

「気体の分子量」で用いる手順と式



手順

STEP 1 情報の整理

まず、情報を整理する。

圧力 (Pa)	体積 (L)	質量 (g)	温度 (K)

STEP 2 式への代入

次に、理想気体の状態方程式に代入する。

$$PV = \frac{w}{M} RT \quad \text{または} \quad M = \frac{wRT}{PV} \quad \text{を用いる。}$$

STEP 3 考察

必要に応じて、計算結果の考察を行う。

例題 2.9 質量と気体の分子量

容積 820 mL の容器中に、ある液体の有機化合物 0.555 g を入れた後、密栓する。これを 127°C に加熱し、液体をすべて気化させたところ、その分圧は 3.00×10^4 Pa となった。この化合物の分子量はいくらか。整数で答えよ。ただし、気体は理想気体とし、必要ならば、次の数値を用いよ。

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol)

芝浦工大

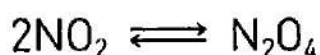
例題 30 密度と気体の分子量

27°C, $2.02 \times 10^5 \text{ Pa}$ において, ある気体化合物の密度を測定したところ, $4.75 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ であった。この化合物の分子量を求めよ。解答の有効数字は3桁とする。ただし, 気体は理想気体とし, 必要ならば, 気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ を用いよ。

北海道工大

例題 31 平衡混合気体の平均分子量と会合度①

二酸化窒素 NO_2 の中には, 次の化学反応(会合)によって生じた四酸化二窒素 N_2O_4 が混じっている。



以下の問いに答えよ。ただし, 原子量は $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$ とし, 気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

問 いま, 4.6 g の二酸化窒素を 1.0 L の容器に入れて 27°C に保ち, 平衡状態にしたところ, 容器内の圧力が $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ になった。このとき四酸化二窒素は何 mol 生じているか。有効数字 2 桁で答えよ。 京大

連結容器が絡む問題

「連結容器」で用いる手順と式



手順

STEP 1 情報の整理

まず、情報を整理する。

	気体の種類	圧力(Pa)	体積(L)	物質の量(mol)	温度(K)
容器 1					
容器 2					

STEP 2 式への代入

次に、理想気体の状態方程式に代入する。

$$PV=nRT$$

連結容器の問題では、一般に、

- ① 最初の状態
- ② なんらかの操作後の状態

など、複数の状態が示される。よって、各状態ごとに上記の

STEP 1 情報の整理, STEP 2 式への代入

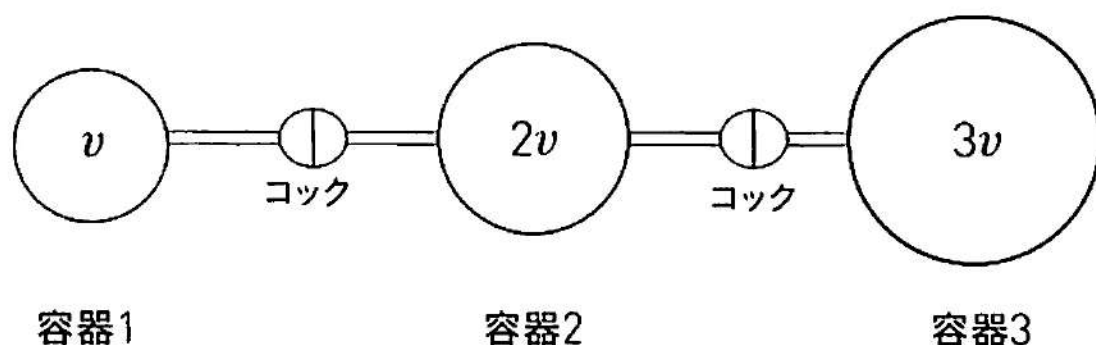
を繰り返す必要がある。

STEP 3 解答の導入

数値を代入した式の整理(連立方程式を解くなど)を行う。

例題 3.2 連結された各容器の体積比が既知

容積 $v(\text{L})$ の容器 1, 容積 $2v(\text{L})$ の容器 2, 容積 $3v(\text{L})$ の容器 3 が次図のように閉じたコックで連結されている。



