162

(ア) ボルツマン定数kの定義より

$$k = \frac{R}{N_A}$$

物質量nをkで示すと

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{Nk}{R}$$

よって内部エネルギーUは

$$U = \frac{3}{2}nRT_1$$
$$= \frac{3}{2}\cdot\frac{Nk}{R}\cdot RT_1$$
$$= \frac{3}{2}NkT_1 \quad (ア)$$

※ 分子1個の運動エネルギーが

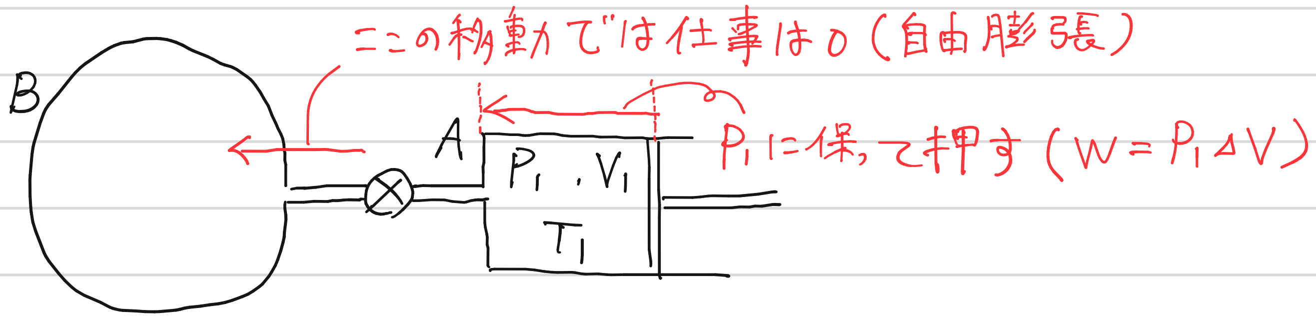
$$\frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}kT$$ とかけ

$$U = N\cdot\frac{1}{2}m\overline{v^2}$$ なので

$$U = \frac{3}{2}NkT_1$$

としてもよい

(イ)



気体はピストンから仕事をされる.

$$W_{in} = P_1\Delta V$$
$$= P_1V_1 \quad (イ)$$

(ウ) 仕事された分, 内部エネルギーが増えるので

$$U' = \frac{3}{2}NkT_1 + P_1V_1$$

状態方程式より

$$P_1V_1 = nRT_1$$
$$= \frac{Nk}{R}RT_1$$
$$= NkT_1$$

これをU'の式に代入する.

162 (ウ) 続き

$$U' = \frac{3}{2}NkT_1 + P_1V_1$$

$P_1V_1 = NkT_1$ を代入して.

$$= \frac{3}{2}NkT_1 + NkT_1$$

$$= \underline{\frac{5}{2}NkT_1} \text{ // (ウ)}$$

※熱力学第一法則で考えると

$$Q_{in} = \Delta U + W_{out}$$

$$0 = (U' - U) + (-W_{in})$$

$$0 = U' - \frac{3}{2}NkT - P_1V_1$$

$$\Rightarrow U' = \frac{3}{2}NkT + P_1V_1 = \frac{5}{2}NkT_1$$

となるが、こう書くとまわりくどい感じがする.

(エ) T_2を用いて U' を示すと.

$$U' = \frac{3}{2}NkT_2$$

なので

$$\frac{3}{2}NkT_2 = \frac{5}{2}NkT_1$$

$$\therefore T_2 = \underline{\frac{5}{3}T_1} \text{ // (エ)}$$

(オ) 平均の運動エネルギー $\overline{K}$ は

$$\frac{(\text{全エネルギー})}{(\text{個数})}$$

で計算ができるので

$$\Delta\overline{K} = \frac{W_{in}}{N} \quad (\because (\text{全エネルギーの変化}) = W_{in})$$

$$= \frac{P_1V_1}{N}$$

$$= \frac{NkT_1}{N} \qquad \therefore \Delta\overline{K} = \underline{kT_1} \text{ // (オ)}$$