



POLITECNICO
MILANO 1863

Esercitazione 01 - Bilanci e Equazione di Stato

Esercizio 05 ([link registrazione](#))

Corso di Fisica Tecnica
a.a. 2019-2020

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

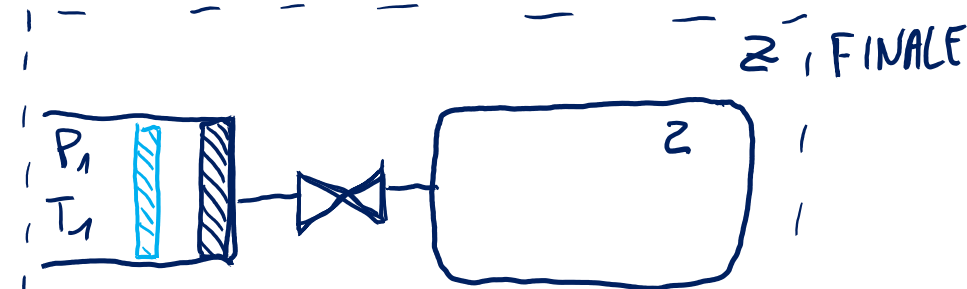
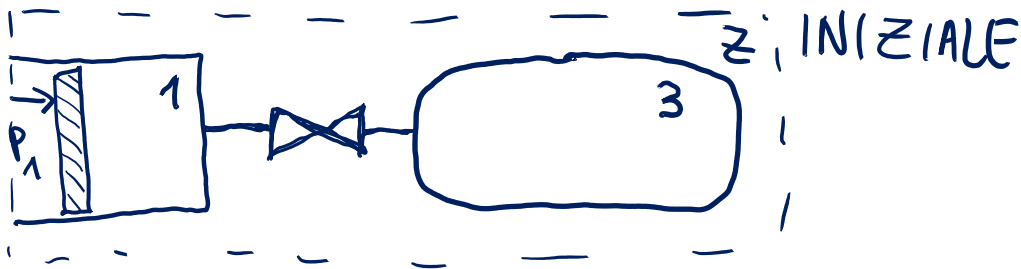
Esercizio 05

- 1.5.** *[avanzato]* Una bombola del volume $V = 0.2 \text{ m}^3$ è collegata con una valvola ad una linea di distribuzione di aria compressa alla pressione $P_1 = 30 \text{ bar}$ e temperatura $T_1 = 20 \text{ °C}$. Viene aperto il rubinetto di intercettazione e la bombola, inizialmente vuota, viene riempita di aria fino alla pressione $P_2 = P_1$. Trascurando la capacità termica della bombola, supponendo il processo adiabatico e trattando l'aria come un gas ideale a calori specifici caratteristici costanti, trovare la temperatura T_2 alla fine del riempimento e la massa M_2 dell'aria contenuta nella bombola.

Risolvere il problema nel caso che la bombola non sia inizialmente vuota ma contenga aria alla pressione $P_3 = 12 \text{ bar}$ ed alla temperatura $T_3 = -30 \text{ °C}$.

$$[T_2 = 137.26 \text{ °C}; M_2 = 5.1 \text{ kg}; T_{2,\text{caso2}} = 48.74 \text{ °C}; M_{2,\text{caso2}} = 6.5 \text{ kg}]$$

Esercizio 05



$P_1 = 30 \text{ bar} = 30 \times 10^5 \text{ Pa}$ $V_2 = 0,2 \text{ m}^3$
 $T_1 = 20^\circ\text{C} = 293,15 \text{ K}$
 $P_2 = P_1$ $T_2 ?$ $M_2 ?$
 CASO 1 $M_3 = 0$ CASO 2 $P_3 = 12 \text{ bar}$
 $T_3 = -30^\circ\text{C}$

IPOTESI:

