

17 気体分子運動論 10章

次の文中の に文字または式を記し、必要な単位を国際単位系 (SI) で明記せよ。

一定温度の n [mol] の理想気体が半径 r [m] の球形の容器に入っている。容器内の分子はみな等しい質量 m [kg] をもち、その総数は N である。

それぞれの分子はいろいろな速さをもち、いろいろな入射角で球の壁に衝突する。ここでは、この衝突を弾性衝突であるとし、さらに分子どうしの衝突はないものとする。いま、1つの分子が速さ v [m/s] をもち、図のように入射角 θ で球の壁に衝突するとき、衝突点より壁の外側への向きを正として、衝突の前と後の分子の運動量の変化は (1) と表される。したがって、分子が壁に与える力積は (2) である。この分子は、一度壁と衝突したのち、 (3) の距離を進むごとにまた壁と衝突するので、この分子の t 秒間のあいだの壁との衝突回数は (4) である。したがって、この分子が時間 t [s] のあいだに壁に与える力積は (5) となる。

分子によって速さが異なるので、壁に与える力積も異なることになる。しかし、分子全体が時間 t [s] のあいだに壁に与える力積の総和は、分子1個あたりの平均力積の N 倍として表される。また、多数の分子が壁に及ぼす力は、常にほぼ一定とみてよいから、分子全体が壁に及ぼす力は、速さの2乗の平均値を $\overline{v^2}$ として、 (6) と書かれることになる。

結局、ミクロの立場から、半径 r [m] の球の容器につめられた気体の圧力 P [N/m²] は $\overline{v^2}$ を用いて (7) と表される。一方、マクロの立場からは、温度 T [K]、体積 V [m³] の n [mol] の気体に対して、気体定数を R [J/mol·K] として、状態方程式 (8) が成り立つ。したがって、気体分子1個あたりの平均運動エネルギーは、アボガドロ数を N_A とすると、 N_A , R , T を用いて (9) と書かれ、 n [mol] の単原子分子の理想気体の内部エネルギーは、 n , R , T を用いて (10) と表される。

