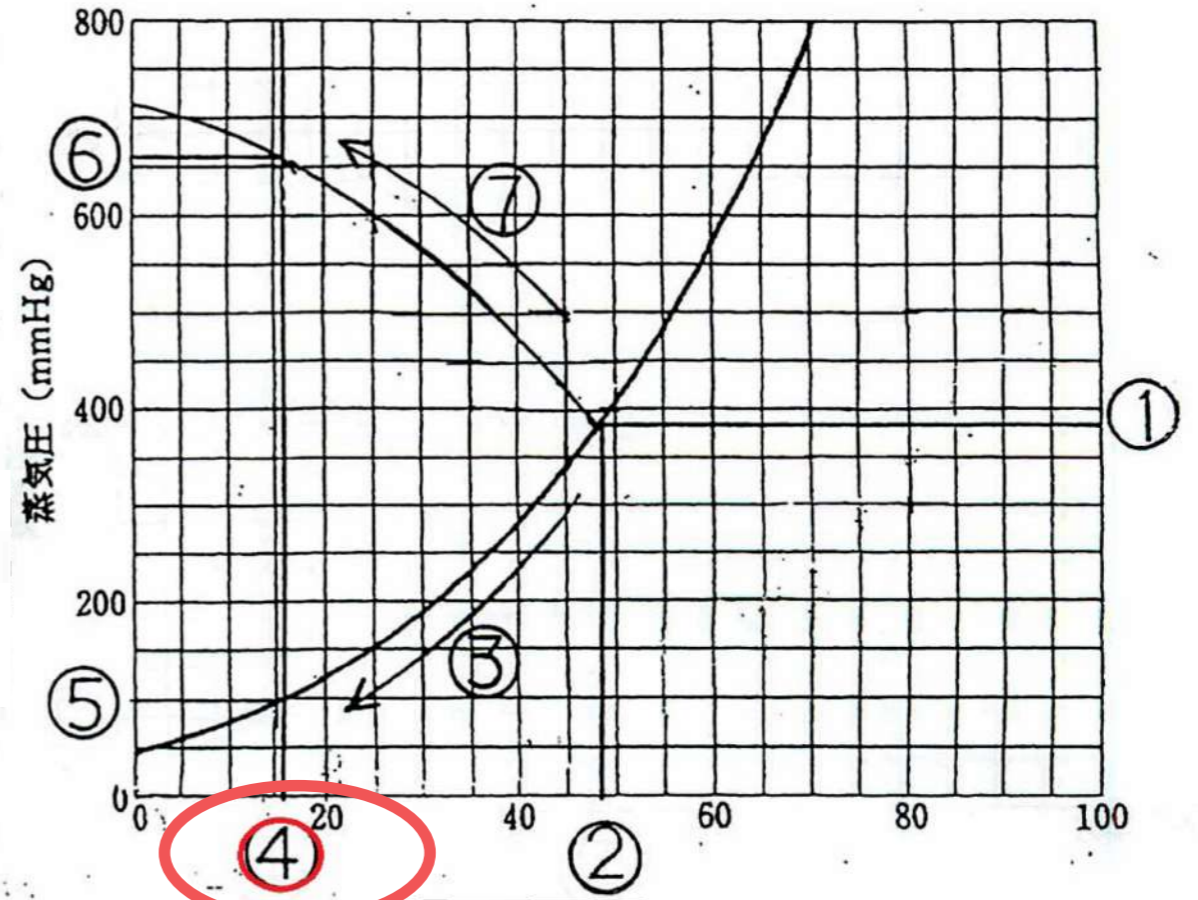
④ の温度 = 16°C

ii 16°Cにおける窒素(気)の圧力は？

iii 全ヘキサンがすべて気体だと考えたとき、  
16°Cにおける全ヘキサン(気)の圧力は？

iv 求める比は？  
同温、同体積では、圧力比 = 物質質量比

問3の解答: 15 %



問3

i 16°Cにおけるヘキサン(気)の圧力は?

④の温度 = 16(°C)

⑤の読み値 = 100(mmHg)

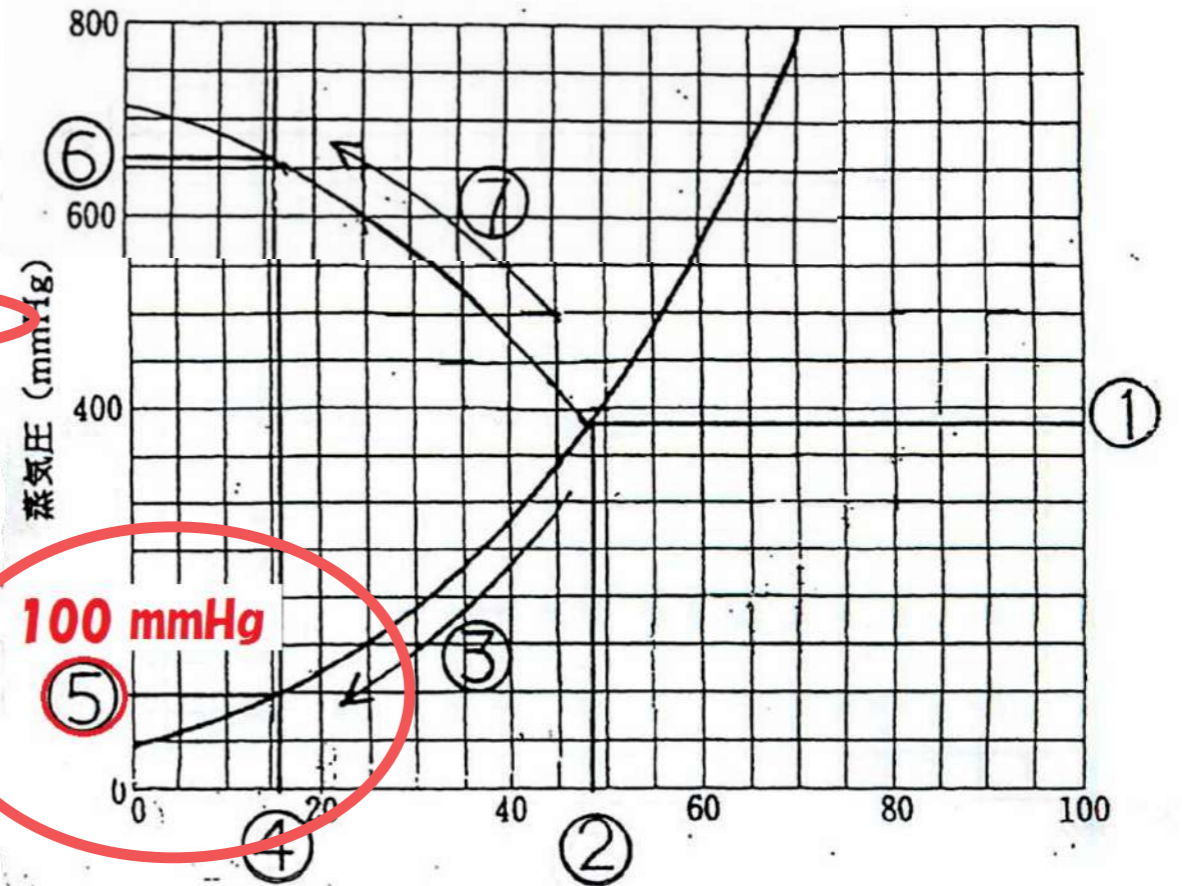
ii 16°Cにおける窒素(気)の圧力は?

iii 全ヘキサンがすべて気体だと考えたとき、  
16°Cにおける全ヘキサン(気)の圧力は?

iv 求める比は?

同温、同体積では、圧力比 = 物質比

問3の解答: 15 %



問3

i 16°Cにおけるヘキサン(気)の圧力は?

④の温度 = 16(°C)  
⑤の読み値 = 100(mmHg)

ii 16°Cにおける窒素(気)の圧力は?

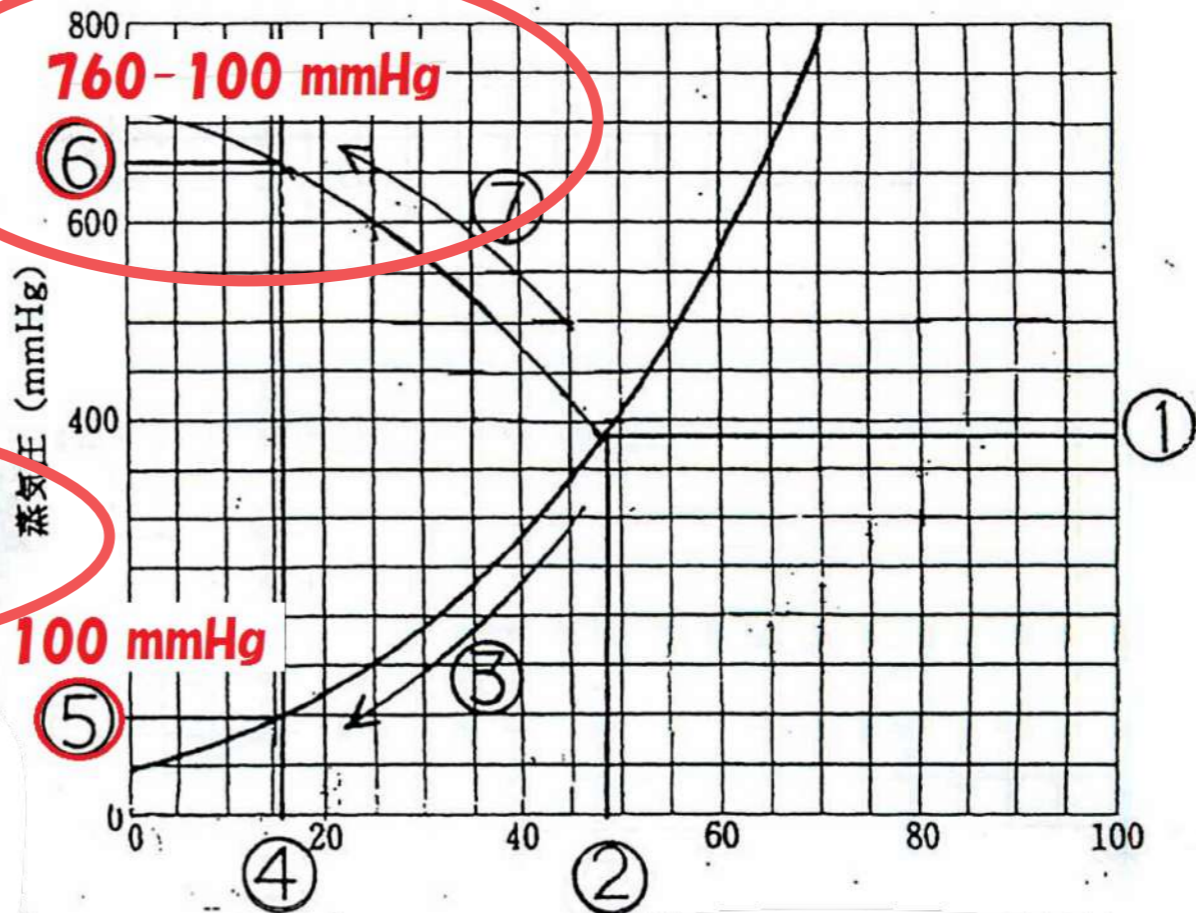
⑥の圧力 = 760 - 100 = 660(mmHg)

iii 全ヘキサンがすべて気体だと考えたとき、  
16°Cにおける全ヘキサン(気)の圧力は?

iv 求める比は?

同温、同体積では、圧力比 = 物質質量比

問3の解答: 15 %



問3

i 16°Cにおけるヘキサン(気)の圧力は?

④の温度 = 16(°C)  
 ⑤の読み値 = 100(mmHg)

ii 16°Cにおける窒素(気)の圧力は?

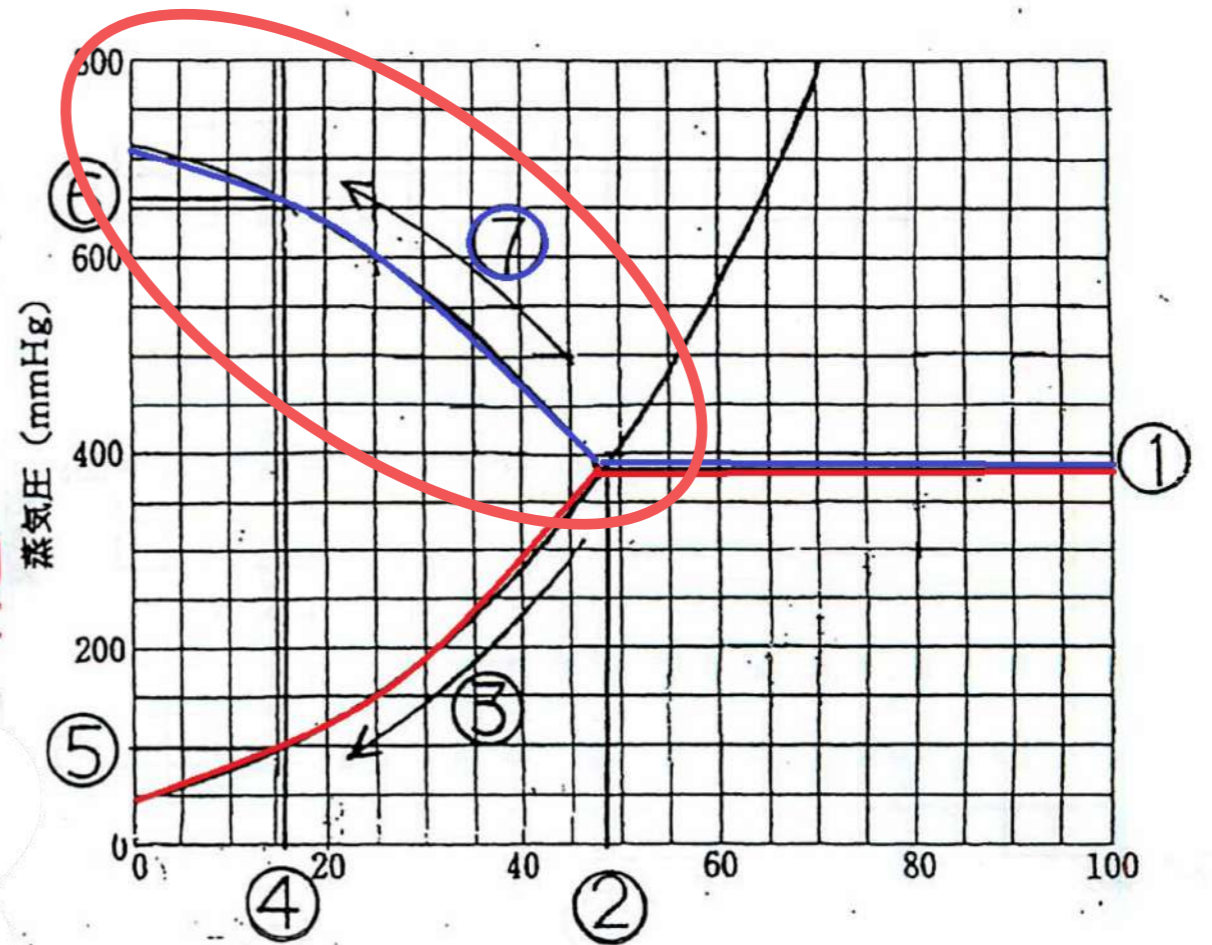
⑥の圧力 =  $760 - 100 = 660$ (mmHg)  
 ⑦: ③の減少に対応し⑦は上昇

iii 全ヘキサンがすべて気体だと考えたとき、  
 16°Cにおける全ヘキサン(気)の圧力は?

iv 求める比は?

同温、同体積では、圧力比 = 物質質量比

問3の解答: 15 %



問3

i 16°Cにおけるヘキサン(気)の圧力は?

④の温度 = 16(°C)  
 ⑤の読み値 = 100(mmHg)

ii 16°Cにおける窒素(気)の圧力は?

