

[第5回目] 気体の分子運動論

考える内容

- ・ 巨視的な状態量 (圧力, 温度) を微視的に (分子運動から) 説明する

授業の目標

気体の圧力 p = 衝突した分子から壁が受ける力の時間平均

$$p = \frac{Nm\langle v_x^2 \rangle}{V}$$

は分子全体についての平均を表す

気体の絶対温度 T = 分子の平均運動エネルギーに比例する量 (熱運動の激しさ)

$$\boxed{\frac{1}{2}m\langle v^2 \rangle = \frac{3}{2}kT}$$

運動エネルギー $K = \frac{1}{2}mv^2$

ボルツマン定数 $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K

エネルギー等分配則 = 「1つの自由度につき平均として $\frac{1}{2}kT$ のエネルギーが等しく分配される」

自由度: 運動を表すために必要な変数の数

変数は (x, y, z) の3個 自由度は3

$$\boxed{\frac{1}{2}m\langle v_x^2 \rangle = \frac{1}{2}m\langle v_y^2 \rangle = \frac{1}{2}m\langle v_z^2 \rangle = \frac{1}{2}kT}$$

$v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$

次回予定 [第6回目] 熱の仕事当量 (教科書 33 ページの下から 8 行目まで)

レポート問題 第5回目 (右側の半分の解答用紙を切り取って提出しなさい)

問1

理想気体の状態方程式を, 分子数 N を用いた式で書きなさい。[教科書の式 (3.6)]ボルツマン定数 k の値を書きなさい。[教科書の式 (3.10)]理想気体の状態方程式を, 物質質量 (モル数) n を用いた式で書きなさい。[教科書の式 (3.8)]気体定数 R の値を書きなさい。[教科書の式 (3.9)]

問2

セ氏温度で $t = 20$ は, 絶対温度で何 K になるか。水素分子 (H_2) の分子量は 2 である。水素分子の気体 20 g は何 mol になるか。

1.5 atm の圧力は, 何 Pa か。

20 l の体積は, 何 m^3 か。

問3

高圧ボンベ中に, 温度 $t = 20$ で, 圧力 $p_1 = 150$ atm の気体が体積 $V_1 = 1$ m^3 だけ入っている。温度一定に保ちながら, 気体をボンベから別の袋に全て放出し, 圧力を $p_2 = 1$ atm にもどした。このときの気体の体積 V_2 はいくらになるか。ある材料を高圧酸素中で熱処理をする。容積 $V = 100$ cm^3 の容器に, 温度 $t_1 = 27$ で圧力 $p_1 = 10$ atm の酸素を閉じ込めた。このまま容器の温度を $t_2 = 927$ まで上昇させたとき, 容器内部の圧力 p_2 はいくらになるか。(材料の存在は少量で無視できるものとする。)

問4 教科書の問 3.7 を答えなさい。

問5 壁面が気体から受ける圧力 p は, 気体の分子運動と結びつけて考えると何であるか。

解答用紙 (曜 限) 学籍番号 _____

氏名 _____

問 1

$k =$ []

$R =$ []

問 2

$T =$ [K]

$n =$ [mol]

$p =$ [Pa]

$V =$ [m³]

問 3

$V_2 =$ []

$p_2 =$ []

問 4

摂氏温度で $t = 27$ は、絶対温度で $T =$ [],
 水素分子 H_2 の分子量は 2 なので、 $M = 20$ g の物質量は $n =$ [mol],
 体積は $V = 10$ l = [m³] であるから、理想気体の状態方程式から、

$p =$

水の密度は 1 g/cm³ だから、水 $n = 1$ mol ($M = 18$ g) の体積は、

$V_{\text{水}} =$

$t = 100$, $p = 1$ atm の水蒸気 $n = 1$ mol ($M = 18$ g) の体積は、

$V_{\text{水蒸気}} =$

したがって約 _____ 倍

問 5