- LINEA ARIA COMPRESSA È ASSIMILABILE A UN SERBATOIO DI MASSA A $P = \text{cost}$
 $T = \text{cost}$
- TRASF. È ADIABATICA E IRREVERSIBILE
- SCAMBIO DI LAVORO CON LA LINEA AVVIENE A $P = \text{cost}$
- GAS (ARIA) BIATOMICO E PERFETTO
- CAPACITA TERMICA BOMBOLA È TRASC. (NON ASSORBE CAORE)

$$\delta l^{-} = P d\tau$$

• BIL. MASSA

$$M_i = M_F$$

$$M_1 + M_3 = M_2$$

• BIL. ENERGIA

$$\Delta U_z = \cancel{Q^E} - L^{-}$$

0 adiab.

$$\Delta U_z = -L^{-}$$

• BIL. ENTROPIA

$$\Delta S_z = \cancel{S_Q^E} + S_{irr}$$

0 adiab.

$$\Delta S_z = S_{irr}$$

$$L^{-} = P \Delta V = P_1 (V_{F, LINEA} - V_{i, LINEA}) = P_1 (0 - V_1) = -P_1 V_1$$

$$\Delta U_z = P_1 V_1$$

$$U_{F,z} - U_{i,z} = P_1 V_1$$

$$U_2 - (U_1 + U_3) = P_1 V_1$$

$$M_2 u_2 - M_1 u_1 - M_3 u_3 = P_1 V_1$$

Esercizio 05

ARIA G, P, $\Delta u = c_v \Delta T$

~~$u = c_v T$~~

$$u - u_{\text{REF}} = c_v (T - T_{\text{REF}})$$

$$M_2 (u_{\text{REF}} + c_v (T_2 - T_{\text{REF}})) - M_1 (u_{\text{REF}} + c_v (T_1 - T_{\text{REF}})) - M_3 (u_{\text{REF}} + c_v (T_3 - T_{\text{REF}}))$$

$$u_{\text{REF}} \underbrace{(M_2 - M_1 - M_3)}_{=0} - c_v T_{\text{REF}} \underbrace{(M_2 - M_1 - M_3)}_{=0} + M_2 c_v T_2 - M_1 c_v T_1 - M_3 c_v T_3 = \underbrace{P_1 V_1}_{=P_1 V_1}$$

$$M_2 c_v T_2 - M_1 c_v T_1 - M_3 c_v T_3 = P_1 V_1$$

EdS G.I. $P_1 V_1 = M_1 R^* T_1$

$$M_2 c_v T_2 - M_1 (\underbrace{c_v + R^*}_{c_p}) T_1 - M_3 c_v T_3 = 0$$

Esercizio 05

$$\begin{cases} M_2 c_v T_2 - M_1 c_p T_1 - M_3 c_v T_3 = 0 \\ M_1 + M_3 = M_2 \end{cases}$$

CASO 1: $M_3 = 0$

$$\begin{cases} M_1 = M_2 \\ M_2 c_v T_2 - M_1 c_p T_1 = 0 \end{cases}$$

$$T_2 = \frac{M_1 c_p}{M_2 c_v} T_1 = \frac{c_p}{c_v} T_1 = \frac{7/2 R^*}{5/2 R^*} 293,15 [K] = 410,41 [K]$$

$$T_2 = 137,26 ^\circ C$$

Esercizio 05

$$M_2 = \frac{P_2 V_2}{R^* T_2} = \frac{30 \times 10^5 [\text{Pa}] \times 0,2 [\text{m}^3]}{\frac{8314}{29} \left[\frac{\text{J}}{\cancel{\text{mol}} \text{K}} \times \frac{\cancel{\text{kmol}}}{\text{kg}} \right] \times 410,41 [\text{K}]}$$

$$M_2 = 5,1 \left[\frac{\cancel{\text{kg}}}{\cancel{\text{m}} \cancel{\text{s}}^2} \times \cancel{\text{m}}^3 \times \frac{\cancel{\text{s}}^2}{\cancel{\text{m}}^2 \cancel{\text{kg}}} \times \frac{\cancel{\text{kg}} \cancel{\text{K}}}{1} \times \frac{1}{\cancel{\text{K}}} \right]$$

$$M_2 = 5,1 \text{ kg}$$