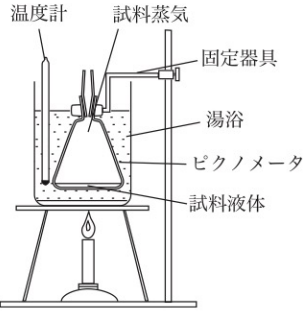


$$\therefore P_g = 1.33 \times 10^5 \text{ Pa}$$

発展例題 3-2

【問題文】

次の文章を読んで以下の問いに答えよ。気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。 **目的!**
揮発性の液体で、その蒸気は空気より重い試料の分子量を蒸気密度法で求めるため、以下の実験を行った。
図に示すように、重量および内容積のわかっているピクノメータに試料を数 mL 入れ、湯浴の中に首だけ出して沈めた。
(イ) 湯浴の温度を試料の沸点より約 20°C 高く保つと、ピクノメータの口から蒸気が吹き出した。しばらくすると (ロ) ピクノメータ内の液体がなくなり、それと同時に蒸気の吹き出しも止まった。この時点でピクノメータを湯浴より取り出し、ただちに 40°C 近くまで冷やした。次いでまわりに付着している水滴をぬぐい取り、(ハ) ピクノメータの重量を室温になるまで何回か測定した。測定値は徐々に増えたが、ピクノメータ内部が室温に達した時点で一定の値となった。その時点でのピクノメータの重量の測定値と、試料を入れる前のピクノメータの重量の差は 0.284 g であった。
分子量を求めるのに必要なデータは以下の通りであった。



【データ】

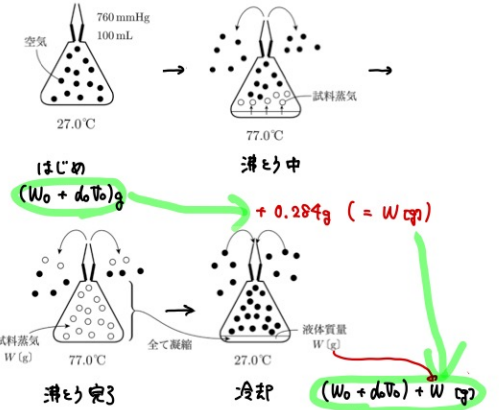
試料 : 沸点 77.0°C , 27.0°C における飽和蒸気圧 110 mmHg
ピクノメータ : 内容積 100 mL
実験室の条件 : 室温 27.0°C , 大気圧 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ (760 mmHg),
空気の密度 $1.10 \times 10^{-3} \text{ g/mL}$

- (1) (イ)で、ピクノメータ内部の試料液体の温度はおおよそ何度か。
- (2) (ロ)の時点では、ピクノメータ内部は試料蒸気のみで満たされていたとして、その蒸気の物質量を有効数字3桁まで求めよ。
- (3) (ハ)でピクノメータの重量の測定値が増加した理由を説明せよ。
- (4) (ハ)で試料蒸気が完全に凝縮した (すなわち蒸気圧を0と見なす) とすると、得られた測定値から求められる試料の分子量はいくらとなるか。有効数字3桁まで求めよ。

以下、試料の蒸気圧を無視せずに考えよ。

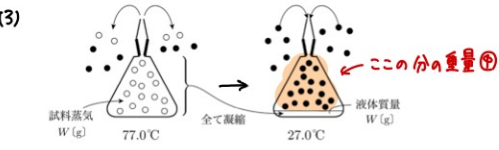
- (5) 試料蒸気に働く空気の浮力を考慮して、ピクノメータ内の試料の全重量を有効数字3桁まで求めよ。
- (6) 試料の分子量を有効数字3桁まで求めよ。

- まず、実験状況の整理。空気...●, 試料蒸気...○とする。
- 実験の目的
未知試料の分子量を調べよ (高分子はダメ、沸点高すぎ)
- 方法
ピクノメータ: $W_0 [\text{g}]$, $V_0 [\text{mL}]$, 27.0°C , $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ の空気密度: $d_0 [\text{g/mL}]$



