



POLITECNICO
MILANO 1863

Esercitazione 04 - Macchine termodinamiche

Esercizio 05 ([link registrazione](#) min. 32)

Corso di Fisica Tecnica
a.a. 2019-2020

Prof. Gaël R. Guédon
Dipartimento di Energia, Politecnico di Milano

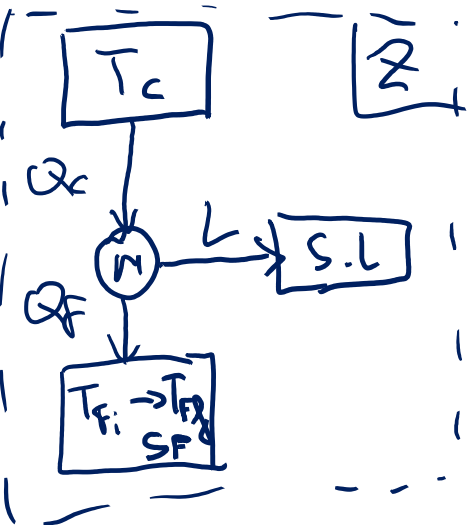
Esercizio 05

4.5. [avanzato] Una macchina motrice reversibile utilizza come sorgente termica superiore un serbatoio a temperatura costante di $T_C = 400\text{ }^\circ\text{C}$ e come sorgente termica inferiore un deposito a massa finita pari a $M = 2000\text{ kg}$ di acqua allo stato liquido che viene riscaldata dalla temperatura di 15°C alla temperatura di 45°C .

- Caso a. Nelle ipotesi che l'acqua si comporti come un liquido perfetto ($c = 4186\text{ J/kgK}$) e le due sorgenti termiche scambino calore esclusivamente con la macchina ciclica, calcolare il lavoro che si potrebbe ottenere dalla macchina ed il rendimento termodinamico.
- Caso b. Calcolare il rendimento di secondo principio e confrontarlo con quanto ottenibile nel caso in cui le sorgenti siano due serbatoi isotermini a temperature $T_C = 400\text{ }^\circ\text{C}$ e $T_F = 15\text{ }^\circ\text{C}$ e vengano scambiate le medesime quantità di calore con le sorgenti (Q_C e Q_F) del Caso a.

$$[L_{\max,A}^{\rightarrow} = 307\text{ MJ}; \eta_{I,A} = 0.55; \eta_{II,A} = 1; \eta_{II,B} = 0.96]$$

Esercizio 05



$$T_c = 400^\circ\text{C} = 673\text{ K}$$

$$Q_c = ? \quad (\text{J})$$

$$T_{Fi} = 15^\circ\text{C} = 288\text{ K}$$

$$T_{Ff} = 45^\circ\text{C} = 318\text{ K}$$

$$M_F = 2000\text{ kg}$$

$$c = 4186\text{ J/kgK} = 4,186\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$Q_F = ? \quad (\text{J})$$

$$L = ? \quad (\text{J})$$

$$S_{irr} = 0 \quad (\text{reversibile})$$

$$\begin{cases} \Delta U_Z = 0 \\ \Delta S_Z = S_{irr} \end{cases} \rightarrow$$

$$\begin{cases} -Q_c + \Delta U_F + L = 0 \\ -\frac{Q_c}{T_c} + \Delta S_F = 0 \end{cases}$$

MASSA FINITA

Esercizio 05

$$\Delta U_F = Q_F^{\uparrow} - \Delta F_{\downarrow}^{\rightarrow 0} \rightarrow \Delta U_F = Q_F^{\uparrow} = Q_F$$

$$\Delta U_F = M_F c \Delta T = M_F c (T_{Ff} - T_{Fi})$$

$$Q_F = 2000 \text{ kg} \times 4,186 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \times (318 - 288) = 251,16 \text{ MJ}$$

$$\Delta S_F = M_F c \ln \frac{T_{Ff}}{T_{Fi}} \rightarrow \Delta S_F = 2000 \times 4,186 \times \ln \frac{318}{288}$$

$$\Delta S_F = 829,18 \text{ kJ/K}$$

$$-\frac{Q_c}{T_c} + \Delta S_F = 0 \rightarrow Q_c = T_c \Delta S_F = 673 \text{ K} \times 829,18 \text{ kJ/K}$$

$$Q_c = 558,04 \text{ MJ}$$

Esercizio 05

$$L = Q_c - \Delta U_f = 558,04 - 251,16 = 306,88 \text{ MJ}$$

$$L \rightarrow L_{\text{rev}} \text{ con } Q_{F,\text{rev}}$$

$$\text{CASO A} \rightarrow \eta = \frac{L}{Q_c} = \frac{306,88 \text{ MJ}}{558,04 \text{ MJ}} = 0,55$$

$$\eta \rightarrow \eta_{\text{rev}} \quad (S_{\text{irr}} = 0)$$

$$\eta_{\text{II,A}} = 1$$

Esercizio 05

CASO B

$$\begin{cases} -Q_C + Q_F + L = 0 \\ -\frac{Q_C}{T_C} + \frac{Q_F}{T_F} = S_{IRR} \end{cases} \quad \leftarrow$$

$$S_{IRR} = -\frac{558,04 \text{ MJ}}{673 \text{ K}} + \frac{251,16 \text{ MJ}}{288 \text{ K}} = 0,0429 \frac{\text{MJ}}{\text{K}}$$

$S_{IRR} > 0$ FATTIBILE
IRREVERSIBILE (REALE)

$$L = 306,88 \text{ MJ} \quad (\text{INVARIATO})$$

$$\eta_B = 0,55 = \eta_A$$

$$\eta_{REV,B} = 1 - \frac{T_F}{T_C} = 1 - \frac{288}{673} = 0,57 \quad \left. \vphantom{\eta_{REV,B}} \right\} \eta_{I,B} = \frac{\eta_B}{\eta_{REV,B}} = 0,96$$