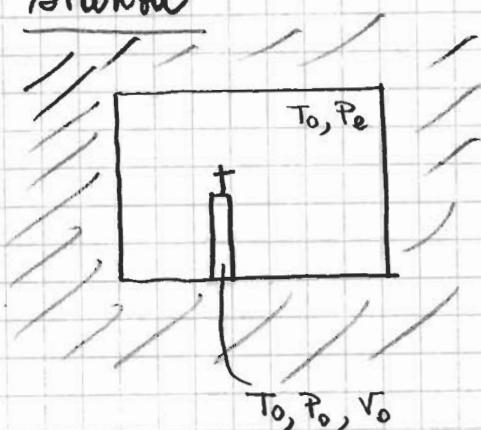


Esercizio sulla bombola di aria compressa in una stanza



Stanza + bombola = sistema isolato

Stesso gas nella stanza e nella bombola.

Trovare $L_{\max}$ che posso fare con l'aria compressa della bombola.

Apri la bombola. La trasf. è irreversibile!
Tuttavia il primo principio (applicato al gas della b.)

$$dU = \delta Q - \delta L = (\delta Q - \delta L)_{\text{reversibile}}$$

dU è una funzione di stato!

$$\delta Q_{\text{rev}} = T dS \Rightarrow$$

$$dU = T dS - \delta L_{\text{rev}} \Rightarrow \Delta U = T_0 \Delta S - L_{\text{rev}}$$

$$\Delta S \stackrel{\text{gas perfetto}}{=} m C_v \ln \frac{T_f}{T_i} + m R \ln \frac{V_f}{V_i}$$

Con questi dati del problema, ΔS è difficile da calcolarsi. $\Rightarrow$ lo riserivo con le pressioni e temp.:

$$\frac{V_f}{V_i} = \frac{n R T_f}{P_f} \frac{P_i}{n R T_i} = \frac{T_f}{T_i} \frac{P_i}{P_f}$$

$$\Rightarrow \Delta S = -m R \ln \frac{P_f}{P_i} + m \underbrace{(R + C_v)}_{C_p} \ln \frac{T_f}{T_i}$$

$$\Rightarrow T_0 \text{ resta costante} \Rightarrow \Delta S_{\text{gas}} = m R \ln \frac{P_0}{P_e} > 0 \quad (\text{as it should be!})$$

$$\Delta U \stackrel{\uparrow}{=} 0 = \Delta Q - L_{\text{gas}} \quad \text{irreversibile}$$

$T_0 \text{ cost}$

$$L_{\text{gas}} = \Delta Q_{\text{irr}} < \Delta Q_{\text{rev}} = T_0 \Delta S$$

$\uparrow$
Clausius

$$\Rightarrow L_{\text{gas}} < nRT_0 \ln \frac{p_0}{p_e} = p_0 V_0 \ln \frac{p_0}{p_e}$$

— Altro modo di risolvere il problema:

$$\mathcal{L} = Q - \Delta U = Q_{\text{rev}} [U(B) - U(A)] \quad \forall \text{ transf. } A \rightarrow B$$

Sia $A \rightarrow B$ reversibile e isoterma

$$\begin{aligned} \mathcal{L} &= T(S(B) - S(A)) - [U(B) - U(A)] \\ &= F(A) - F(B) \end{aligned}$$

$$F \equiv U - TS \quad \leftarrow \text{altre funzioni di stato}$$

$\uparrow$
en. libera

$$\Rightarrow \mathcal{L}_{\text{isot. rev}} = -\Delta F$$

Considero ora un'isoterma irreversibile

$$\mathcal{L}_{\text{irr}} = Q_{\text{irr}} - [U(B) - U(A)]$$

$$< T \Delta S - \Delta U < -\Delta F = \mathcal{L}_{\text{rev}}$$

$$\Rightarrow \mathcal{L}_{\text{max}} \text{ pu il gas sulla bombola e } \mathcal{L}_{\text{rev}} = -\Delta F$$

Qui si ha:

$$-\Delta F = T_0 \Delta S = nRT_0 \ln \frac{p_0}{p_e} !!$$