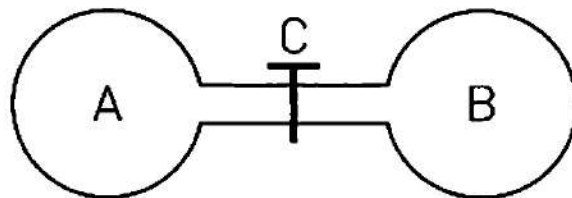
容器 1 には圧力 $4p(\text{Pa})$ の気体 A, 容器 2 には圧力 $p(\text{Pa})$ の気体 B, 容器 3 には圧力 $2p(\text{Pa})$ の気体 C が封入されている。気体の温度はすべて $T(\text{K})$ である。次の問いの計算に際しては, 気体はすべて理想気体とし, 気体定数は $R(\text{Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol}))$ とする。また, コックと連結管の体積は無視する。

問 容器 1 ~ 3 の温度を $T(\text{K})$ に保ったままコックをすべて開いて, 気体 A, B, C を均一な混合気体にした。ただし, 気体 A, B, C は互いに反応しないものとする。容器 2 内の圧力はいくらになるか。

例題 33 連結された各容器の体積比が未知

下記の各問いに答えよ。数値は四捨五入して有効数字 2 桁まで求めよ。

図に示すように、容器 A(容積 V_A (L)) と容器 B(容積 V_B (L)) が連結され、閉じたコック C で仕切られている。



容器 A には、酸素と窒素の物質質量 (mol) 比 1 : 4 の混合気体が入れてあり、圧力は 1.40×10^5 Pa である。容器 B には、酸素と窒素の物質質量 (mol) 比 5 : 3 の混合気体が入れてあり、圧力は 2.00×10^5 Pa である。コック C を開いて十分に長い時間が経過しとき、圧力は 1.80×10^5 Pa となった。気体はすべて理想気体とする。また、コック C の仕切り部分の体積を無視し、温度 T (K) は常に一定であるとする。

問 1 $\frac{V_A}{V_B}$ の値を求めよ。

問 2 下線部の場合の酸素の分圧は何 Pa か。

問 3 下線部の場合の窒素の分圧は何 Pa か。

「飽和蒸気圧」で用いる手順



手順

STEP 1 情報の整理

①『注目すべき物質は？』

飽和蒸気圧に関する情報が与えられている物質をピックアップする。

②『 $PV=nRT$ から算出した圧力 P' は？』

ピックアップした物質について $PV=nRT$ が成立するとして、圧力を求める。ここでは、算出した圧力を P' とする。

③『気体の圧力を決定する』

②で算出した圧力 P' について、以下のいずれであるかを判定する。

① 「算出した圧力 $P' < \text{飽和蒸気圧}$ 」なら

⇒以下の結論Ⅰが成立する。

結論Ⅰ

題意の物質は、すべて気体状態で存在する。

⇒ 気体の圧力 = 算出した圧力 P'

② 「算出した圧力 $P' \geq \text{飽和蒸気圧}$ 」なら

⇒以下の結論Ⅱが成立する。

結論Ⅱ

題意の物質は、その一部が液体状態、残りが気体状態で存在する(気-液共存)。

⇒ 気体の圧力 = 飽和蒸気圧

【注】「凝縮が開始する点」や「蒸発が完了する点」では、

⇒ 気体の圧力 = 算出した圧力 $P' = \text{飽和蒸気圧}$

STEP 2 解答の導入

情報の整理の結果(結果Ⅰ, Ⅱ)を用いて、通常の気体の問題と同様に解答を導いていく。

例題 3.4 凝縮の開始点の決定

容積 5.10 L の耐圧容器に水だけを入れて密封し 100°C に保ったとき、水蒸気と水(液体)の両者が容器内に存在するためには、最低何 mol の H_2O が必要か。小数点以下第 2 位まで求めよ。ただし、 100°C における H_2O の飽和蒸気圧を $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ とし、水蒸気は理想気体とみなす。必要ならば、気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ を用いよ。

早大(教育)

例題 3.5 凝縮の有無の判定①

20°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ (大気圧)において、容積 20 L の容器に水と空気を入れて密閉し、 100°C まで容器の温度を上げて容器内の圧力を測った。水の体積は無視して、容器内の圧力に関する以下の各問いに答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ 、原子量は $\text{H} = 1$ 、 $\text{O} = 16$ とし、結果は有効数字 2 桁で答えよ。

