

2015年10月プレチャレンジ問題

気体分子運動論

気体分子運動論とは、気体を構成する分子の運動から気体の性質を考える理論を指します。高等学校の教科書では気体の運動が気体の圧力や内部エネルギーと結び付けられることを学びます。一方、教科書では重力の影響は考えていません。プレチャレンジ問題では、重力があるときに気体分子運動論を拡張してみましょう。よく知られているように高度を上げると大気圧の大きさが小さくなります。このことも気体分子運動論から分かることの1つです。

問題

高さ H 、底面積 S の直方体の真空の箱の中で質量 m の粒子が上下方向に運動している。直方体の壁では粒子は弾性衝突をする。重力加速度の大きさを g として、以下の問に答えなさい。

1. 粒子は箱の上面から速さ v_u で鉛直下向きに運動を始めた。底面に衝突するときの粒子の速さ v_d を、 v_u 、 H 、 g を使って表しなさい。
2. 粒子が箱の上下を往復する時間 T を、 v_u 、 v_d 、 g を使って表しなさい。
3. 単位時間あたり、単位面積あたりに壁に与える力積（運動量の変化量）が圧力である。上面の圧力 p_u を、 m 、 v_u 、 T 、 S を使って表しなさい。
4. 底面の圧力 p_d を、 m 、 v_d 、 T 、 S を使って表しなさい。
5. 底面の圧力 p_d を、 p_u 、 S 、 m 、 g を使って表しなさい。