

59. 熱力学

(1)

状態Ⅰ $(p_0 + \rho bg, aS, n, T_0)$

状態Ⅱ $(p_0 + \rho bg, (a + h)S, n, T_2)$

状態Ⅲ $(p_0, (a + b + h)S, n, T_3)$

状態Ⅳ (p_0, aS, n, T_4)

理想気体の状態方程式より $\frac{nT}{PV} = \text{一定}$

$$\text{よって, } \frac{T_0}{a(p_0 + \rho bg)} = \frac{T_2}{(a + h)(p_0 + \rho bg)} = \frac{T_3}{(a + b + h)p_0} = \frac{T_4}{(a + b)p_0}$$

(3)

気体が大気に対してする仕事

大気が気体にされた仕事と等しいから, $p_0 Sb \dots \textcircled{1}$

気体が水に対してした仕事

ピストンが状態Ⅱから x 上昇したときの水面の深さは $b - x$ だから,

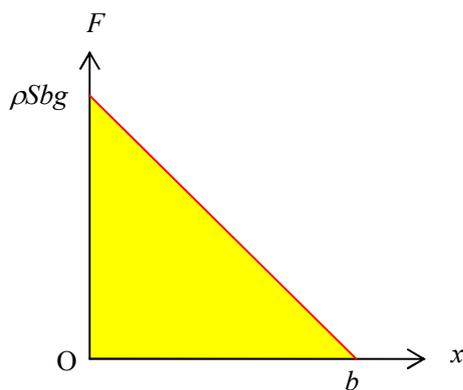
水の重力は $\rho S(b - x)g$

これとピストンはゆっくり上昇すること、ピストンの重さは無視してよいことから、このとき気体は水を上向きに $\rho S(b - x)g$ の力で上に押していることになる。

この力を F , ピストンの高さの変化を x とし, グラフに表すと下図のようになる。

よって, 気体が水にした仕事は, 黄色で塗りつぶされた部分の面積より,

$$\frac{1}{2} \rho S b g \cdot b = \frac{\rho S g b^2}{2} \dots \textcircled{2}$$



$$\textcircled{1} + \textcircled{2} \text{より, } W_2 = p_0 Sb + \frac{\rho S g b^2}{2} = \left(p_0 + \frac{\rho g b}{2} \right) Sb$$