問 1 水 4.5 g を入れた場合の 100°C における圧力(Pa)を求めよ。

問 2 水 18 g を入れた場合の 100°C における圧力(Pa)を求めよ。

お茶の水女大

例題 36 凝縮の有無の判定②

火花を発生させる装置を組み込んだ 1.0 L の容器を使って次の実験をした。

〔操作 1〕 この容器に 3.9×10^{-2} mol の酸素と 2.0×10^{-3} mol の水素を封入し、 27°C の室内で十分に長い時間、静かに放置した。

〔操作 2〕 この容器中に火花を発生させると爆発的な反応が起こり、水蒸気が生成した。この反応は極めて短時間に終了し、容器内の水素はすべて酸化された。

〔操作 3〕 反応後の容器を 17°C に冷却した。

答は有効数字 2 桁まで求めよ。また、気体はすべて理想気体として扱い、液体の体積および容器の膨張は無視できるものとする。必要であれば以下の数値を使用せよ。

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

17°C における水の蒸気圧： $1.9 \times 10^3 \text{ Pa}$

問 反応後、長時間 17°C に保たれたこの容器内の、全圧力(Pa)を求めよ。

都立大

例題 37 気-液共存時の状態①(水上置換)

水素を発生させて水上置換で捕集したところ、 27°C 、757 mmHg で、350 mL の体積を得た。このときに得られた水素の物質量は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。ただし、 27°C での水蒸気圧は 27 mmHg である。

また、必要があれば気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ 、大気圧 $= 760 \text{ (mmHg)} = 1.0 \times 10^5 \text{ (Pa)}$ を用いよ。

千葉工大

例題 38 気-液共存時の状態②

0°C, 1.0×10^5 Pa で, 体積 1.12 L の窒素と 0.10 mol のエタノールをピストンのついた容器に入れ, 57°C で容積を 2.46 L にした。このとき, エタノールの一部は気体として存在する。気体として存在するエタノールの物質量 (mol) は, 窒素の物質量 (mol) の何倍になるか。小数第 1 位まで答えよ。

ただし, 57°C におけるエタノールの飽和蒸気圧は 4.0×10^4 Pa とし, 気体定数は $R = 8.3 \times 10^3$ Pa·L/(K·mol) とする。

センター試験

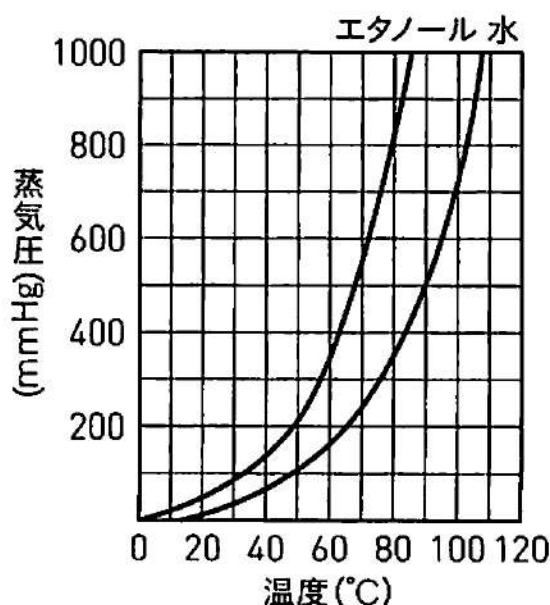
例題 39 飽和蒸気圧曲線

図は 2 つの液体(エタノールおよび水)の飽和蒸気圧曲線である。これについて以下の各問いに答えよ。

ただし, 気体定数は 8.3×10^3 Pa·L/(K·mol), $760 \text{ mmHg} = 1.0 \times 10^5$ Pa, エタノールの分子量は 46, 水の分子量は 18 である。

問 1 エタノール 0.46 g を含む容積 1 L の密封容器がある。これを 60°C に保ったとき, 容器内の圧力 (mmHg) はいくらか。整数で答えよ。

問 2 水 0.18 g を含む容積 1 L の密封容器がある。これを 60°C に保ったとき, 容器内の圧力 (mmHg) はいくらか。整数で答えよ。



静岡大