

気体の法則の基本

気体の基本的な性質; によって、容器内全体に する。

気体の性質の記述; 気体の性質は一般に、 (気体分子が容器の壁に衝突して壁に与える 当たりにおよぼす)、

(気体が存在する空間の大きさ)、 ()

を基準とした温度で、セルシウス温度を $t[^\circ\text{C}]$ とすると、)で記述される。

最も重要な関係式; n ; 物質量、 R ; 気体定数

最も基本的な数値; 標準状態 ($^\circ\text{C}$ 、 Pa) で 1 mol の気体が占める体積は L である。

$$\therefore V = \frac{nRT}{P} = \frac{\text{$$

$PV=nRT$ の解釈; (ボイルの法則 \Rightarrow) 一定量の気体について、 が一定であれば、 と は する。

(シャルルの法則 \Rightarrow) 一定量の気体では、 が一定であれば、

と は する。

また、温度と体積が一定であれば、 は に する。

$PV=nRT$ の変形; 質量 $w[\text{g}]$ 、分子量 M 、密度 $d[\text{g}/\text{cm}^3]$ とすると、

$$PV=nRT = \text{} \quad \therefore M = \text{} = \text{$$

その他の気体の法則; 状態 (圧力、体積、温度) 変化の前後で気体の量 (物質量) が変わらないときには、次式 (ボイル・シャルルの法則) を用いた方が便利である。

$$\text{$$

例題; $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 、 27°C において、 $n[\text{mol}]$ の気体が 4.0L の容器に入っている。 27°C のままこの気体を 2.0L の容器に移し替えるとその圧力はいくらか?

混合気体

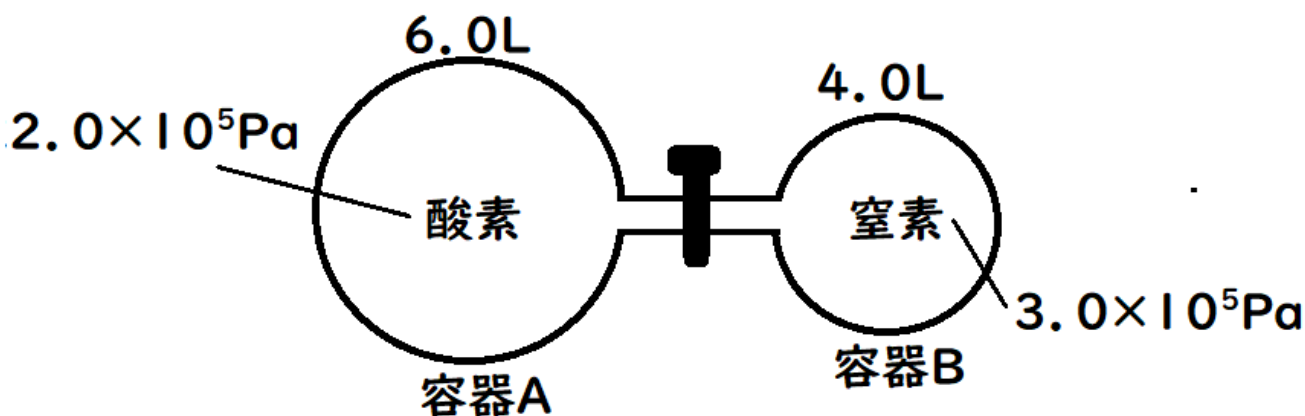
◎ ある温度、ある圧力のもとで、1 molの酸素と4 molの窒素からなる混合気体があったとする。この混合気体全体の圧力は と呼ばれ、酸素だけについての圧力は 、窒素だけについての圧力は と呼ばれる。全圧とこれらの分圧との間には の関係がある。

◎ 混合気体全体の物質量に対する酸素の物質量の割合は 、混合気体全体の物質量に対する窒素の物質量の割合は と呼ばれ、この混合気体の場合、酸素のモル分率 = 、窒素のモル分率 = である。

◎ 全圧、分圧とモル分率の間には の関係がある。よって、この混合気体の全圧が $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であったとすると、酸素の分圧 = =
窒素の分圧 = =

◎ ちなみに、この混合気体の密度を求めてみよう。そのために用いる式は、 である。この式に数値を代入するにはこの混合気体の平均分子量 M を求める必要がある。この混合気体の平均分子量は、 であるから、この混合気体 ($1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$) の温度を 0°C 、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とすると、この混合気体の密度 $d [\text{g/L}]$ は、 より、 $d =$ g/L である。

混合気体の計算(基本)



6.0Lの容器Aと4.0Lの容器Bを体積の無視できるコック付きの管で連結した。はじめコックを閉じた状態で容器Aに酸素を入れたところ、その圧力は $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。また、容器Bに窒素を入れたところ、その圧力は $3.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。その後、温度を一定に保ったまま、コックを開いて気体を混合させた。

