

§14－#2 気体の密度の高度分布

図1のように、1辺の長さが L [m] の立方体の容器に分子1個の質量が m [kg] の単原子分子理想気体が N 個入っている。容器内の気体の温度は T [K] で一定であり、分子どうしの衝突は無視する。アボガドロ定数を N_A [/mol]，気体定数を R [J/(mol・K)]，重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。次の文章中の ア ～ オ に適切な数式または数値を入れよ。

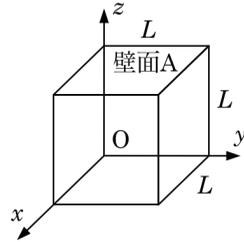


図1

z 軸の負の向きに一樣な重力が作用している場合、容器内の気体の密度と圧力に勾配が生じる。図2のように、容器の底からかけた高さを z [m] とし、高さ z における気体の圧力を $P(z)$ [N/m²]，密度を $d(z)$ [kg/m³] とする。 z から Δz [m] だけ高い所を $(z + \Delta z)$ [m] とし、高さ z における厚さ Δz ，断面積 L^2 の気柱について考えると、高さ $(z + \Delta z)$

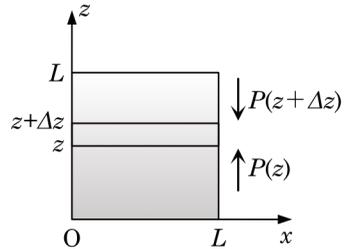


図2

における気体の圧力 $P(z + \Delta z)$ [N/m²] は、気柱内における気体の密度の勾配が無視できるほど Δz が小さいとき、 $P(z)$ ， $d(z)$ ， Δz などを用いて

ア と近似できる。また、容器内の気体は単原子分子理想気体であるため、 $d(z)$ は $P(z)$ と T などを用いて イ と表せる。以上から、気体 1 mol 当たりの質量が 4.0×10^{-3} kg/mol，温度が 300 K であるとき、 $P(z + \Delta z)$

が $P(z)$ と比べて 0.010% だけ小さくなるような高さの差は、 $R = 8.3$ [J/(mol・K)]， $g = 9.8$ m/s² とすると、有効数字 2 桁で ウ m と見積もることができる。

また、容器の底における気体の圧力と密度をそれぞれ $P(0)$ [N/m²]， $d(0)$ [kg/m³]，高さ L における気体の圧力と密度をそれぞれ $P(L)$ [N/m²]， $d(L)$ [kg/m³] とすると、 $P(0)$ と $P(L)$ との差は N ， m ， g ， L を用いて エ となり、 $d(0)$ と $d(L)$ との差は N ， N_A ， m ， g ， L ， R ， T を用いて オ となる。