8222104 桧崎太輔

ゴムの場合

エントロピーを温度Tと長さLの2変数関数とみなすと

圧力P=一定より、全微分は

$$dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{P,L} dT + \left(\frac{\partial S}{\partial L}\right)_{T,P} dL \quad \cdots ①$$

ここで、定圧熱容量 C_p は

$$\begin{aligned} C_p &= \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_{P,L} \\ &= \left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_{P,L} \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{P,L} \\ &= T\left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_{P,L} \end{aligned}$$

ここで、マクスウェルの関係式 $\left(\frac{\partial S}{\partial L}\right)_{T,P} = -\left[\frac{\partial}{\partial L}\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{P,L}\right]_{T,P} = -\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_{P,L}$

より①式は $dS = \frac{C_p}{T} dT - \left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_{P,L} dL$ と表せる。

ここで、ゴムの変形は断熱変化と考えると、

$$T dS = 0$$

$$\frac{C_p}{T}(dT)_S - \left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_{P,L} (dL)_S = 0$$

$$\left(\frac{\partial T}{\partial L}\right)_{S,P} = \frac{T}{C_p}\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_{P,L}$$

よって $\left(\frac{\partial f}{\partial T}\right)_{P,L} \neq 0$ のとき、温度変化は張力の温度依存性によって決定される。

ここで、ゴムを引っ張った時、エントロピーは減少するため、

$\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_{P \cdot L}$ は常に正になる。

また、C_p およびTも常に正であるため $\left(\frac{\partial T}{\partial L}\right)_{S \cdot P}$ も正となる。
(ゴムの張力は絶対温度に比例する)

よって、ゴムを引っ張った時、温度は上昇する。

理想気体であれば、

$pV = nRT$ の式が成り立ち、

$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}RT$ となるため、

エネルギーと絶体温度は比例している。

よって空気を圧縮した時、温度は上がる。