◎ $PV=nRT$ より明らかに、温度が一定(で物質も一定)のとき、圧力は体積に する! よって、

酸素の分圧 = Pa

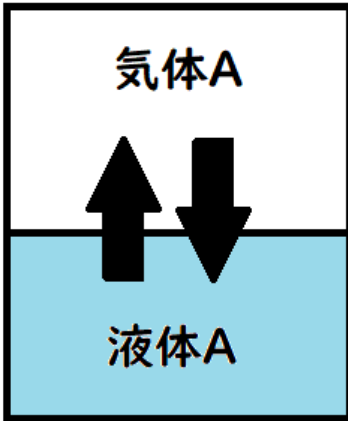
窒素の分圧 = Pa

容器内の全圧 = Pa

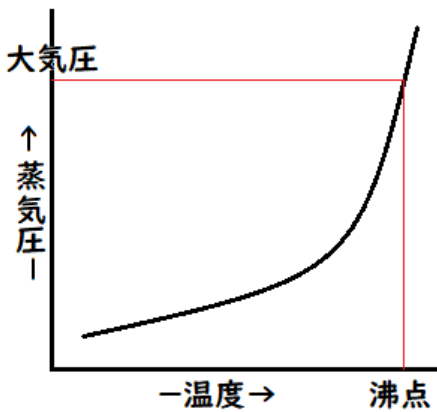
◎ $PV=nRT$ より明らかに、混合気体(各成分のそれぞれの温度、体積が互いに等しい)であるとき、圧力と物質量は にある! よって、

混合気体中の酸素のモル分率 =
=

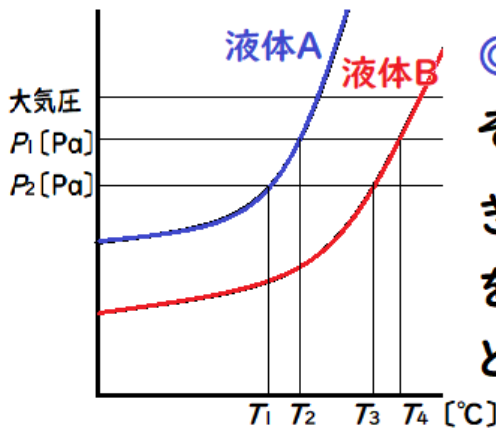
(飽和) 蒸気圧 ①



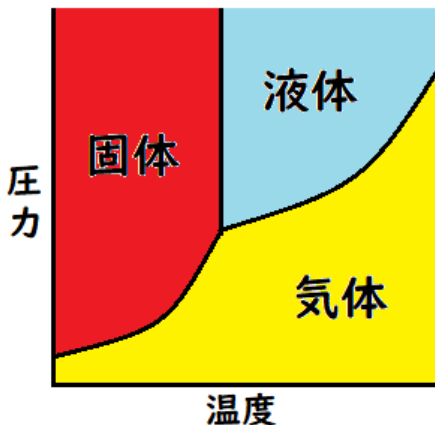
◎ 液体Aが液面から飛び出して気体Aになる現象を といい、逆に、気体Aが液体中に引き戻されて液体Aになる現象を という。この蒸発と凝縮が平衡状態になっているときの気体Aの圧力を という。



◎ 蒸気圧は の関数であり、温度の上昇とともに する。この様子を表した曲線を という。蒸気圧が大気圧に達する温度になると液体は する。すなわち、蒸気圧が大気圧に達する温度が である。 ↑ または、外圧!



◎ 液体Aの方が液体Bより しやすい、その沸点は 。外圧が P_1 [Pa] のとき、液体Aの沸点は °C である。液体Bを T_3 °C で沸騰させるには、外圧を Pa とすればよい。



◎ 状態図において、気体と液体との境界線が である。この線上でのみ する。すなわち、気体と液体が共存するとき、気体の圧力は必ず であり、気体の圧力は を超えることはない。すなわち、
↑ その温度における気体の圧力の最大値 である。

飽和蒸気圧②

例題1; 真空にした密閉容器内に、液体Aを入れて温度を 50°C に保ったところ、**Aの液体が残った**。容器内の圧力は何Paか。ただし、Aの液体の体積は無視できるものとし、 50°C におけるAの飽和蒸気圧は $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ であるものとする。

考え方;

解答;

例題2; 真空にした密閉容器内に、 0.10 mol の酸素と 0.20 mol の液体Aを入れて温度を 50°C に保ったところ、**Aの液体が残り、容器内の圧力が $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ になった**。ただし、酸素はAの液体に溶解せず、Aの液体の体積は無視できるものとし、 50°C におけるAの飽和蒸気圧は $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ であるものとする。

考え方;

Aの圧力;

考え方;

酸素の圧力;

問 酸素と気体状態の物質Aとの物質質量比(モル比)はいくらか?

考え方;

解答;

問 液体として残っている物質Aの物質質量(モル数)はいくらか?

考え方;

解答;

(飽和) 蒸気圧③

例題3; 真空にした8.3Lの密閉容器に水0.10molを注入し、温度を87°Cに保った。なお、87°Cにおける水の飽和蒸気圧を $7.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、気体定数 R を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

考え方;

まず、「 $PV=nRT$ 」を考えると;

次に、「 $P \leq \text{飽和蒸気圧}$ 」を考えると;

解答;

例題4; 真空にした8.3Lの密閉容器に水0.30molを注入し、温度を87°Cに保った。なお、87°Cにおける水の飽和蒸気圧を $7.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ 、気体定数 R を $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とする。

考え方;

まず、「 $PV=nRT$ 」を考えると;

次に、「 $P \leq \text{飽和蒸気圧}$ 」を考えると;

解答;

注; 水の体積は考えなくて良いのか?

水0.10~0.30mol (1.8~5.4g) は、水の密度を 1.0 g/cm^3 とすると、1.8~5.4mL (0.0018~0.0054L) であり、容器の体積(8.4L) からすると無視できるほど小さい。

◎上記のように、実在の気体は条件次第で液化(凝縮)する。一方、理想気体はどのような条件下でも液化しない。それは、理想気体では、気体の や、 を からである。