⑥の圧力 = 760 - 100 = 660(mmHg)  
 ⑦: ③の減少に対応して⑦は上昇

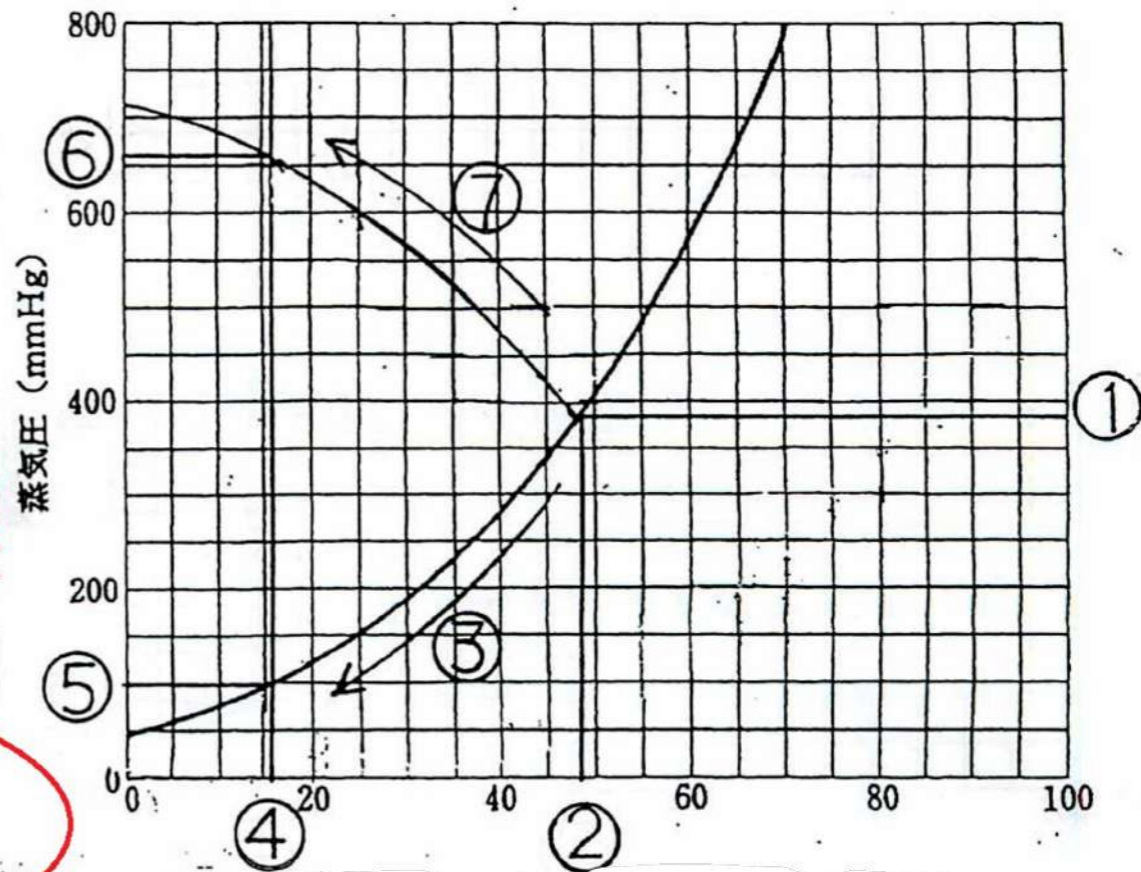
iii 全ヘキサンがすべて気体だと考えたとき、  
 16°Cにおける全ヘキサン(気)の圧力は?

N<sub>2</sub>と同様に 660 mmHg

iv 求める比は?

同温、同体積では、圧力比 = 物質質量比

問3の解答: 15 %



同容積、同温度  
 同一物質質量

$$PV = nRT$$



問3

i 16°Cにおけるヘキサン(気)の圧力は?

④の温度 = 16(°C)  
 ⑤の読み値 = 100(mmHg)

ii 16°Cにおける窒素(気)の圧力は?

⑥の圧力 = 760 - 100 = 660(mmHg)  
 ⑦: ③の減少に対応して⑦は上昇

iii 全ヘキサンがすべて気体だと考えたとき、  
 16°Cにおける全ヘキサン(気)の圧力は?

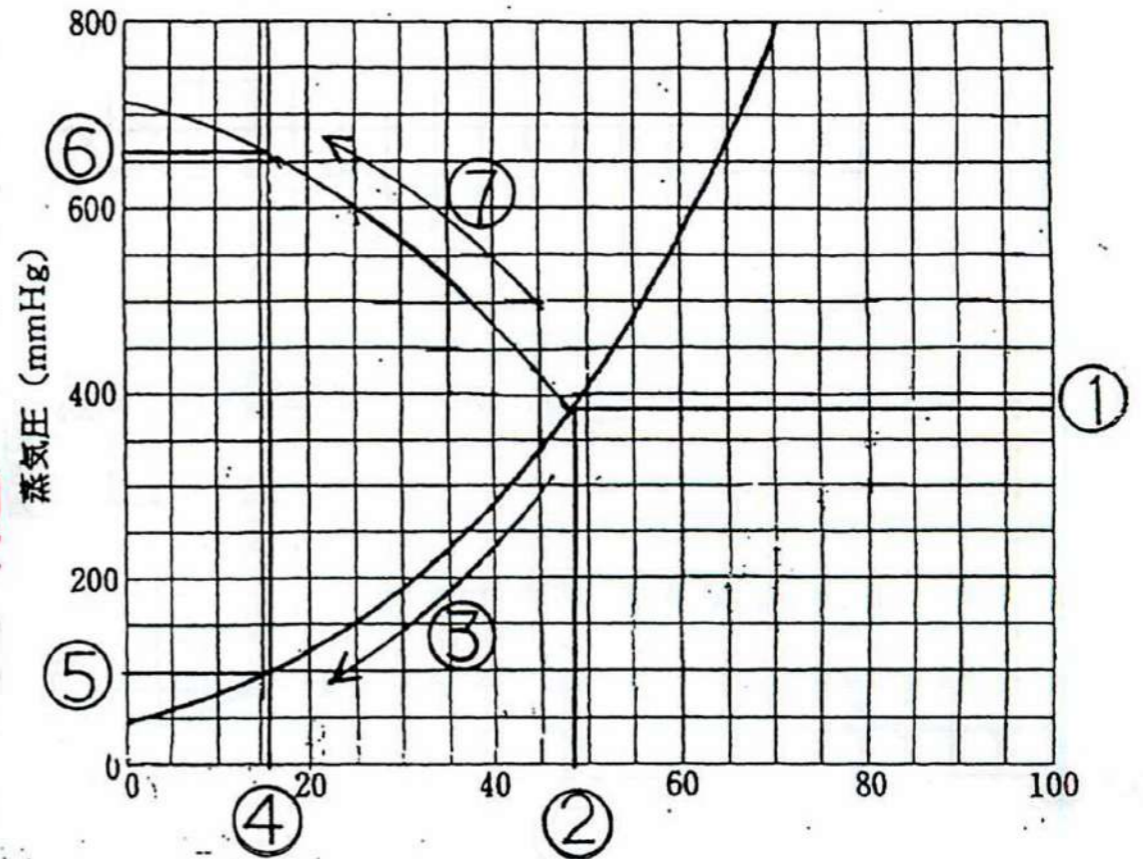
N<sub>2</sub>と同様に 660 mmHg

iv 求める比は?

同温、同体積では、圧力比 = 物質比

$$\frac{100}{660} \times 100 = 15.1(\%)$$

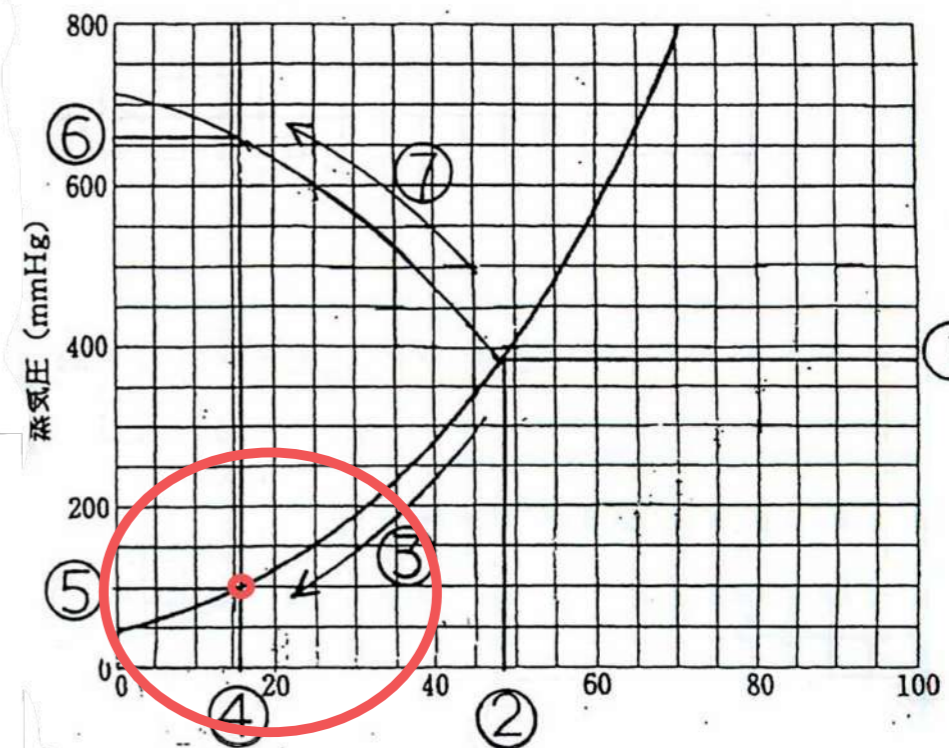
問3の解答: 15 %



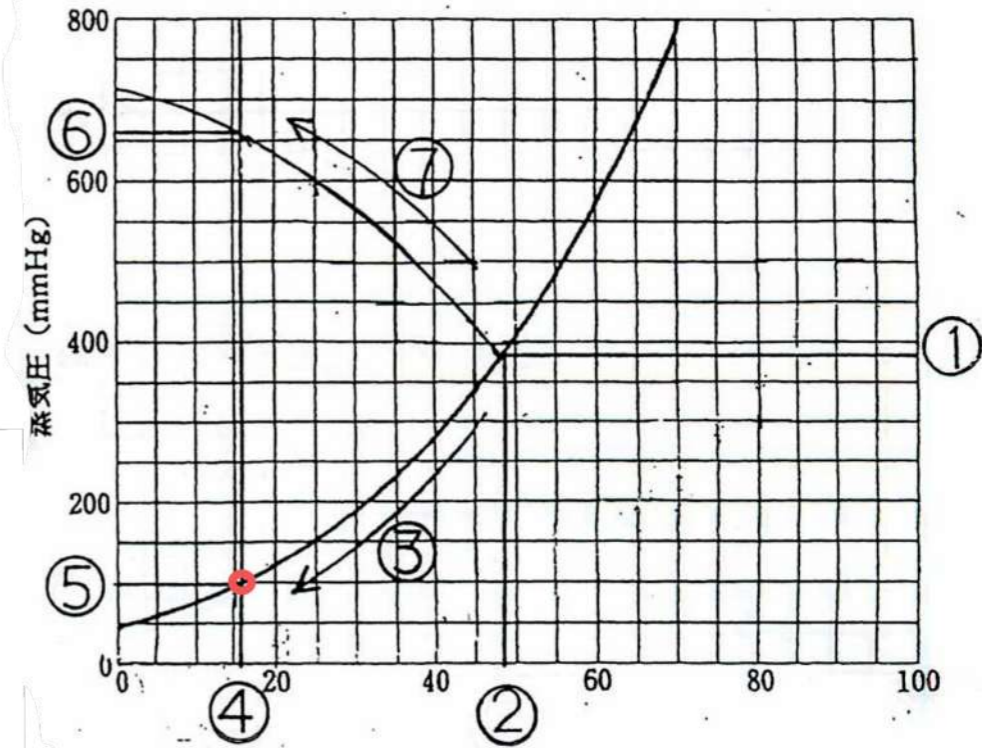
同容積、同温度  
 同一物質

$$PV = nRT$$

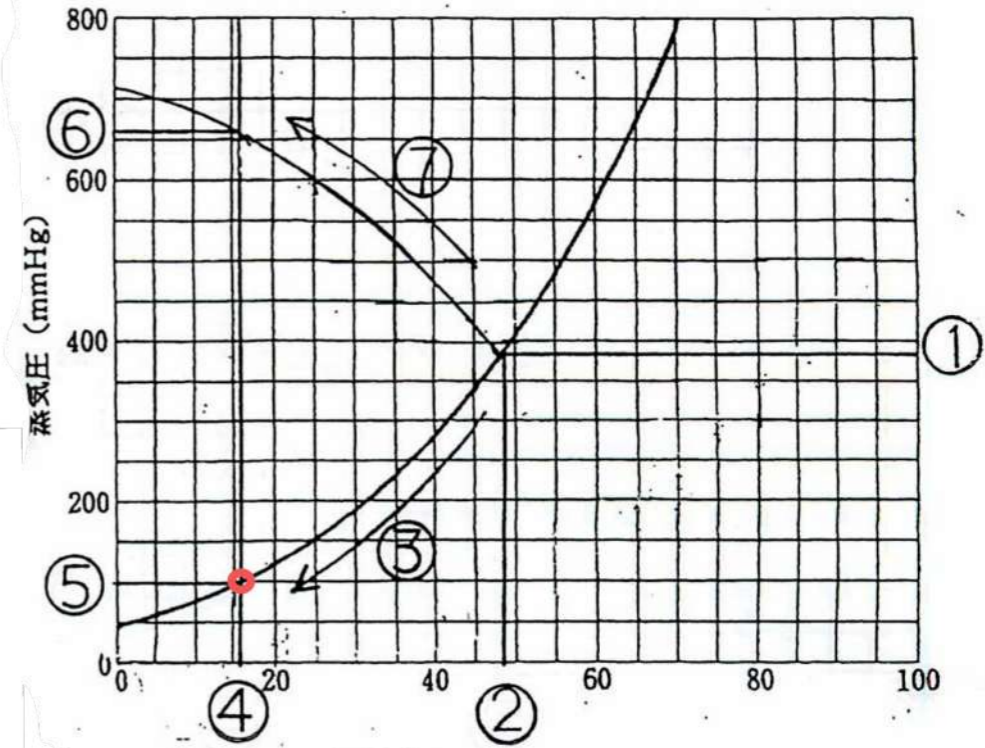
	水蒸氣	窒素
压力		
体積		
物質質量		
温度		



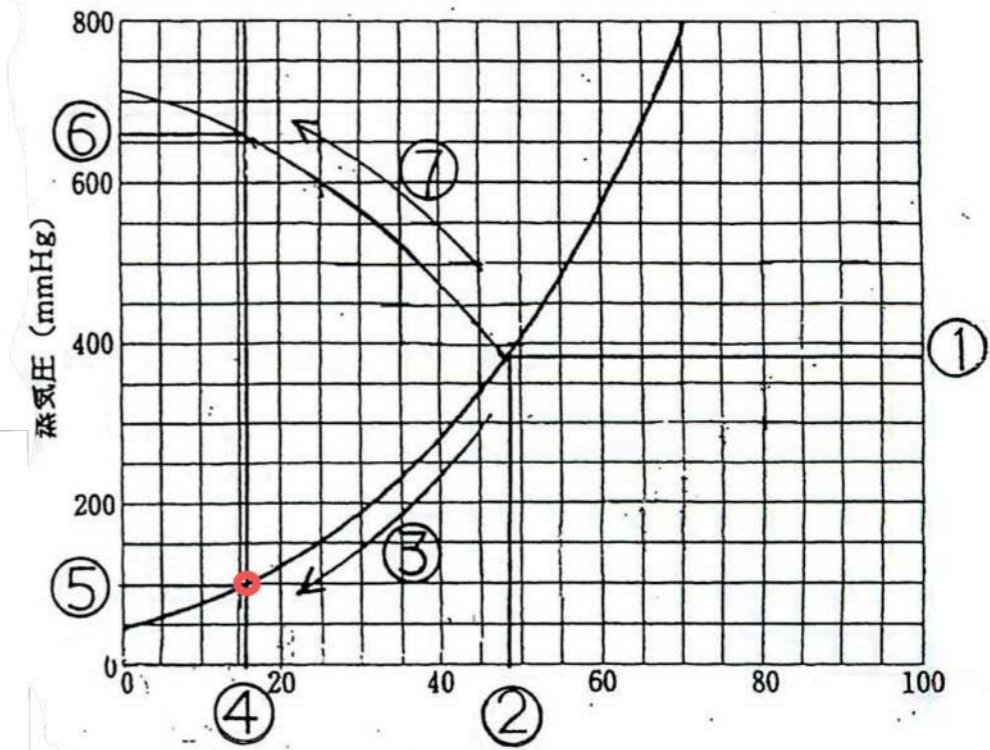
	水蒸気	窒素
圧力		
体積	同一容器内 VL	同一容器内 VL
物質量		
温度		



