



POLITECNICO
MILANO 1863

Esercitazione 04 - Macchine termodinamiche

Esercizio 08 ([link registrazione](#) ora 1 min. 16)

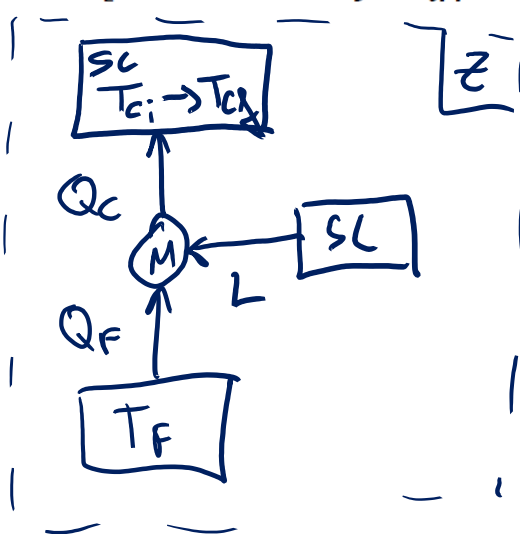
Corso di Fisica Tecnica
a.a. 2019-2020

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

Esercizio 08

- 4.8. [intermedio] In un capannone industriale, con un volume di 4000 m^3 , l'aria ha una temperatura di 14°C ed una pressione di 1 atm . Il capannone, supposto termicamente isolato verso l'esterno ed a volume costante, viene riscaldato sino alla temperatura di 25°C con l'impiego di una pompa di calore con efficienza pari a 10 . La pompa opera utilizzando una sorgente fredda alla temperatura costante di 10°C . Determinare il lavoro necessario per eseguire il riscaldamento e l'entropia prodotta per irreversibilità.

$$[L = 3.88 \text{ MJ}; S_{\text{irr}} = 9.64 \text{ kJ/K}]$$



$$\begin{aligned} V_c &= 4000 \text{ m}^3 \\ P_c &= 1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} \\ T_{ci} &= 14^\circ\text{C} = 287 \text{ K} \\ T_{cf} &= 25^\circ\text{C} = 298 \text{ K} \\ Q_c &= ? \\ T_F &= 10^\circ\text{C} = 283 \text{ K} \\ Q_F &= ? \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} L = ? \\ S_{\text{irr}} = ? \\ \epsilon_{pc} = 10 \end{array} \right.$$

Esercizio 08

$$\begin{cases} \Delta U_z = 0 \\ \Delta S_z = S_{irr} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \Delta U_c - Q_F - L = 0 \\ \Delta S_c - \frac{Q_F}{T_F} = S_{irr} \end{cases}$$

$$\Delta U_c = Q_c^{\leftarrow} - \cancel{L_c^{\rightarrow}} \rightarrow 0 \quad (v = \text{cost}) \quad Q_c^{\leftarrow} = M_c c_v (T_{cf} - T_{ci})$$

$$M_c = \frac{P_c V_c}{R^* T_{ci}} \Rightarrow M_c = 4,916 \text{ kg}$$

$$c_v = \frac{5}{2} R^* = 717 \text{ J/kgK} = 0,717 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \quad (M_m = 29 \frac{\text{kg}}{\text{mol}})$$

$$Q_c^{\leftarrow} = 38,81 \text{ MJ}$$

Esercizio 08

$$\varepsilon_{pc} = \frac{\text{EFFETTO UTILE}}{\text{SPESA}} = \frac{Q_c}{L} \rightarrow L = \frac{Q_c}{\varepsilon_{pc}} = \frac{38,81}{10} = 3,88 \text{ MJ}$$

$$Q_F = \Delta U_c - L = Q_c - L = 34,93 \text{ MJ}$$

$$\Delta S_c = M_c \left[c_v \ln \frac{T_{cf}}{T_{ci}} + R^* \ln \frac{V_{cf}}{V_{ci}} \right] = M_c c_v \ln \frac{T_{cf}}{T_{ci}}$$

$$S_{irr} = 9,64 \text{ kJ/K} = 0,00964 \text{ MJ/K}$$

$$S_{irr} = \Delta S_c - \frac{Q_F}{T_F}$$