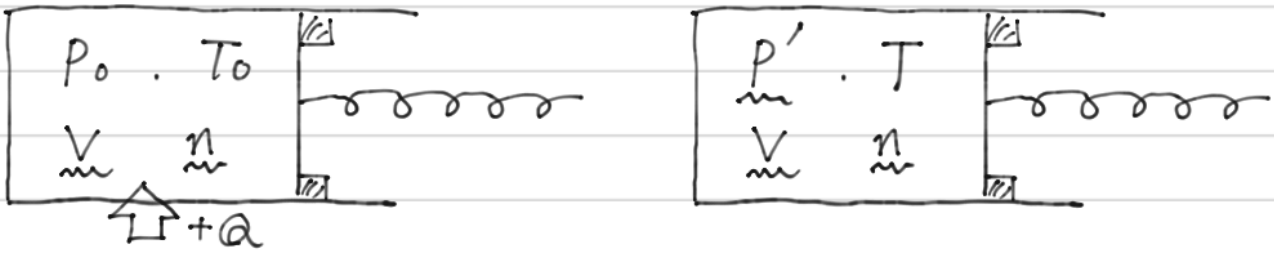
170

(1) ピストンを固定しているので，力のつりあいの式はたてられない。



〜は不明数

状態方程式より

(前) $P_0 V = nRT_0$　　　(後) $P'V = nRT$

辺々割って

$$\frac{P_0 V}{P' V} = \frac{nRT_0}{nRT}$$

$$\Rightarrow \frac{P_0}{P'} = \frac{T_0}{T} \qquad \therefore P' = \underline{\frac{T}{T_0}P_0} \text{ // (イ)}$$

※ ボイル・シャルルを使うのはさける。状態方程式をたてる習慣をつけよう。

熱力学第一法則より

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

$$\Rightarrow +Q = \Delta U + 0$$

$$\therefore \Delta U = \underline{Q} \text{ // (ロ)}$$

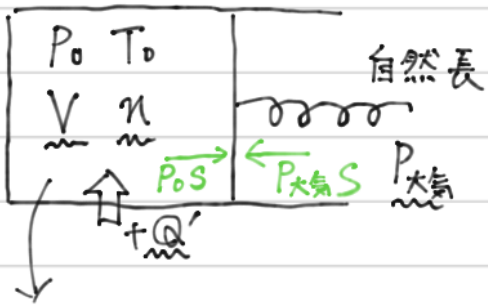
※ この変化より 定積モル比熱 C_V を求めると

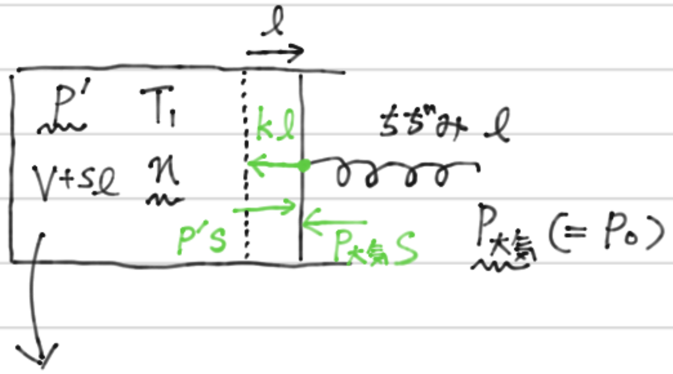
$$Q = nC_V(T - T_0)$$

$$\therefore C_V = \frac{Q}{n(T - T_0)}$$ … (2) 以降 ΔU をだすのに使う。

170 続き

(2) 力のつりあいを忘れずにたてる





つりあいより

$P_0S = P_{大気}S$

$\Rightarrow P_{大気} = P_0$

つりあいより

$P'S = kl + P_{大気}S$

$\Rightarrow P' = \frac{kl}{S} + P_0 \cdots ①\ (\because P_{大気} = P_0)$

$\boxed{\Delta U について}$

単原子分子理想気体と書いてないので $\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T$ は使えない。

$\Rightarrow \Delta U = nC_v\Delta T$ を用いる。

C_v は(1)の ※ より $C_v = \frac{Q}{n(T-T_0)}$ である。

$\Delta U = nC_v\Delta T$ の式をたてると

$$\Delta U = nC_v(T_1 - T_0)$$
$$= n \cdot \frac{Q}{n(T-T_0)}(T_1 - T_0)$$
$$= \underline{\frac{T_1-T_0}{T-T_0}Q}_{\ //}\ (ハ)$$

$\boxed{W について}$ 考え方は2つ。どちらも大切。

考え方① エネルギー収支

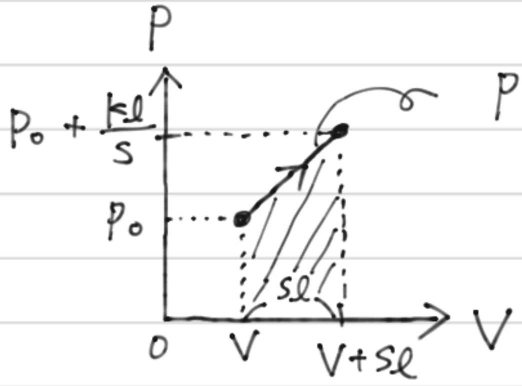
(気体がした仕事) = (気体以外が得るエネルギー)

$$W_{out} = \underbrace{\frac{1}{2}kl^2}_{ばねのエネ} + \underbrace{P_0Sl}_{大気の W_{in}} + \underbrace{0}_{ピストンのエネは増えない(運動エネや位置エネ)}$$

$\therefore \underline{W_{out} = \frac{1}{2}kl^2 + P_0Sl}_{\ //}\ (ニ)$

$\boxed{170}$ (2) 続き

考え方② P−Vグラフの面積（こちらの方がおすすめ）



$P = P_0 + \frac{kx}{S}$ なので

xの増加に伴い、直線的に変化する。

⇒ xの増加とVの増加は連動しているので

Vの増加に伴い、直線的にPは増加といえる。

面積がW_{out}となるので

$$W_{out} = \left(P_0 + P_0 + \frac{kl}{S}\right) \cdot Sl \cdot \frac{1}{2} \quad \text{（台形の面積）}$$

$$= \underline{P_0 Sl + \frac{1}{2}kl^2}_{\,//} \text{（ニ）}$$

$\boxed{Qについて}$

$Q_{in} = \Delta U + W_{out}$ より

$$Q_{in} = \underline{\frac{T_1 - T_0}{T - T_0} Q + P_0 Sl + \frac{1}{2}kl^2}_{\,//} \text{（ホ）}$$