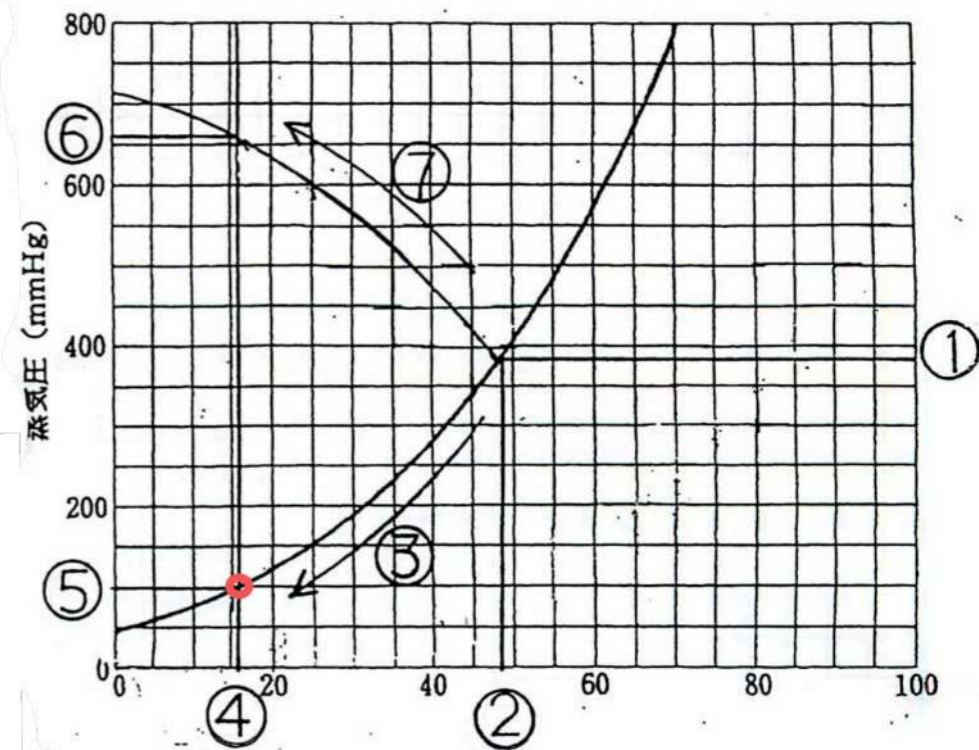
	水蒸気	窒素
圧力		
体積	同一容器内 $V_L$	同一容器内 $V_L$
物質質量		
温度	同一容器内 $T_K$	同一容器内 $T_K$



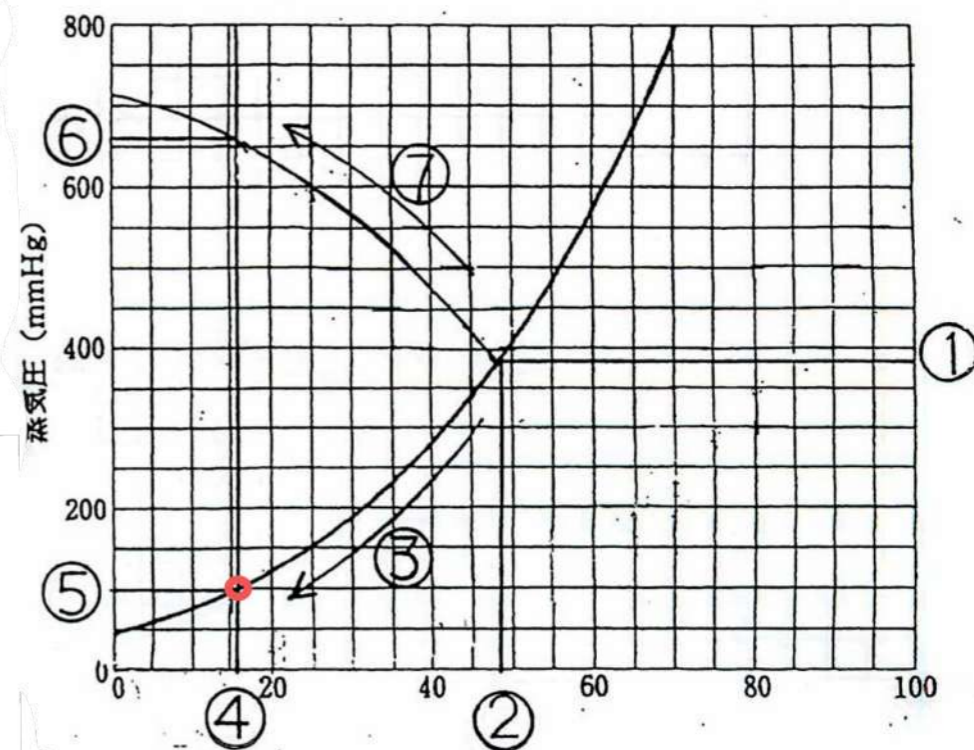
	水蒸気	窒素
圧力		(760 - 100 =) <b>660mmHg</b>
体積	同一容器内 <b>V</b>	同一容器内 <b>V</b>
物質質量		
温度	同一容器内 <b>T</b>	同一容器内 <b>T</b>



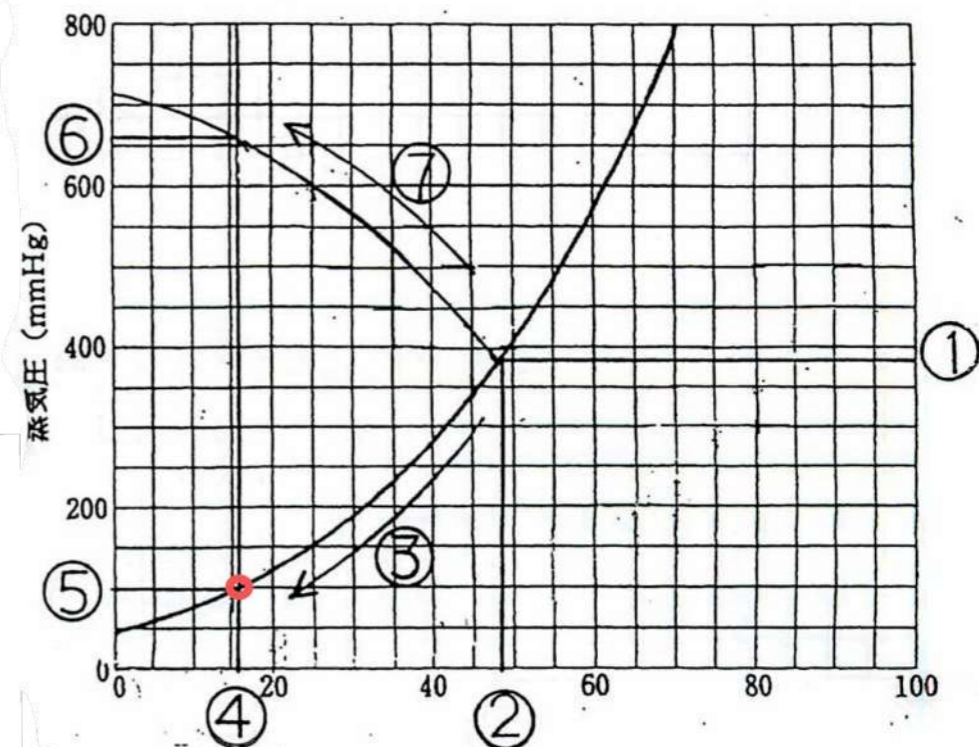
	水蒸気	窒素
圧力	飽和蒸気圧 100mmHg	(760 - 100 =) 660mmHg
体積	同一容器内 VL	同一容器内 VL
物質量		
温度	同一容器内 TK	同一容器内 TK



	水蒸気	窒素
圧力	飽和蒸気圧 100mmHg	(760 - 100 =) 660mmHg
体積	同一容器内 VL	同一容器内 VL
物質質量		<i>n mol</i>
温度	同一容器内 TK	同一容器内 TK

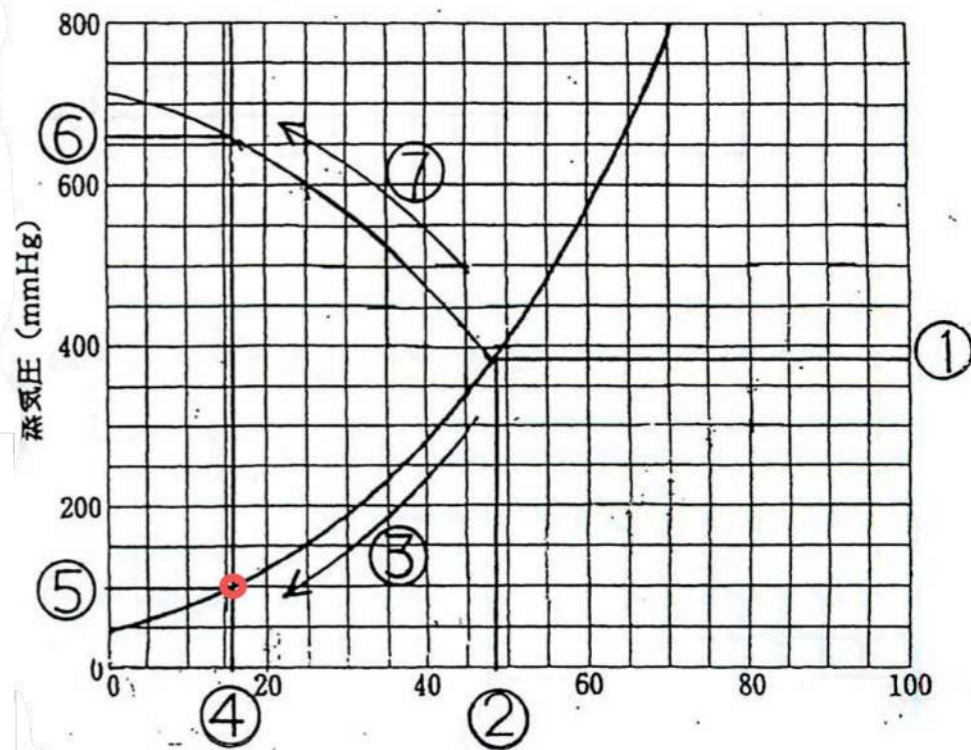


	水蒸気	窒素
压力	飽和蒸気圧 100mmHg	(760 - 100 =) 660mmHg
体積	同一容器内 VL	同一容器内 VL
物質質量	$\frac{100}{660} n \text{ mol}$	$n \text{ mol}$
温度	同一容器内 TK	同一容器内 TK





	水蒸気	窒素
压力	飽和蒸気圧 100mmHg	(760 - 100 =) 660mmHg
体積	同一容器内 VL	同一容器内 VL
物質質量	$\frac{100}{660} n \text{ mol}$	$n \text{ mol}$
温度	同一容器内 TK	同一容器内 TK



$$\frac{\frac{100}{660} n}{n} \times 100 = 15.1 (\%)$$

# 再掲

## 問3

i 16°Cにおけるヘキサン(気)の圧力は?

④の温度 = 16(°C)  
 ⑤の読み値 = 100(mmHg)

ii 16°Cにおける窒素(気)の圧力は?

⑥の圧力 = 760 - 100 = 660(mmHg)  
 ⑦: ③の減少に対応し⑦は上昇

iii 全ヘキサンがすべて気体だと考えたとき、  
 16°Cにおける全ヘキサン(気)の圧力は?

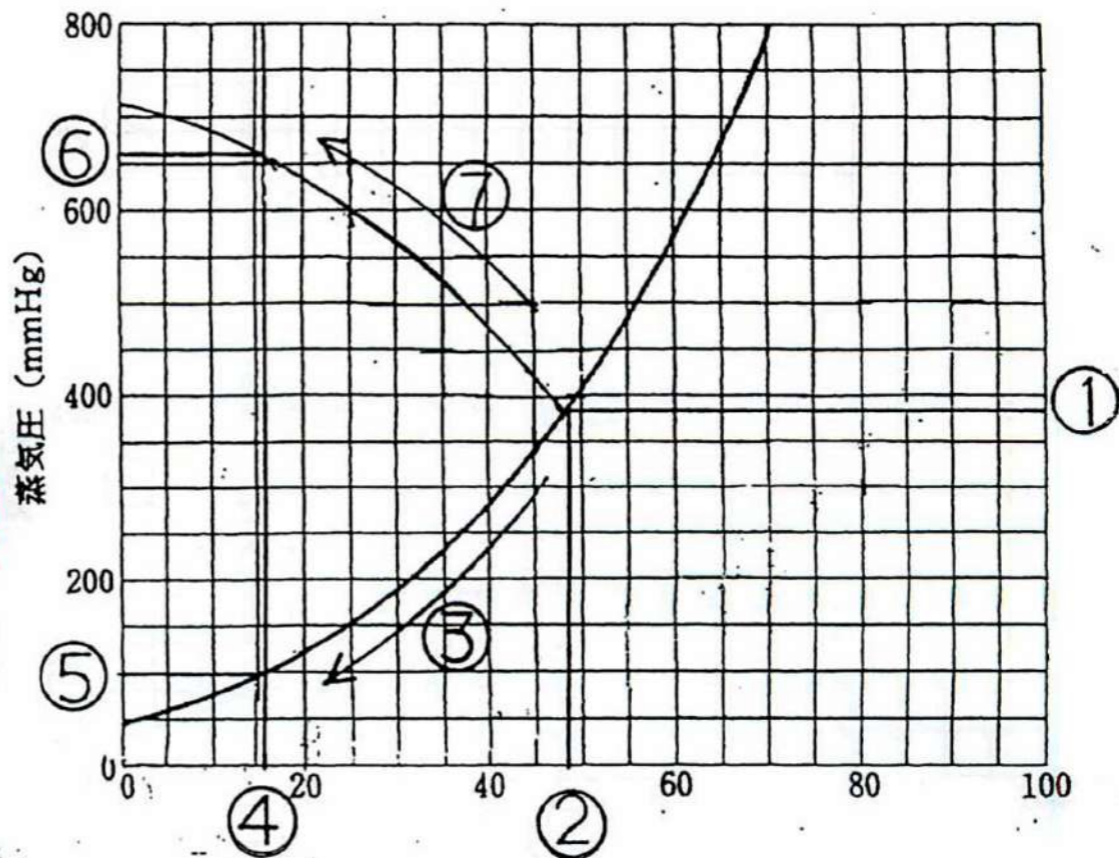
N<sub>2</sub>と同様に 660 mmHg

iv 求める比は?

同温、同体積では、圧力比 = 物質質量比

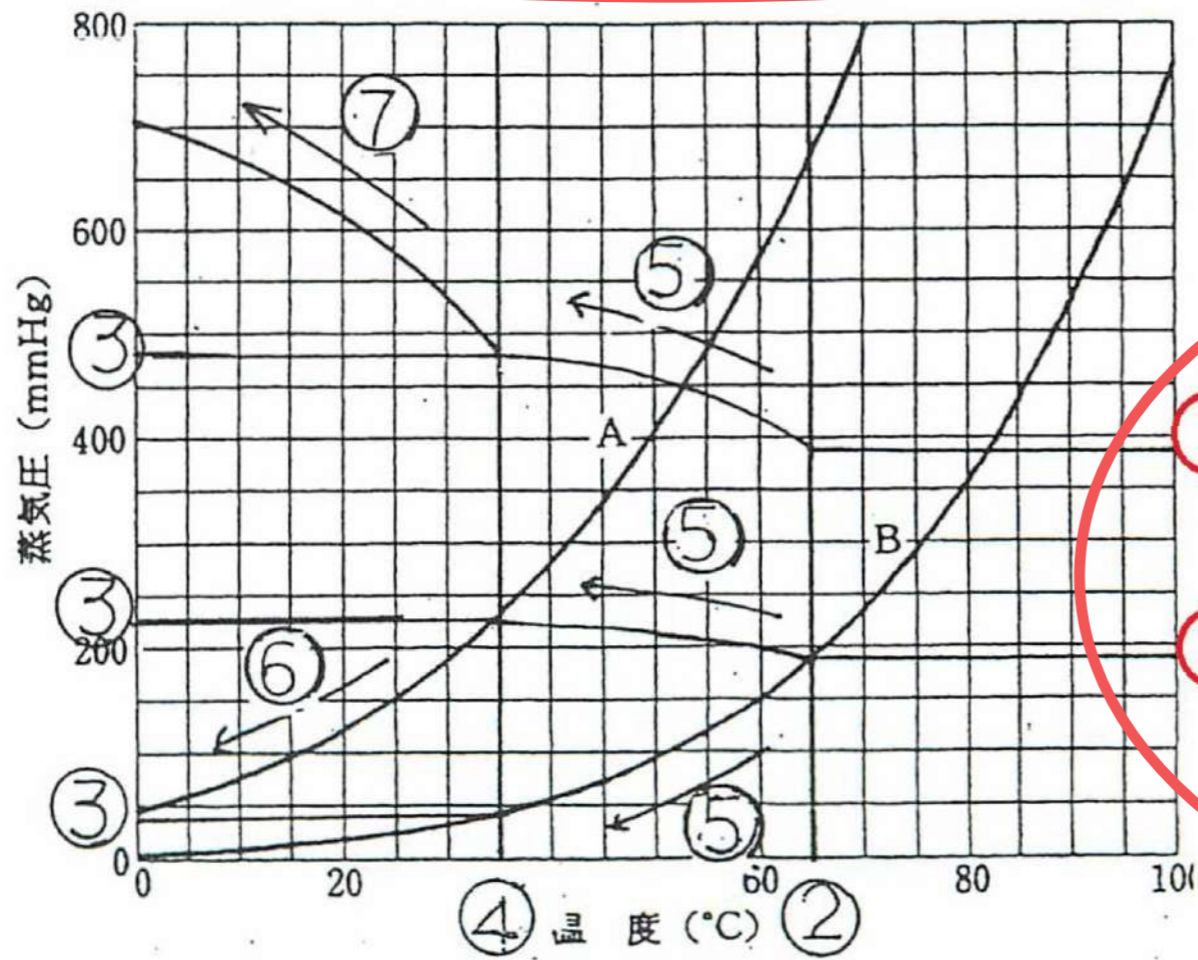
$$\frac{100}{660} \times 100 = 15.1(\%)$$

