

断熱性の布で出来ている気球を考える。気球の下部を開き、バーナーで気球内部の空気を熱する。最初、気球は飛ばないように固定してあるものとする。気球内部に空気を入れていないときの気球本体の質量を  $M$  [kg]、気球内部に入る空気の体積を  $V$  [m<sup>3</sup>] とする。地表における気圧を  $P_0$  [Pa]、温度を  $T_0$  [K] とし、以下の問に答えなさい。ただし、1mol の質量を  $w$  [kg]、気体定数を  $R$  [J/(mol·K)]、重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とする。

問1 地表における空気の密度  $\rho_0$  [kg/m<sup>3</sup>] を  $P_0$ ,  $w$ ,  $R$ ,  $T_0$  を用いて表しなさい。

問2 気球内部に体積  $V$  [m<sup>3</sup>] の空気が入っている場合、気球に働く浮力の大きさ  $F$  [N] を  $P_0$ ,  $w$ ,  $R$ ,  $T_0$ ,  $V$ ,  $g$  を用いて表しなさい。

問3 気球内部の空気の温度を  $T$  [K]、密度を  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] とする。このとき、 $\rho_0$ ,  $T_0$ ,  $\rho$ ,  $T$  の関係式を求めなさい。

問4 気球内部の空気の温度が  $T$  [K] のとき、気球内部の空気に働く重力の大きさ  $F_a$  [N] を  $P_0$ ,  $w$ ,  $R$ ,  $T$ ,  $V$ ,  $g$  を用いて表しなさい。

問5 仮に気球の固定をはずした場合、この気球を浮上させるためには、気球内部の空気の温度を  $T_1$  [K] よりあげなければならない。温度  $T_1$  [K] を求めなさい。

問6 気球内部の空気を加熱し、温度が  $T_2$  [K] ( $T_2 > T_1$ ) になったとき、気球の下部を閉じ、固定をはずした。気球はある高度まで上昇し、静止した。この間、気球内部の空気の体積、および温度は変化しないものとする。気球が静止した高度での外気の温度を  $T$  [K] として、外気の圧力  $T'$  [K] として、外気の圧力  $P'$  [Pa] を求めなさい。

(山口大)