

## 2015年10月プレチャレンジ問題の解答と解説

この問題は気体の性質を気体分子の運動から説明しています。みなさんは力学の問題として物体の落下を理解していると思います。物体の落下は鉛直下向きの加速度の大きさが  $g$  である等加速度運動です。また、物体の運動の変化から物体にはたらいた力積（力×作用する時間）が分かることも確認しておいてください。

### 解答

1. 箱の上面から底面に衝突するまでの時間を  $t$  とすると、落下運動から粒子の速度と距離の関係は次式で与えられる。

$$v_d = v_u + gt \quad (1)$$

$$H = v_u t + \frac{1}{2}gt^2 \quad (2)$$

式(1)と式(2)より  $t$  を消去する。

$$v_d^2 = v_u^2 + 2gH \quad (3)$$

両辺の平方根をとれば解答となる。

2. 粒子が箱の上下を往復する時間  $T$  は  $t$  の2倍である。したがって次式となる。

$$T = \frac{2(v_d - v_u)}{g} \quad (4)$$

3. 粒子の衝突は弾性衝突であり粒子の速さは変わらず向きが反転する。単位時間あたり、単位面積あたりに壁に与える力積から圧力は次式となる。

$$p_u = \frac{2mv_u}{ST} \quad (5)$$

4. 前問と同様にして次式となる。

$$p_d = \frac{2mv_d}{ST} \quad (6)$$

5. 次のように計算すると容易である。

$$p_d - p_u = \frac{2m(v_d - v_u)}{ST} \quad (7)$$

この式に式(4)を代入すると解答が得られる。

$$p_d = p_u + \frac{mg}{S} \quad (8)$$

式(8)から箱の底の圧力は、箱の中の単位面積あたりの質量×重力加速度だけ大きくなっていることが分かります。あたりまえのことですが、箱の中の気体が分子が飛びまわっていても、箱を外から調べると箱の全体の質量は気体の質量も含まれます。これも気体分子運動論を使って説明できることです。この問題はその1つの場合を示しました。