問3の解答: 15 %



同容積、同温度  
 同一物質質量

- ① 最初の混合比は、ヘキサン:水:窒素 = 1:1:2 だから、  
「分圧 = 全圧 × モル分率」から、各分圧を計算する。



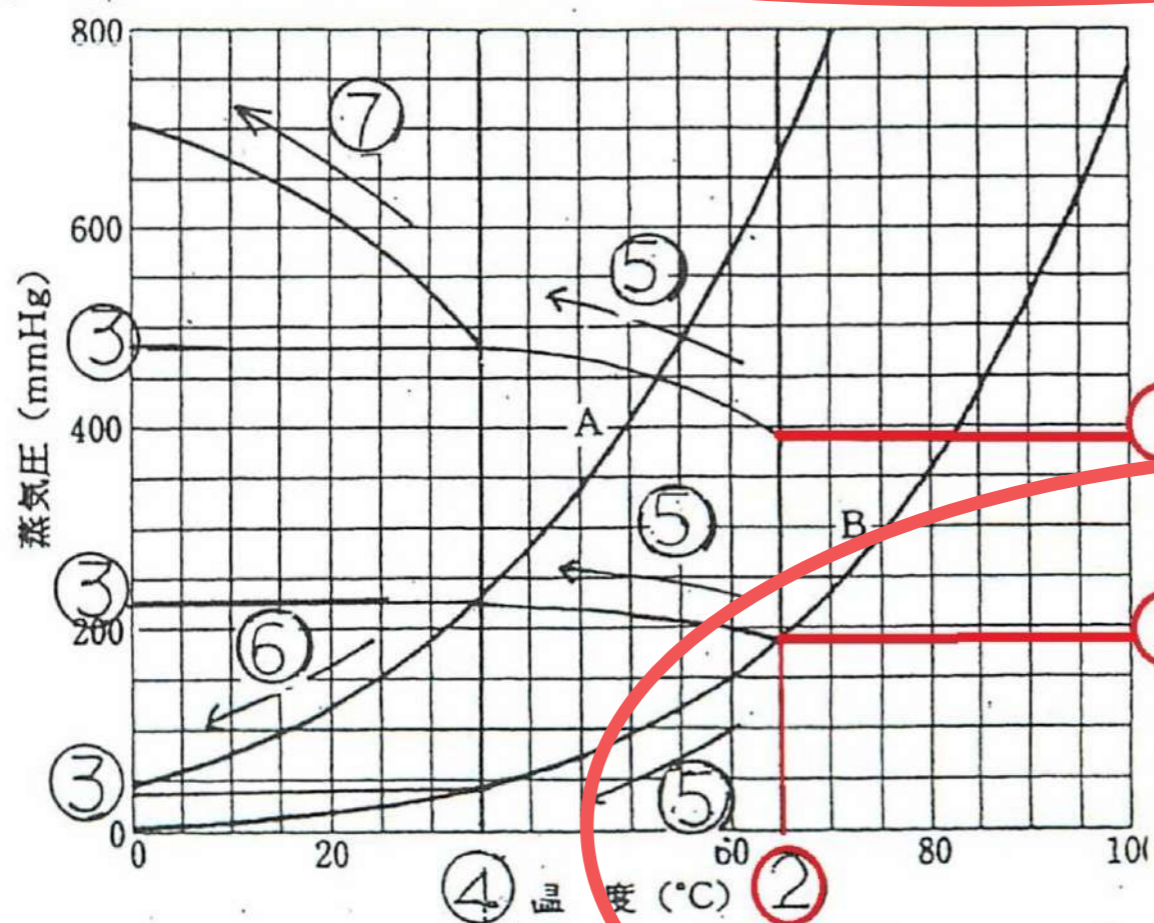
① 窒素の圧力 =  $760 \times \frac{2}{4} = 380 \text{ mmHg}$

① ヘキサンと水の圧力  
=  $760 \times \frac{1}{4} = 190 \text{ mmHg}$

② 水(水蒸気)の分圧が水の蒸気圧と等しくなる温度

(水の凝縮が開始する温度)を読み取る。

すると、それは65°Cである。←問4の解答



① 窒素の圧力 =  $760 \times \frac{2}{4} = 380 \text{ mmHg}$

① ヘキサンと水の圧力  
=  $760 \times \frac{1}{4} = 190 \text{ mmHg}$

②  
65°C

③ ヘキサンの凝縮開始時の気体の混合比は、

ヘキサン:水:窒素 = 1:0.19:2 だから、各分圧が計算できる。

(ヘキサンの液化開始時)

窒素の圧力 =

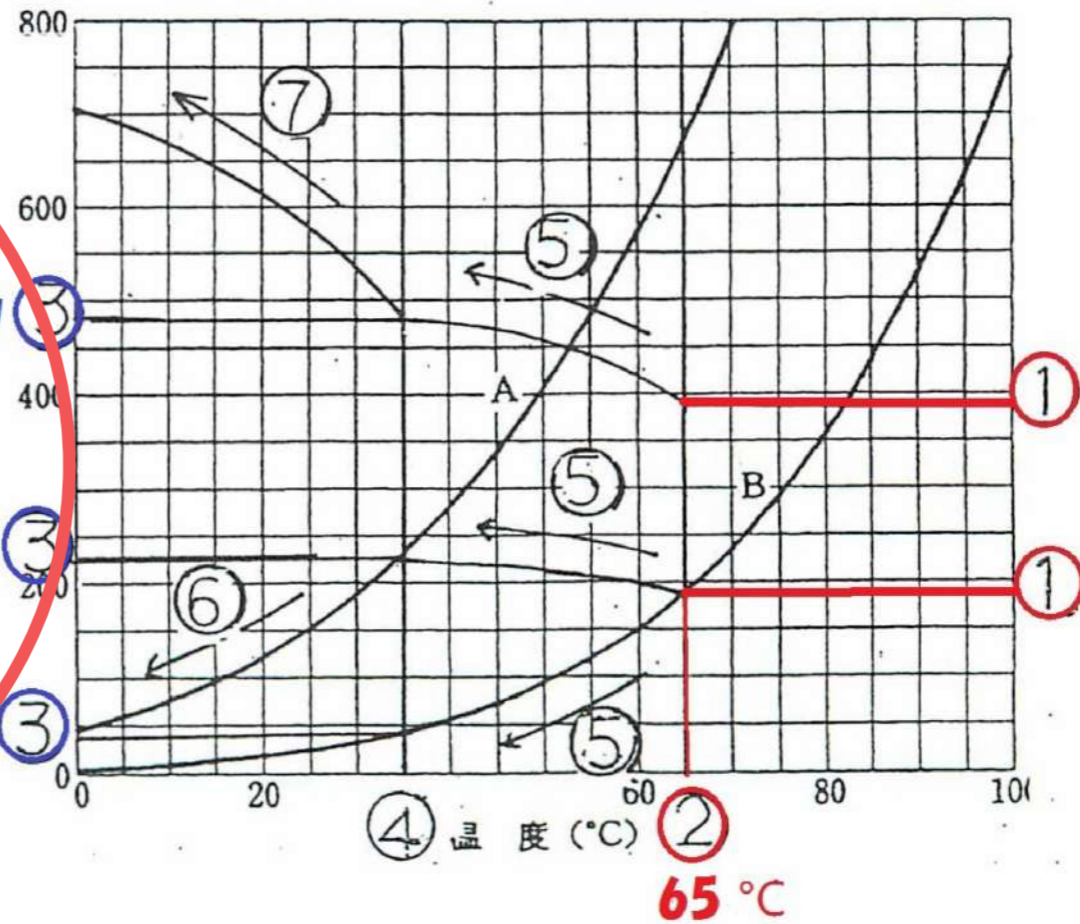
$$760 \times \frac{2}{0.19 + 1 + 2} = 477 \text{ mmHg} \quad \text{③}$$

ヘキサンの圧力 =

$$760 \times \frac{1}{0.19 + 1 + 2} = 238 \text{ mmHg} \quad \text{③}$$

水の圧力 =

$$760 \times \frac{0.19}{0.19 + 1 + 2} = 45 \text{ mmHg} \quad \text{③}$$



④ ヘキサンの分圧がヘキサンの蒸気圧と等しくなる温度

(ヘキサンの凝縮が始まる温度)を読み取る。

すると、それは**35~36°C**である。←問5の解答

窒素の圧力 =

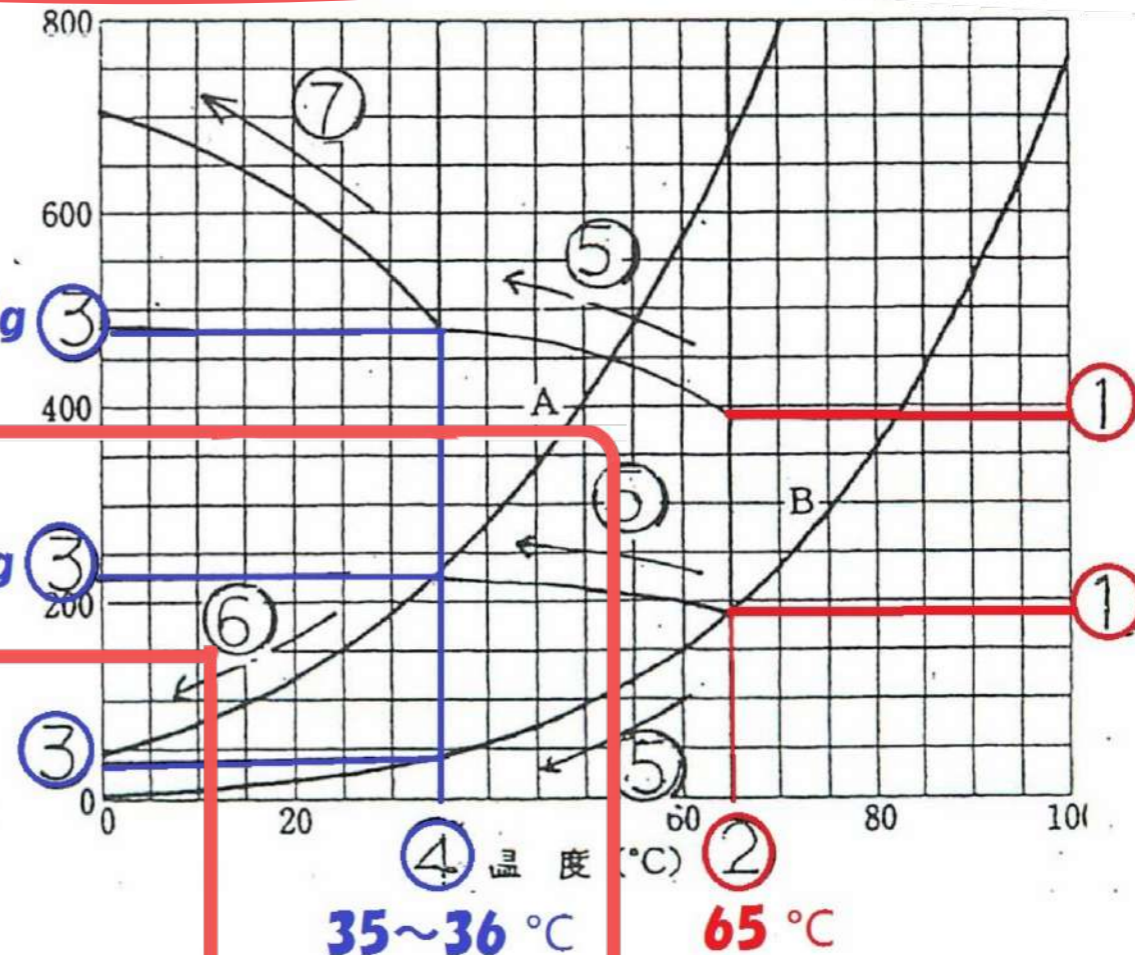
$$760 \times \frac{2}{0.19 + 1 + 2} = 477 \text{ mmHg}$$

ヘキサンの圧力 =

$$760 \times \frac{1}{0.19 + 1 + 2} = 238 \text{ mmHg}$$

水の圧力 =

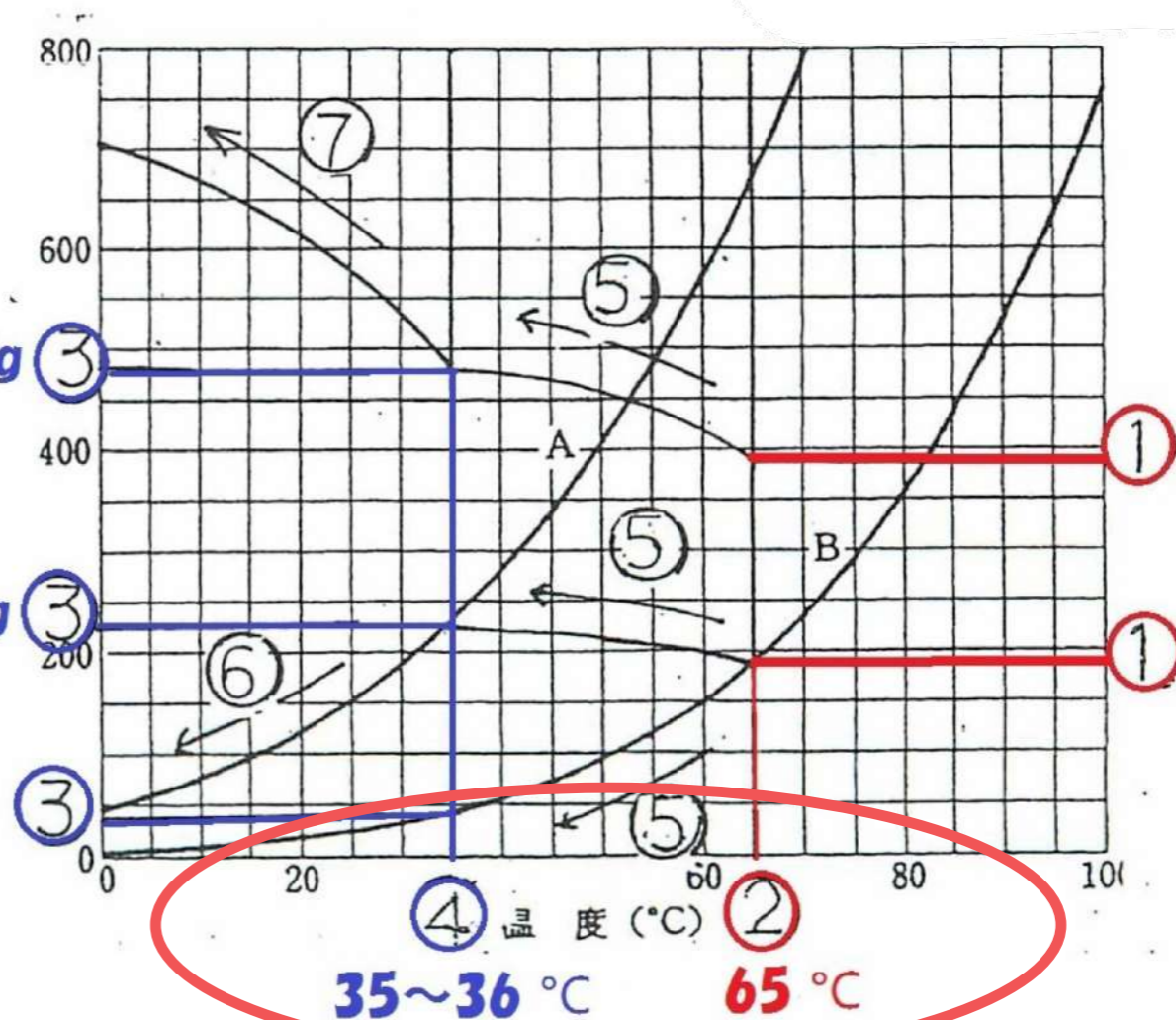
$$760 \times \frac{0.19}{0.19 + 1 + 2} = 45 \text{ mmHg}$$