- (1) 沸とうしているとき: 温度は沸点, 77.0°C
- (2) 2つの部屋が繋がっているから...? 全圧は同じ。分圧も(99%)同じ

今回は、分圧が異なる100-2でも全圧は同じ!
(外: 大気, 内: 蒸気)
求める物質量を $n [\text{mol}]$ とする。E.O.Sより,
 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa} \cdot \frac{100}{1000} \text{ L} = n \cdot 8.3 \times 10^3 \cdot 350 \text{ K}$
 $\therefore n = 3.442 \times 10^{-3}$
 $\approx 3.44 \times 10^{-3} \text{ mol}$

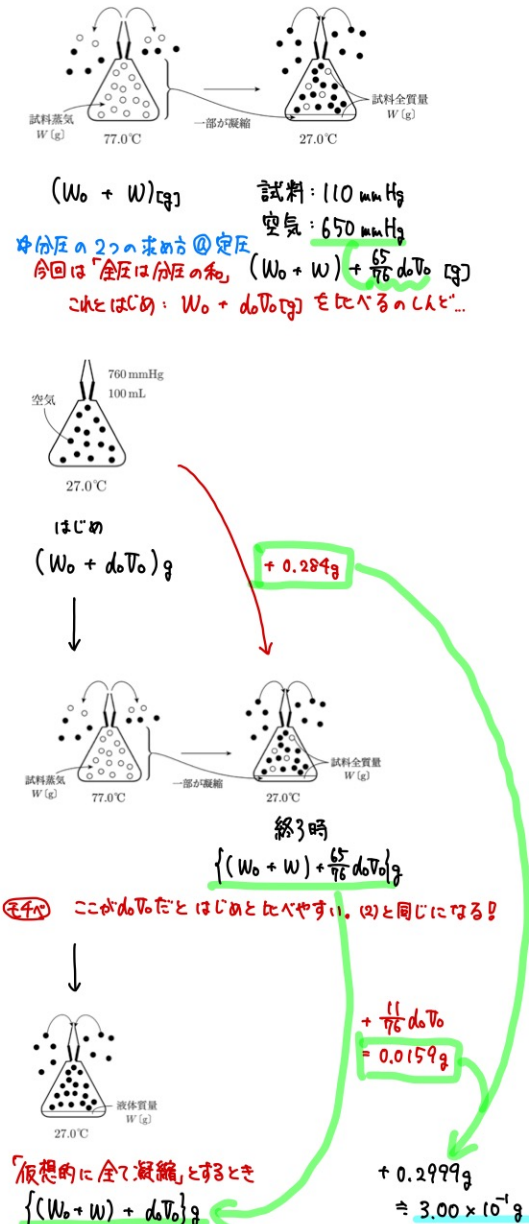


- (4) 試料は 0.284 g で、(2)より
 $\frac{0.284}{3.442 \times 10^{-3}} = 82.51 \approx 8.25 \times 10$
・高分子ではない。77.0°C 沸点は妥当
・分子量は小さすぎない。妥当

- (5) 浮力の3通りの捉え方
・浮力を受けている物体からの視点
① 物体が押しのけた流体の重さ分、上向きの力がかかる
② 物体の上面と下面にはたらく圧力差に相当
・外からの視点
③ 上部の重さを全て考慮する
・浮力を考えなくてもいいようにしている (内力のみ外から見ればよい)

今回は、空気 → 試料の浮力で、②はムリだし、
①も気体の体積は不安定で使いたくない
⇒ ③が良い! (問題もそうなっている) , 外から見てゆく (内力を無視!)

蒸気圧を考慮すると、下図の通り。



- (6) $\frac{0.2999}{3.442 \times 10^{-3}} = 87.12 \approx 87.1$