窒素の圧力 =  $760 \times \frac{2}{0.19 + 1 + 2} = 477 \text{ mmHg}$

ヘキサンの圧力 =  $760 \times \frac{1}{0.19 + 1 + 2} = 238 \text{ mmHg}$

水の圧力 =  $760 \times \frac{0.19}{0.19 + 1 + 2} = 45 \text{ mmHg}$

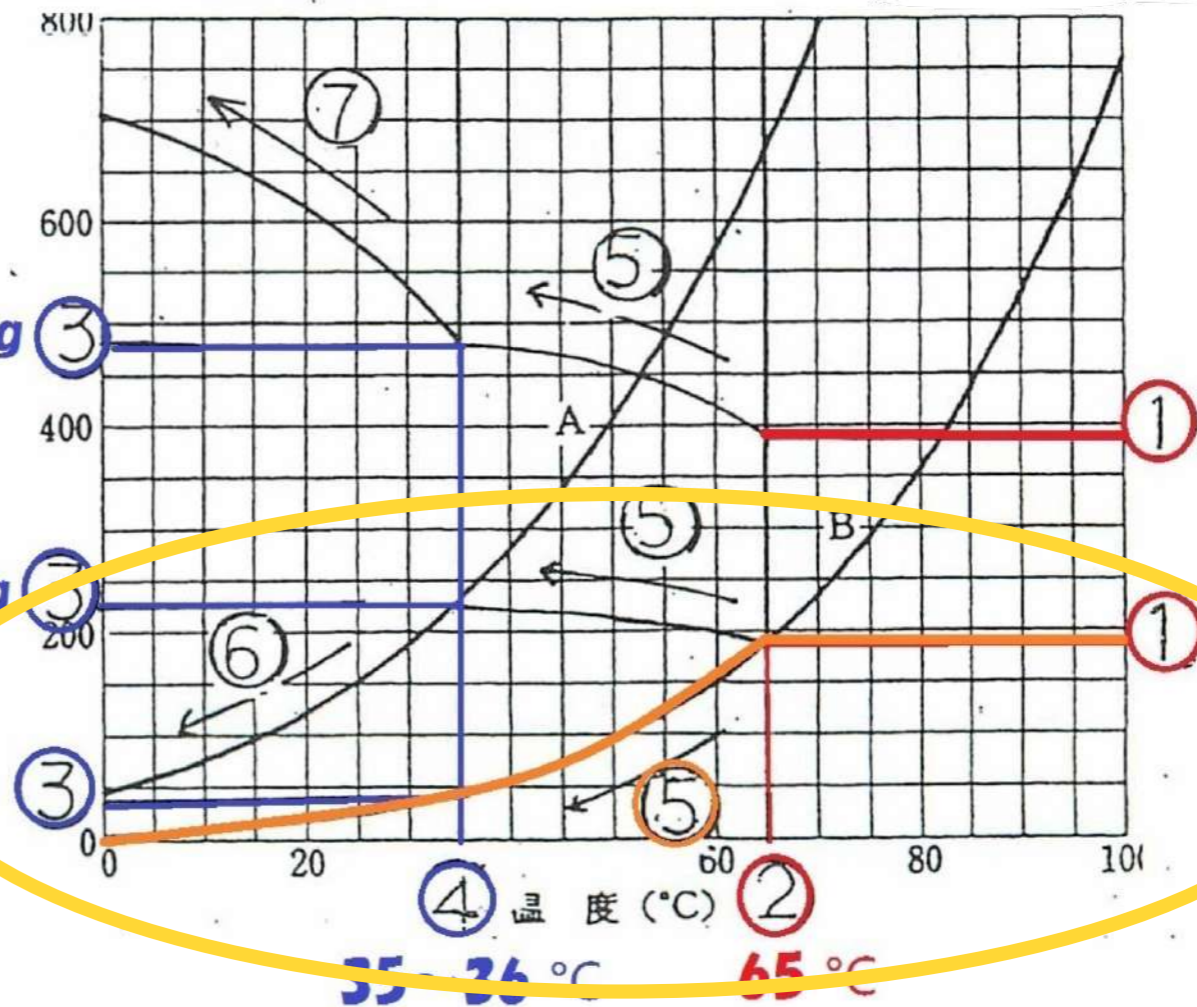


つまり、65°Cで水の凝縮が始まり、さらに35~36°Cでヘキサンの凝縮が始まることが分かった。

窒素の圧力 =  $760 \times \frac{2}{0.19 + 1 + 2} = 477 \text{ mmHg}$

ヘキサンの圧力 =  $760 \times \frac{1}{0.19 + 1 + 2} = 238 \text{ mmHg}$

水の圧力 =  $760 \times \frac{0.19}{0.19 + 1 + 2} = 45 \text{ mmHg}$



★水は、凝縮が開始する65°Cまで一定の圧力で、

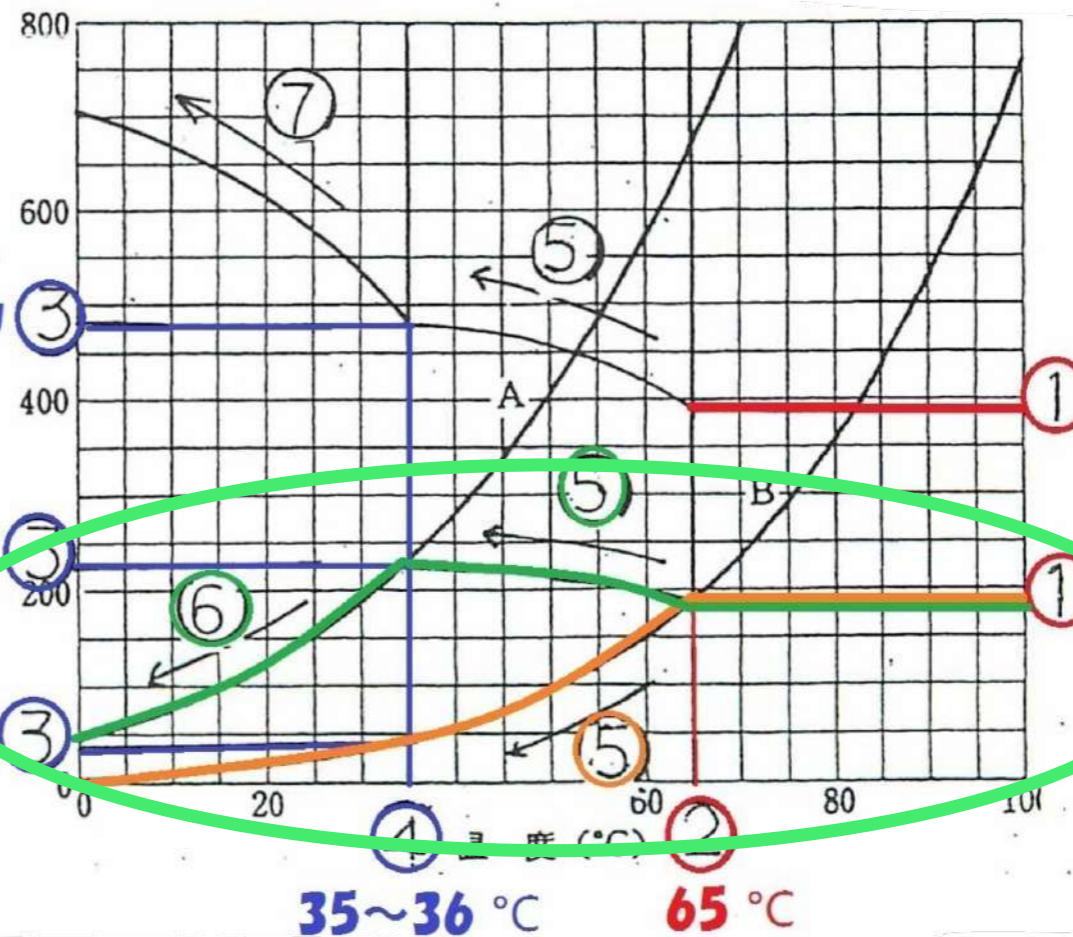
それ以降は(気-液共存となるので)飽和蒸気圧曲線に従う。



$$\text{窒素の圧力} = 760 \times \frac{2}{0.19 + 1 + 2} = 477 \text{ mmHg}$$

$$\text{ヘキサンの圧力} = 760 \times \frac{1}{0.19 + 1 + 2} = 238 \text{ mmHg}$$

$$\text{水の圧力} = 760 \times \frac{0.19}{0.19 + 1 + 2} = 45 \text{ mmHg}$$



★ヘキサンは、水の凝縮が始まる65°Cまで一定の圧力で、

それ以降は、水の圧力減少をカバーする形で、窒素とともに圧力が増大する。

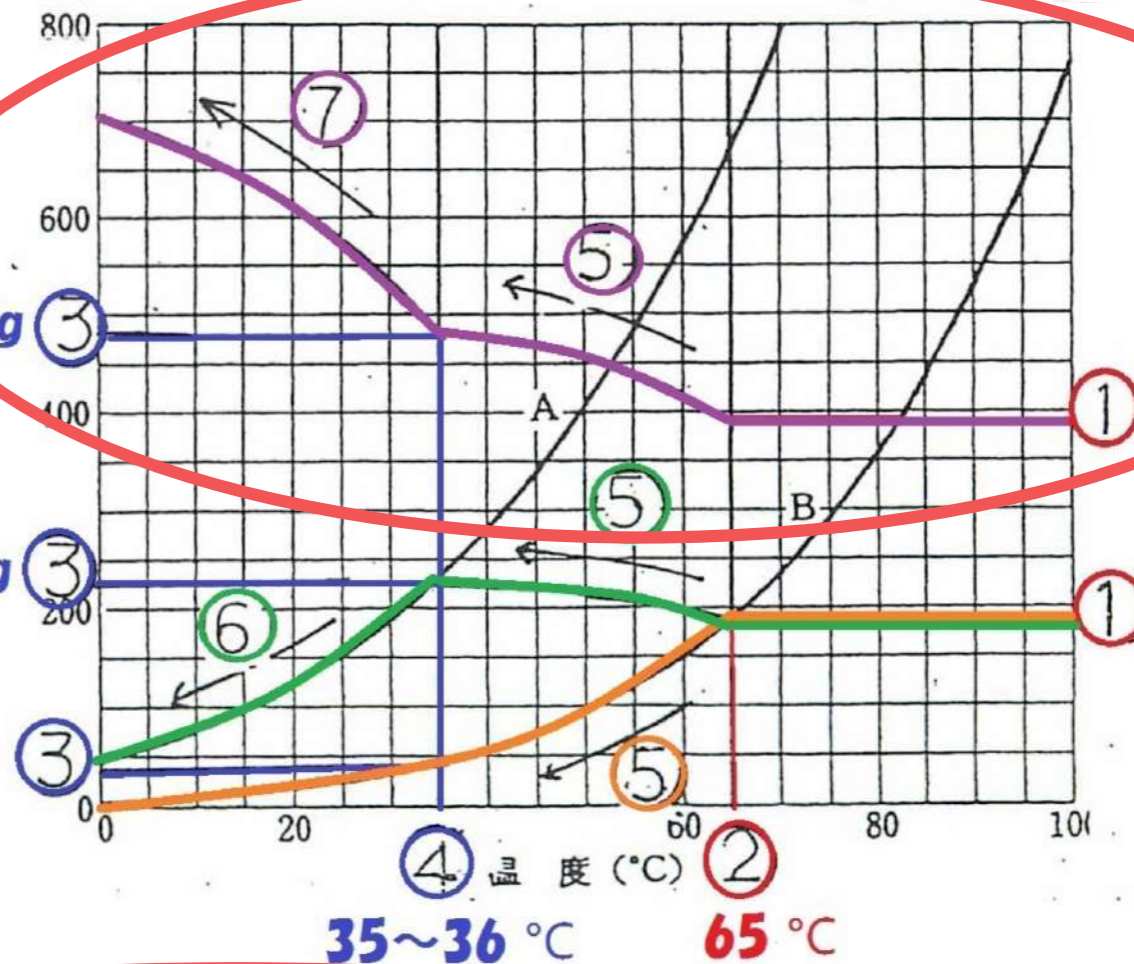
やがて自身の凝縮を開始する35~36°Cになると、

それ以降は(気-液共存となるので)飽和蒸気圧曲線に従う。

窒素の圧力 =  $760 \times \frac{2}{0.19 + 1 + 2} = 477 \text{ mmHg}$  (3)

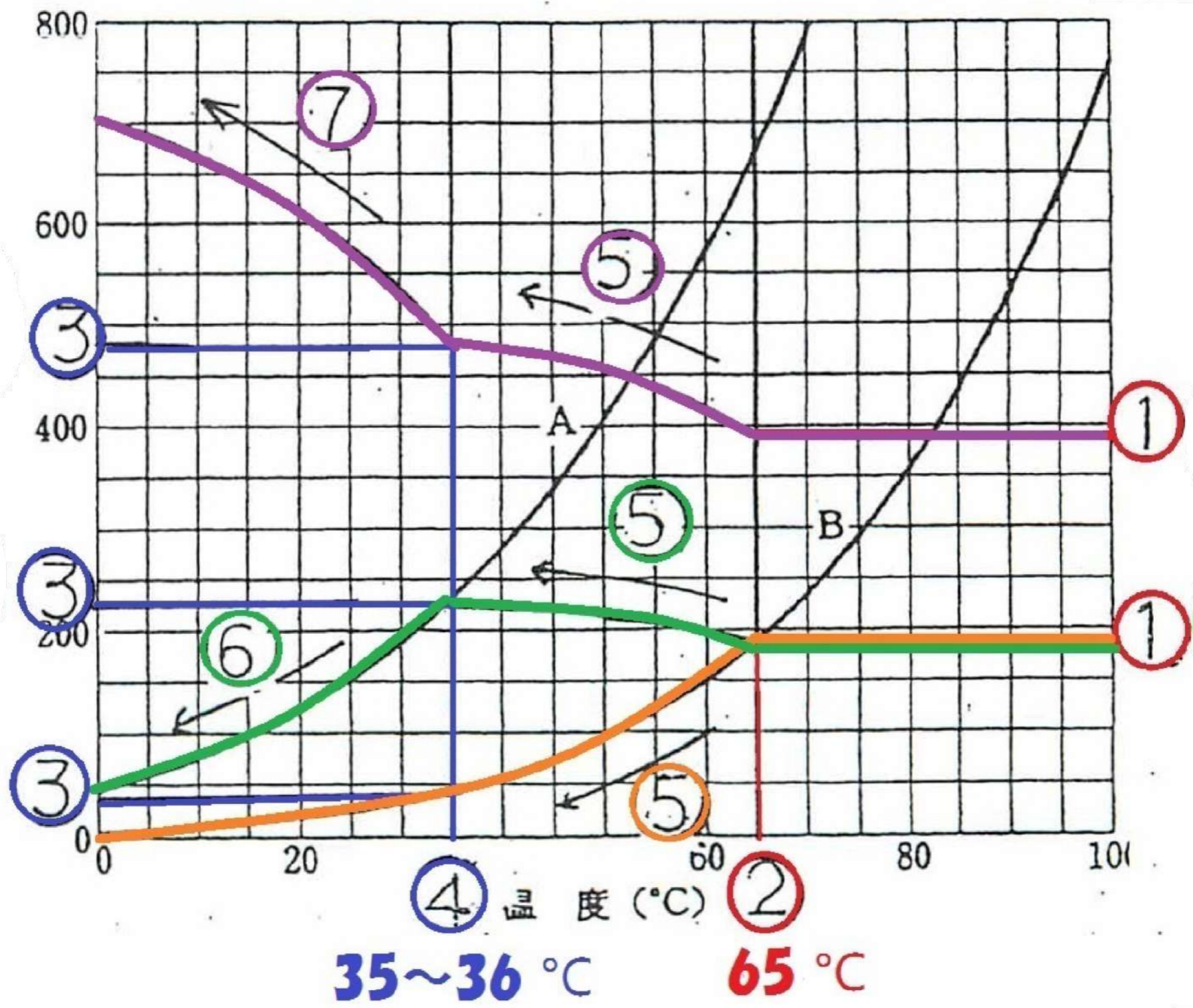
ヘキサンの圧力 =  $760 \times \frac{1}{0.19 + 1 + 2} = 238 \text{ mmHg}$  (3)

水の圧力 =  $760 \times \frac{0.19}{0.19 + 1 + 2} = 45 \text{ mmHg}$  (3)



★窒素は、水の凝縮が始まる65°Cまで一定の圧力で、  
 それ以降は、水の圧力減少をカバーする形で、ヘキサンとともに圧力が増大する。  
 やがてヘキサンの凝縮を開始する35~36°Cになると、  
 それ以降は水とヘキサンの圧力減少をカバーする形で、圧力が増大する。

# 再掲



**1-3**

**素酸化物** 出典;北海道大学

**1行目:一酸化窒素の実験室的製法**  
**(一酸化窒素の工業的製法?)**

**[step1] 1行目『希硝酸に~NOが発生する。』 + 問1**

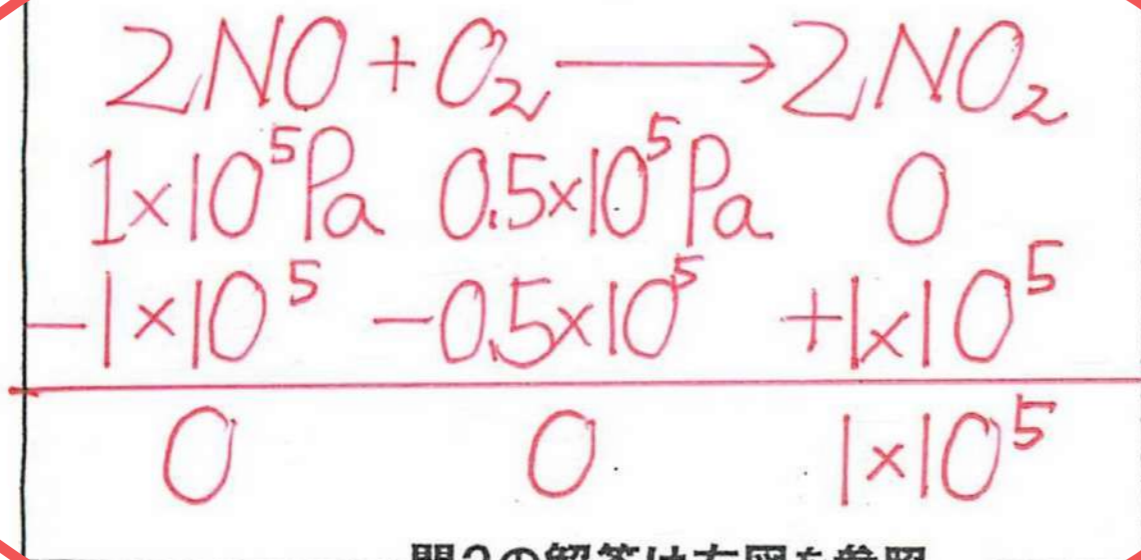
**問1の解答;  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$**

## 2. 3行目:一酸化窒素の性質

(より高温でも同様の反応は起こる?)

【step2】 1~3行目『この気体を~ほぼ完全に進む。』+問2

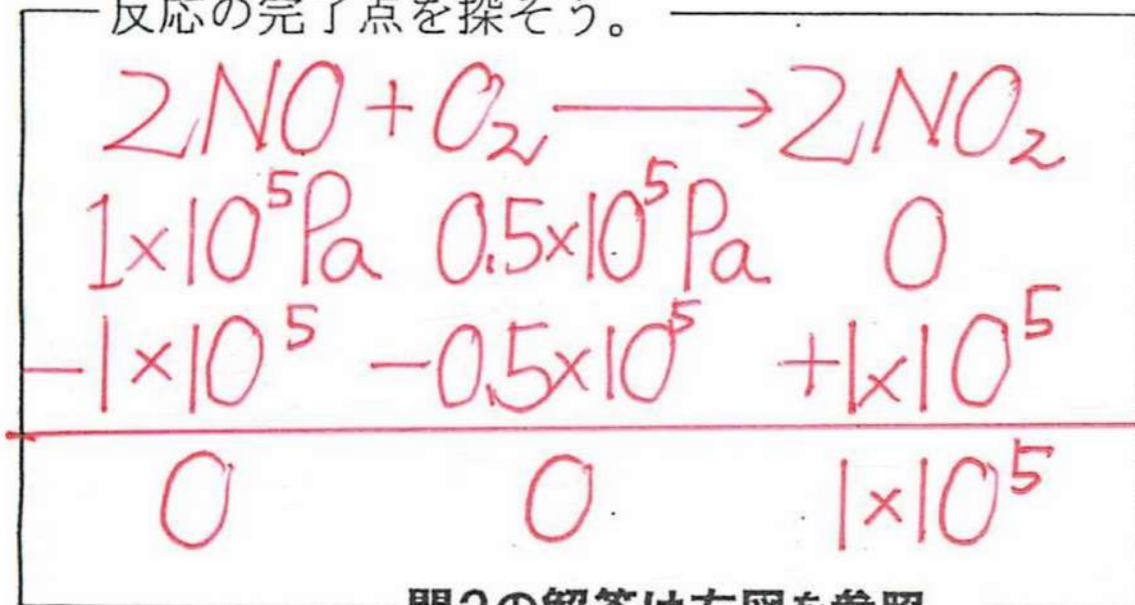
反応の完了点を探そう。



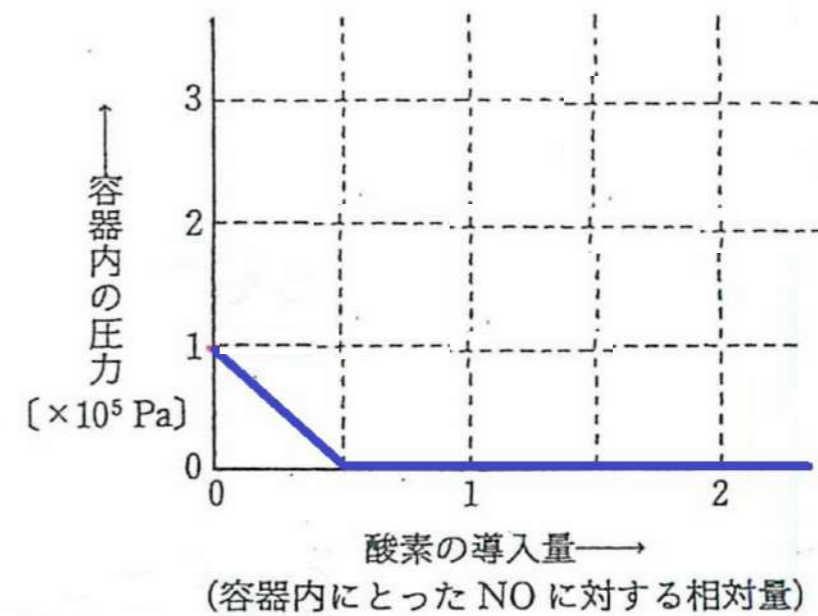
問2の解答は右図を参照。

**[step2] 1~3行目『この気体を〜ほぼ完全に進む。』 + 問2**

反応の完了点を探そう。



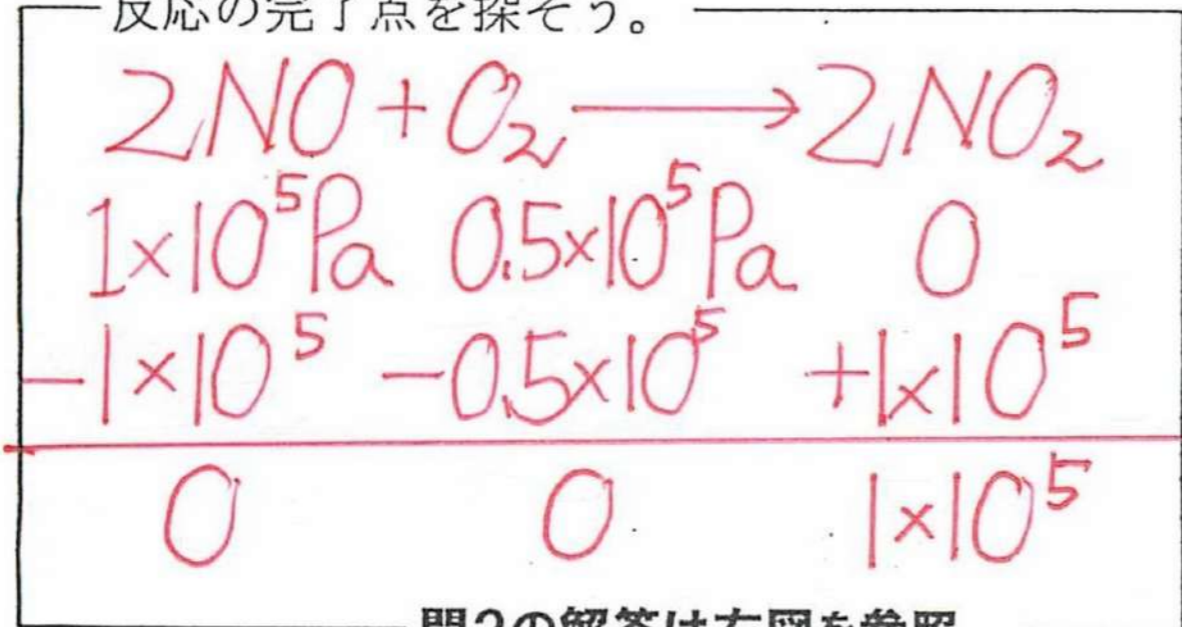
問2の解答は右図を参照。



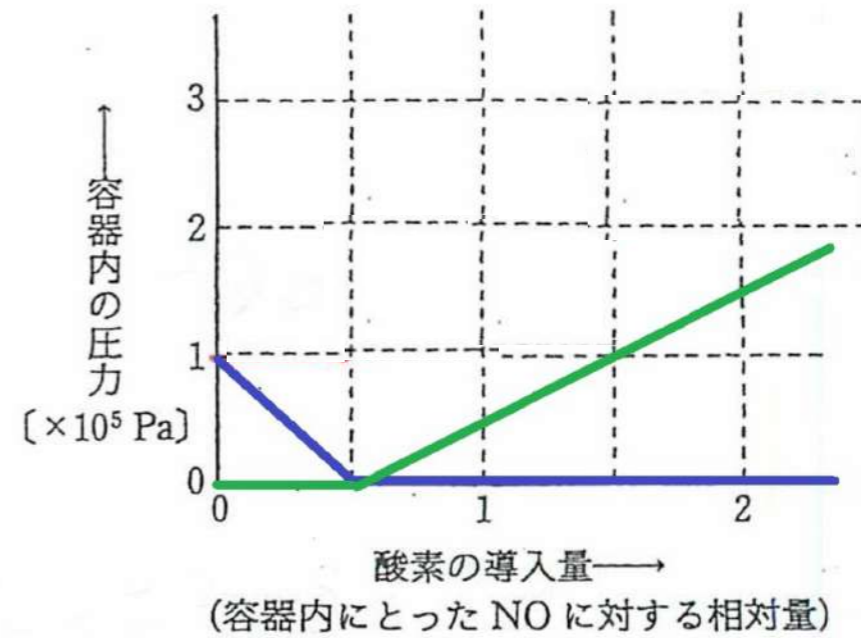
NOの変化

【step2】 1~3行目『この気体を～ほぼ完全に進む。』 + 問2

反応の完了点を探そう。



問2の解答は右図を参照。

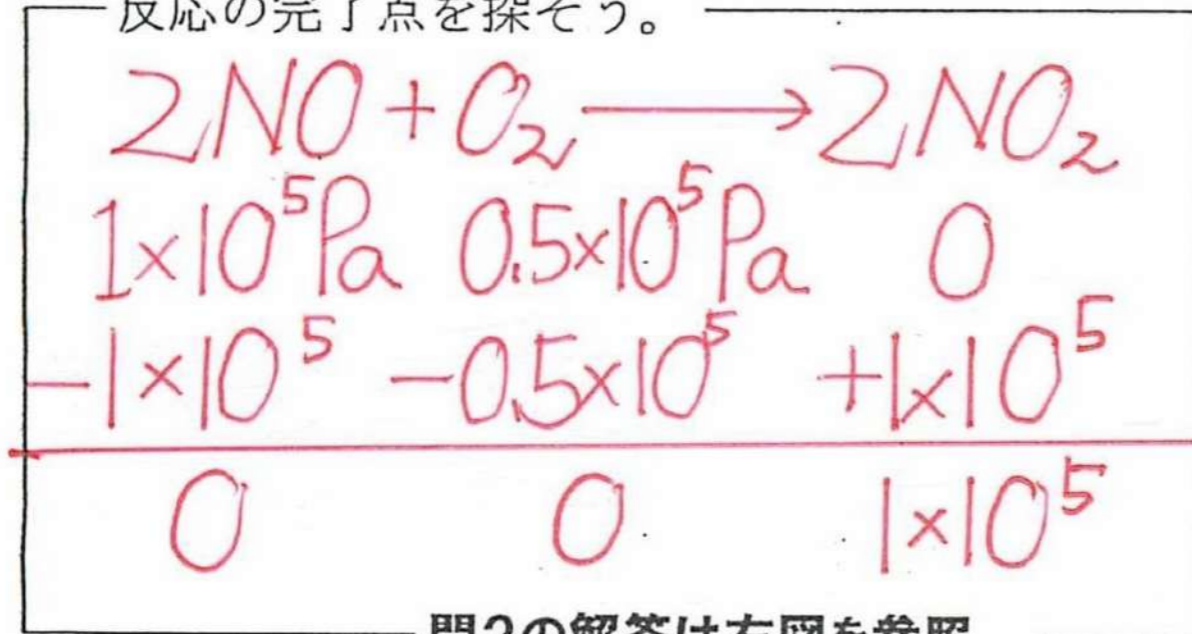


**NOの変化**

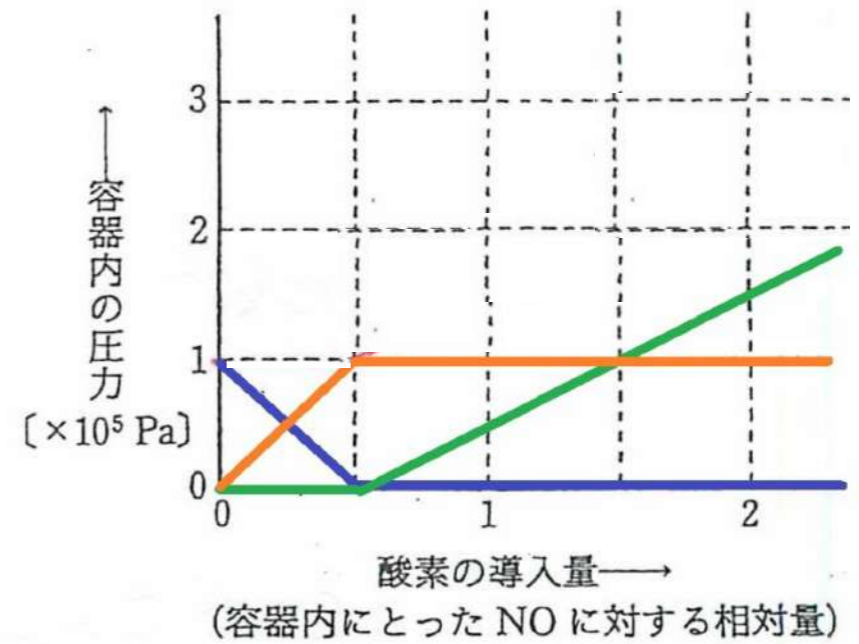
**O<sub>2</sub>の変化**

【step2】 1~3行目『この気体を〜ほぼ完全に進む。』 + 問2

反応の完了点を探そう。



問2の解答は右図を参照。



NOの変化

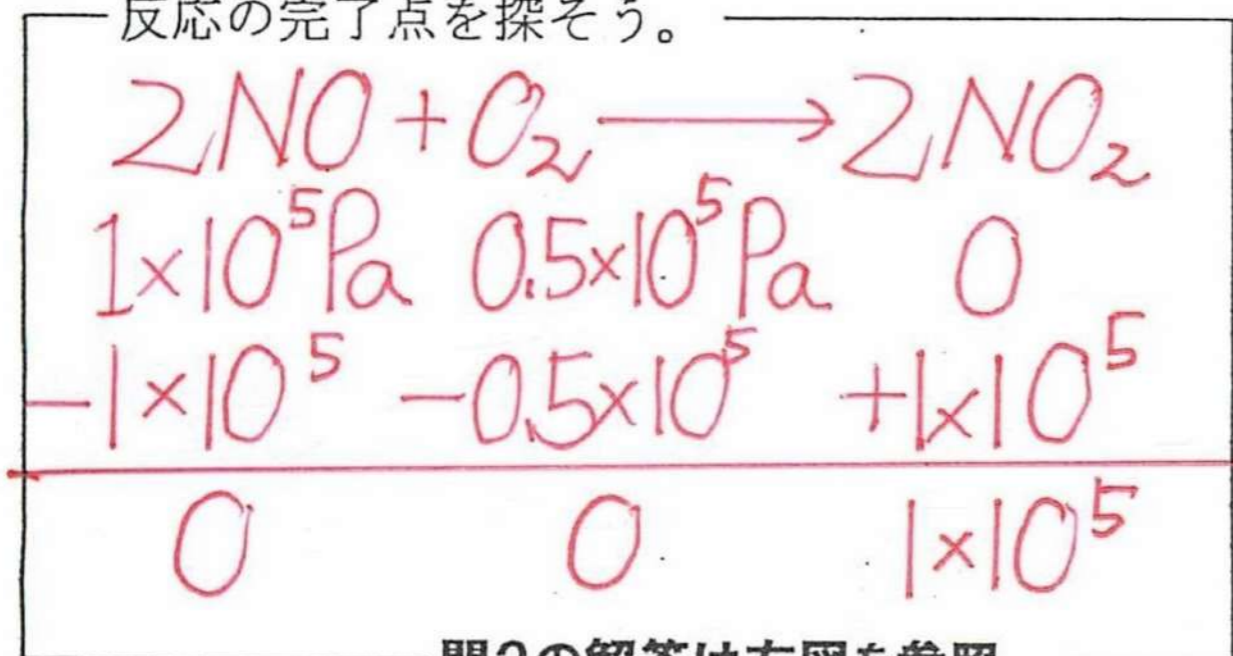
O<sub>2</sub>の変化

NO<sub>2</sub>の変化

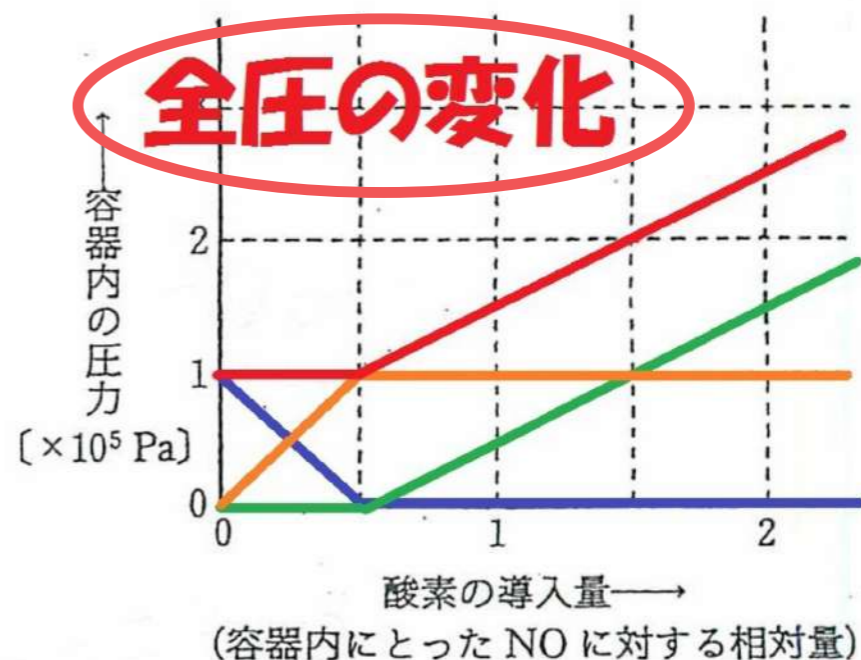


**[step2] 1~3行目『この気体を～ほぼ完全に進む。』 + 問2**

反応の完了点を探そう。



問2の解答は右図を参照。



**NOの変化**

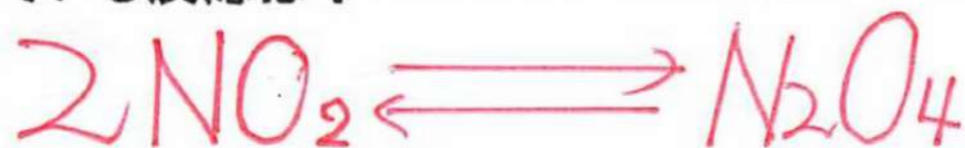
**O<sub>2</sub>の変化**

**NO<sub>2</sub>の変化**

## 4~6行目:二酸化窒素と四酸化二窒素の平衡 (なぜ $N_2O_4$ に?)

**[step3]** 4~6行目『ピストン付き容器に~気体の色も変化した。』+問3

① ここで起きている反応は? \_\_\_\_\_



問3の解答; Xは、 $N_2O_4$ 、反応式は上記の通り。 \_\_\_\_\_

【step3】 4~6行目『ピストン付き容器に~気体の色も変化した。』 + 問3

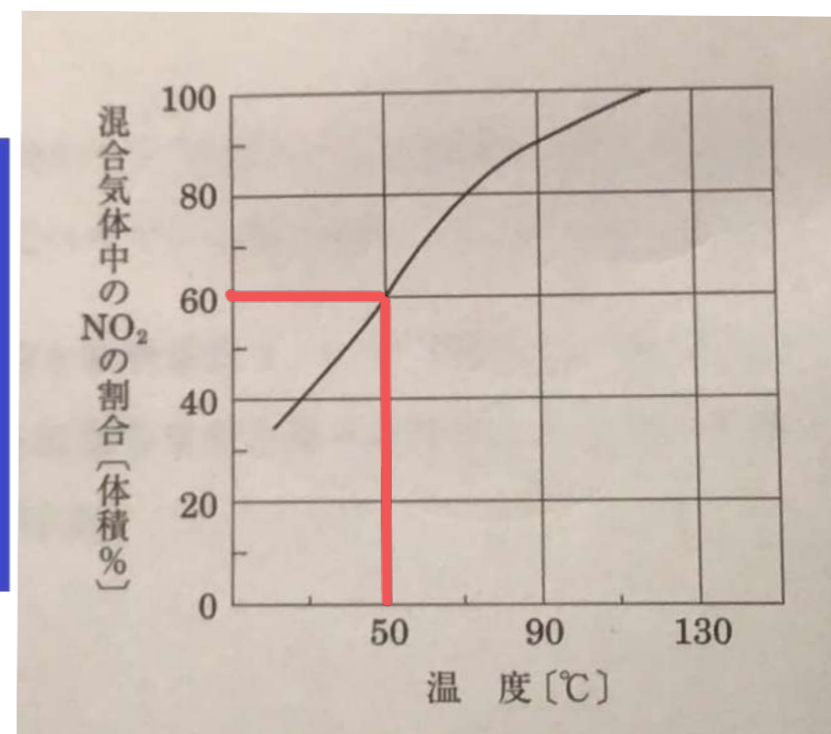
① ここで起きている反応は？



問3の解答; Xは、 $\text{N}_2\text{O}_4$ 、反応式は上記の通り。

## 二酸化窒素と四酸化二窒素の平衡

$$K_p = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{P_{\text{NO}_2}^2}$$



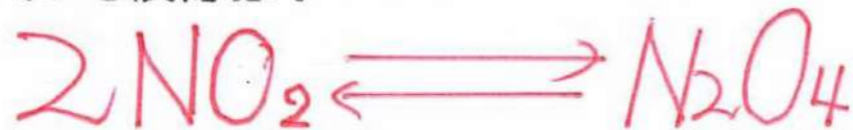
② 上式の圧平衡定数は？

$$K_p = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{P_{\text{NO}_2}^2} = \frac{1 \times 10^5 \times \frac{40}{100}}{\left(1 \times 10^5 \times \frac{60}{100}\right)^2} = 1.11 \times 10^{-5} \text{ (Pa}^{-1}\text{)}$$

問3の解答; (圧平衡定数)  $1.1 \times 10^{-5} \text{ Pa}^{-1}$

【step3】 4～6行目『ピストン付き容器に～気体の色も変化した。』 + 問3

① ここで起きている反応は？



問3の解答; Xは、 $\text{N}_2\text{O}_4$ 、反応式は上記の通り。

② 上式の圧平衡定数は？

$$K_p = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{P_{\text{NO}_2}^2} = \frac{1 \times 10^5 \times \frac{40}{100}}{(1 \times 10^5 \times \frac{60}{100})^2} = 1.11 \times 10^{-5} (\text{Pa}^{-1})$$

問3の解答; (圧平衡定数)  $1.1 \times 10^{-5} \text{ Pa}^{-1}$

$$\frac{1}{9} \times 10^{-4}$$

本日の問題にはありませんが・・・

③ 上式における濃度平衡定数と圧平衡定数との関係は？

$$K_c = \frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{\frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{RT}}{\left(\frac{P_{\text{NO}_2}}{RT}\right)^2} = \frac{P_{\text{N}_2\text{O}_4}}{P_{\text{NO}_2}^2} \times RT = K_p RT$$

④ 上式の濃度平衡定数は？

$$K_c = K_p RT = 1.11 \times 10^{-5} \times 8.3 \times 10^3 \times (273 + 50) = 2.97 \times 10^3 (\text{mol/l})^{-1}$$

$$分圧 = 全圧 \times \text{モル分率}$$

↑  
体積分率  
(体積比)

体積%

理想気体: 同圧下での体積が同じ

$$PV = nRT$$

モル%に相当

PDFにはありません。

**[step4]** 6. 7行目『次に容器の容積を〜一部が凝縮した。』 + 問4

① 成立する式は？

$$K_p = \frac{P_{N_2O_4}}{P_{NO_2}^2}$$

② 上式における、 $P_{N_2O_4}$ や平衡定数 $K_p$ の値は？

③ では、 $P_{NO_2}$ の値は？

問4の解答:(二)

**:読解(情報の整理と式の選択&代入)**

**① 二酸化窒素と四酸化二窒素の平衡**

$$\text{①} \rightarrow K_p = \frac{P_{N_2O_4}}{P_{NO_2}^2}$$

[step4] 6. 7行目『次に容器の容積を〜一部が凝縮したす。』 + 問4

① 成立する式は？

$$K_p = \frac{P_{N_2O_4}}{P_{NO_2}^2}$$

② 上式における、 $p_{N_2O_4}$ や平衡定数 $K_p$ の値は？

← 温度一定なので  
気液共存なので  $P_{N_2O_4}$  (蒸気圧) は一定,  $K_p$  も一定

③ では、 $p_{NO_2}$ の値は？

問4の解答:(二)

読解(情報の整理と式の選択&代入)

① 二酸化窒素と四酸化二窒素の平衡

$$\textcircled{1} \rightarrow K_p = \frac{P_{N_2O_4}}{P_{NO_2}^2}$$

② 四酸化二窒素の液体と気体の共存

$$\textcircled{2} \rightarrow P_{N_2O_4} = \text{一定}$$

↑  
「凝縮したす。」

**[step4] 6. 7行目**『次に容器の容積を～一部が凝縮したす。』 + 問4

① 成立する式は？

$$K_p = \frac{P_{N_2O_4}}{P_{NO_2}^2}$$

② 上式における、 $P_{N_2O_4}$ や平衡定数 $K_p$ の値は？

← 温度一定なので  
気液共存なので " $P_{N_2O_4}$  (蒸気圧) は一定,  $K_p$  も一定

③ では、 $P_{NO_2}$ の値は？

$P_{NO_2}$  も一定

問4の解答:(二)

**:読解(情報の整理と式の選択&代入)**

**① 二酸化窒素と四酸化二窒素の平衡**

$$\text{①} \rightarrow K_p = \frac{P_{N_2O_4}}{P_{NO_2}^2}$$

**② 四酸化二窒素の液体と気体の共存**

$$\text{②} \rightarrow P_{N_2O_4} = \text{一定}$$

↑  
『凝縮したす。』



# 問3(3)

化学平衡の法則より

$$\frac{p_{\text{N}_2\text{O}_4}}{p_{\text{NO}_2}^2} = \frac{1}{9} \times 10^{-4} \text{ Pa}^{-1}$$

気体の法則(全圧=分圧の和)より

よって、

すなわち、

# 問3(3)

化学平衡の法則より

$$\frac{p_{\text{N}_2\text{O}_4}}{p_{\text{NO}_2}^2} = \frac{1}{9} \times 10^{-4} \text{ Pa}^{-1}$$

気体の法則(全圧=分圧の和)より

$$p_{\text{N}_2\text{O}_4} + p_{\text{NO}_2} = 1.8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

よって、

すなわち、

# 問3(3)

## 化学平衡の法則より

$$\frac{p_{\text{N}_2\text{O}_4}}{p_{\text{NO}_2}^2} = \frac{1}{9} \times 10^{-4} \text{ Pa}^{-1}$$

## 気体の法則(全圧=分圧の和)より

$$p_{\text{N}_2\text{O}_4} + p_{\text{NO}_2} = 1.8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

よって、

$$p_{\text{NO}_2}^2 + 9.0 \times 10^4 p_{\text{NO}_2} - 162 \times 10^8 = 0$$

$$(p_{\text{NO}_2} - 9.0 \times 10^4) (p_{\text{NO}_2} + 18 \times 10^4) = 0$$

$$p_{\text{NO}_2} > 0 \text{ だから, } p_{\text{NO}_2} = 9.0 \times 10^4 \text{ Pa}$$

すなわち、

(3)  $5.0 \times 10 \%$

## 問3(3)

### 化学平衡の法則より

$$\frac{p_{\text{N}_2\text{O}_4}}{p_{\text{NO}_2}^2} = \frac{1}{9} \times 10^{-4} \text{ Pa}^{-1}$$

### 気体の法則(全圧=分圧の和)より

$$p_{\text{N}_2\text{O}_4} + p_{\text{NO}_2} = 1.8 \times 10^5 \text{ Pa}$$

よって、

$$\begin{aligned} p_{\text{NO}_2}^2 + 9.0 \times 10^4 p_{\text{NO}_2} - 162 \times 10^8 &= 0 \\ (p_{\text{NO}_2} - 9.0 \times 10^4) (p_{\text{NO}_2} + 18 \times 10^4) &= 0 \\ p_{\text{NO}_2} > 0 \text{ だから, } p_{\text{NO}_2} &= 9.0 \times 10^4 \text{ Pa} \end{aligned}$$

すなわち、

$$\text{NO}_2 \text{ の割合は, } \frac{9.0 \times 10^4 \text{ Pa}}{1.8 \times 10^5 \text{ Pa}} = 0.50 = 5.0 \times 10 \%$$

(3)  $5.0 \times 10 \%$



題材

液化する物質 ( $H_2O$ ) のみの一成分系

**整理する、覚えるではなく、考え方の練習をしましょう。**

体積一定	温度一定	圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。
圧 例【 $H_2O$ 】          温度	圧 例【 $H_2O$ 】          容積	圧 例【 $H_2O$ 】          温度



液化する物質 (H<sub>2</sub>O) のみの一成分系

①  $PV = nRT$  を描く。

体積一定	温度一定	圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。
<p>圧 例【H<sub>2</sub>O】</p> <p><math>PV = nRT</math></p> <p>温度</p>	<p>圧 例【H<sub>2</sub>O】</p> <p><math>PV = nRT</math></p> <p>容積</p>	<p>圧 例【H<sub>2</sub>O】</p> <p><math>PV = nRT</math></p> <p>温度</p>



液化する物質 (H<sub>2</sub>O) のみの一成分系

**②飽和蒸気圧を重ねる。**

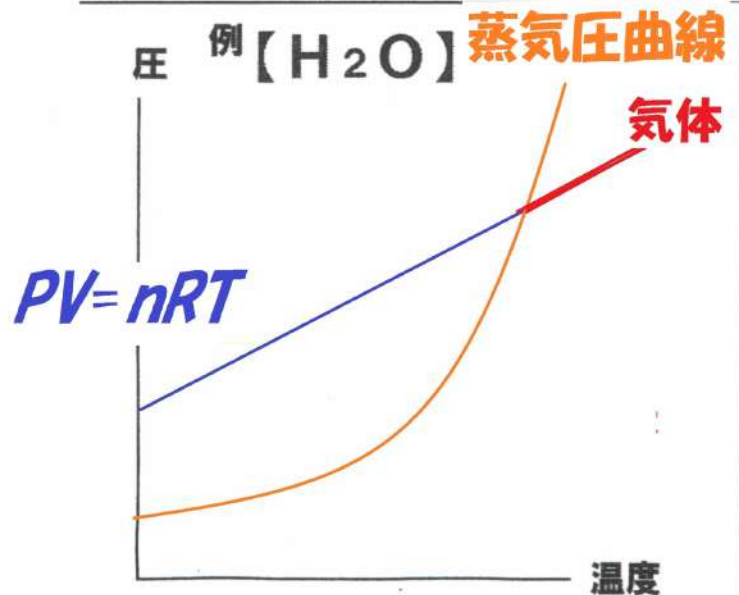
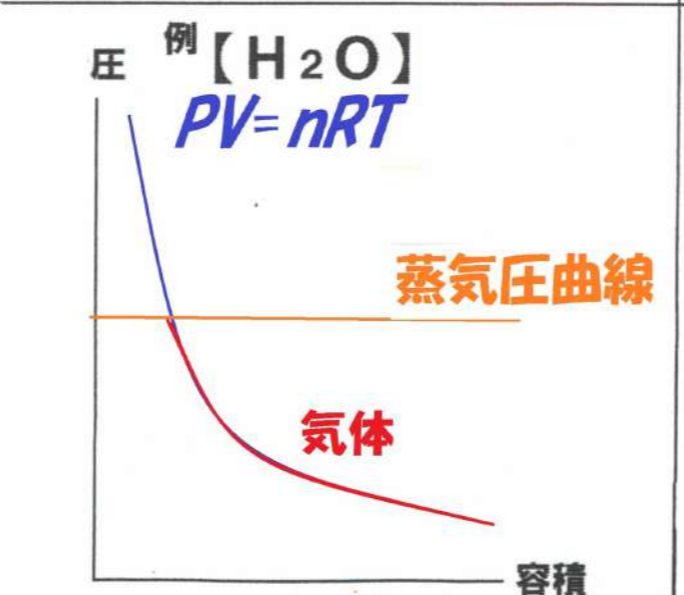
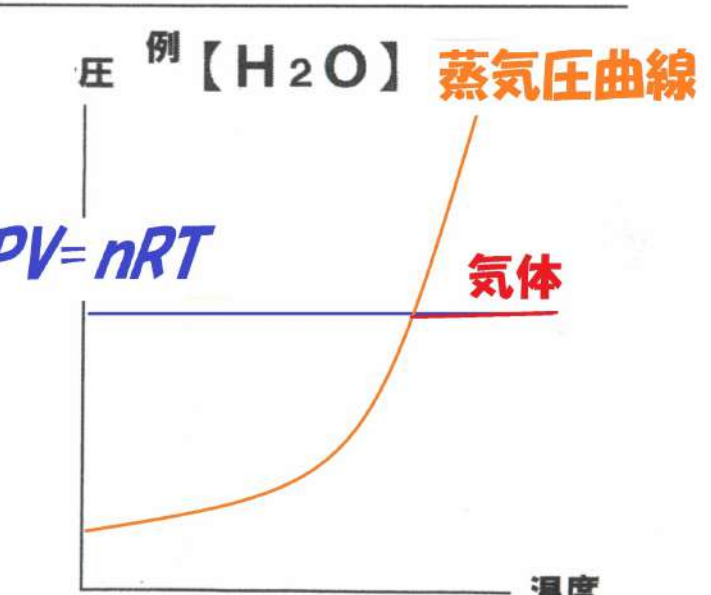
体積一定	温度一定	圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。
<p>例【H<sub>2</sub>O】 蒸気圧曲線</p> <p>PV=nRT</p> <p>温度</p>	<p>例【H<sub>2</sub>O】</p> <p>PV=nRT</p> <p>蒸気圧曲線</p> <p>容積</p>	<p>例【H<sub>2</sub>O】 蒸気圧曲線</p> <p>PV=nRT</p> <p>温度</p>



題材

液化する物質 (H<sub>2</sub>O) のみの一成分系

## ②飽和蒸気圧を重ねる。

体積一定	温度一定	圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。
		

題材

液化する物質 (H<sub>2</sub>O) のみの一成分系

## ②飽和蒸気圧を重ねる。

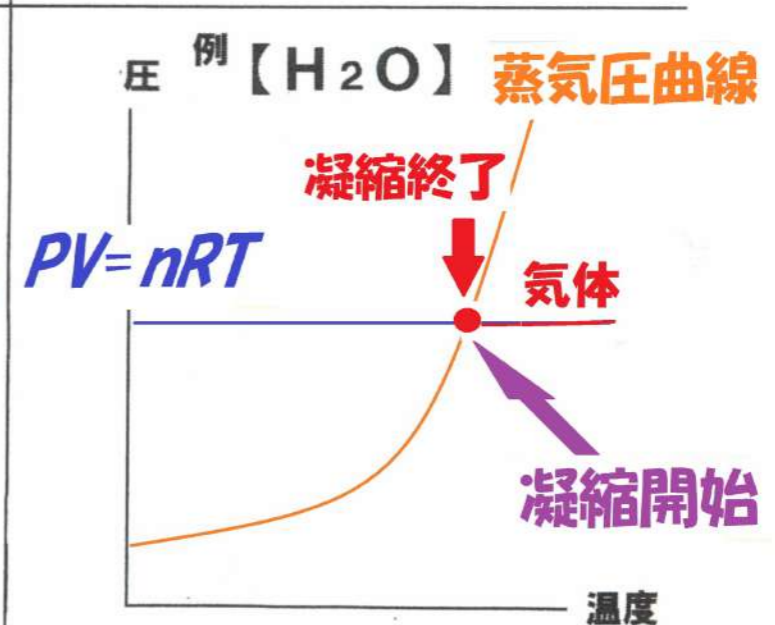
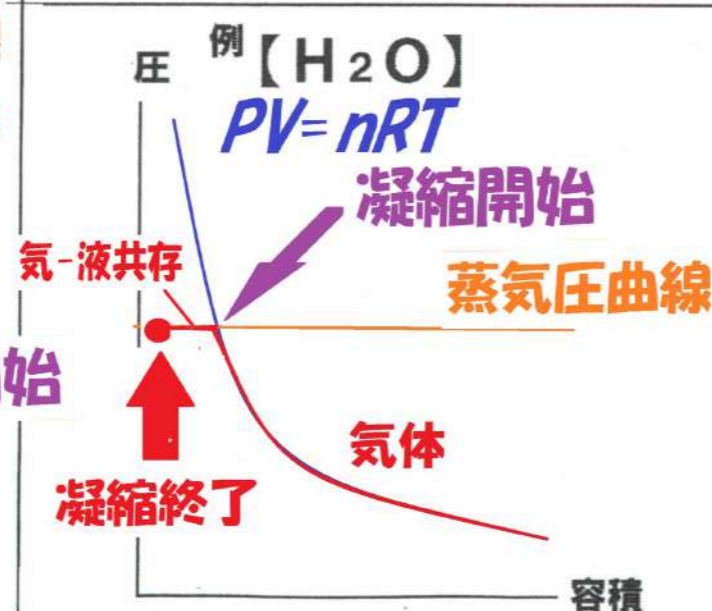
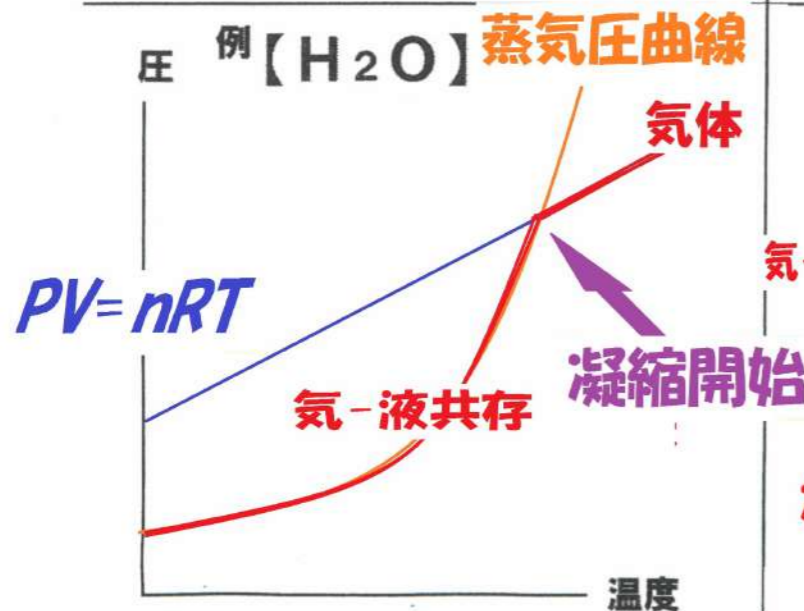
体積一定	温度一定	圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。
<p>例【H<sub>2</sub>O】蒸気圧曲線 PV=nRT 凝縮開始 気体 温度</p>	<p>例【H<sub>2</sub>O】 PV=nRT 凝縮開始 蒸気圧曲線 気体 容積</p>	<p>例【H<sub>2</sub>O】蒸気圧曲線 PV=nRT 凝縮開始 気体 温度</p>

題材

液化する物質 (H<sub>2</sub>O) のみの一成分系

## ②飽和蒸気圧を重ねる。

体積一定	温度一定	圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。



題材

液化する物質 (H<sub>2</sub>O) のみの一成分系


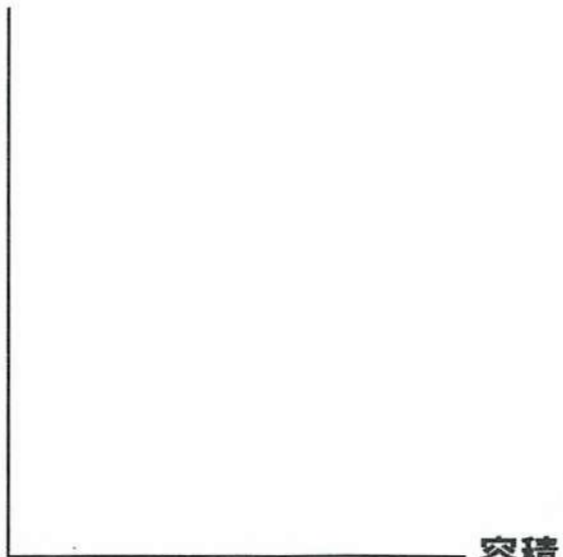

## ②飽和蒸気圧を重ねる。

体積一定	温度一定	圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。	ピストンに押しつぶされ、 やがてすべて液化する。

題材

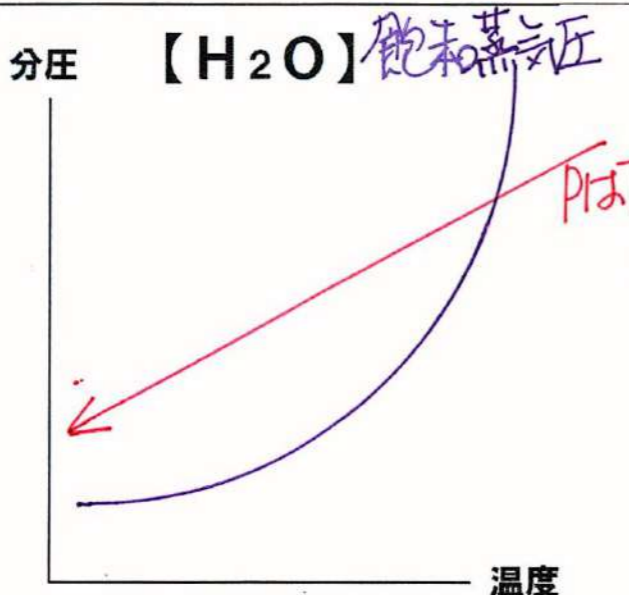
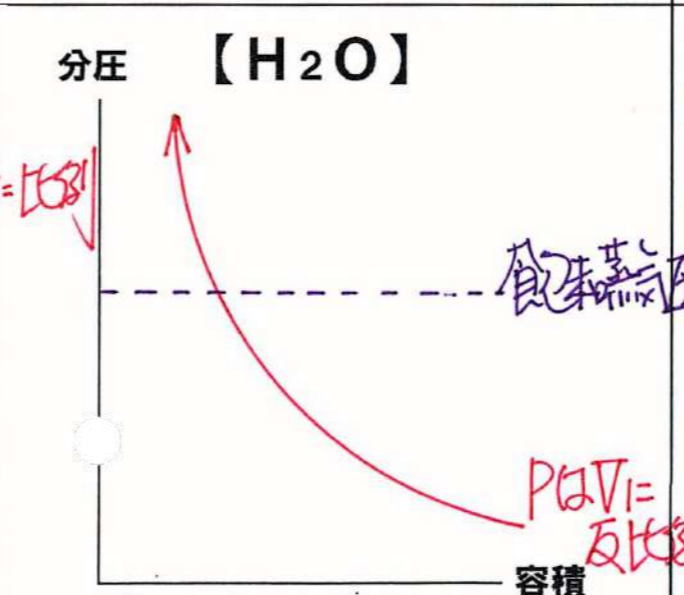
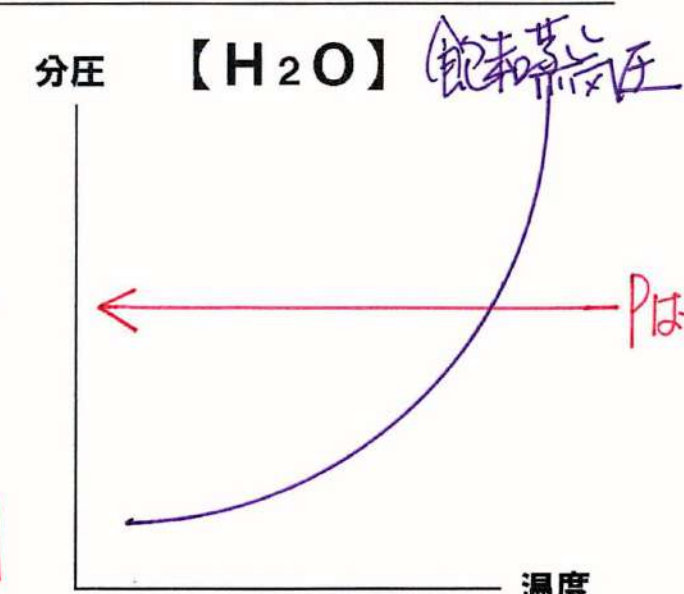
液化する物質 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) と液化しない物質 ( $\text{N}_2$ ) の二成分系

**整理する、覚えるではなく、考え方の練習をしましょう。**

体積一定	温度一定	全圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。	$\text{N}_2$ により空間が確保されてい るので、飽和水蒸気分は残る。	$\text{N}_2$ により空間が確保されてい るので、飽和水蒸気分は残る。
分圧 <b>【<math>\text{H}_2\text{O}</math>】</b> 	分圧 <b>【<math>\text{H}_2\text{O}</math>】</b> 	分圧 <b>【<math>\text{H}_2\text{O}</math>】</b> 

題材

液化する物質 (H<sub>2</sub>O) と液化しない物質 (N<sub>2</sub>) の二成分系

体積一定	温度一定	全圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。	N <sub>2</sub> により空間が確保されてい るので、飽和水蒸気分は残る。	N <sub>2</sub> により空間が確保されてい るので、飽和水蒸気分は残る。
<p>分圧 【H<sub>2</sub>O】 飽和蒸気圧</p>  <p>温度</p>	<p>分圧 【H<sub>2</sub>O】</p>  <p>容積</p>	<p>分圧 【H<sub>2</sub>O】 飽和蒸気圧</p>  <p>温度</p>

題材

液化する物質 ( $H_2O$ ) と液化しない物質 ( $N_2$ ) の二成分系

体積一定	温度一定	全圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
<u>空間が確保されているので、</u> 飽和水蒸気分は残る。	<u><math>N_2</math>により空間が確保されている</u> ので、飽和水蒸気分は残る。	<u><math>N_2</math>により空間が確保されている</u> ので、飽和水蒸気分は残る。
<p>分圧 <math>[H_2O]</math> 飽和蒸気圧</p> <p>温度</p> <p><math>P</math>は<math>T</math>に比例</p>	<p>分圧 <math>[H_2O]</math></p> <p>容積</p> <p>飽和蒸気圧</p> <p><math>P</math>は<math>V</math>に反比例</p>	<p>分圧 <math>[H_2O]</math> 飽和蒸気圧</p> <p>温度</p> <p><math>P</math>は一定</p>

体積一定	温度一定	全圧一定
ピストンを固定して、 温度を下げる。	温度を一定に保って、 ピストンを押し下げる。	ピストンにかかる圧力 を保って、温度を下げる。
<u>空間が確保されているので、 飽和水蒸気分は残る。</u>	<u>N<sub>2</sub>により空間が確保されている ので、飽和水蒸気分は残る。</u>	<u>N<sub>2</sub>により空間が確保されている ので、飽和水蒸気分は残る。</u>
分圧 <b>【H<sub>2</sub>O】</b> <small>飽和蒸気圧</small>  温度	分圧 <b>【H<sub>2</sub>O】</b>  容積	分圧 <b>【H<sub>2</sub>O】</b> <small>飽和蒸気圧</small>  温度
+	+	+
分圧 <b>【N<sub>2</sub>】</b>  温度	分圧 <b>【N<sub>2</sub>】</b>  容積	分圧 <b>【N<sub>2</sub>】</b>  温度
↓	↓	↓
全圧 <b>【全体】</b>  温度	全 <b>【全体】</b>  容積	全圧 <b>【全体】</b>  温度



