



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

# Esercitazione 06 - Cicli a gas

*Esercizio 06* ([link registrazione](#))

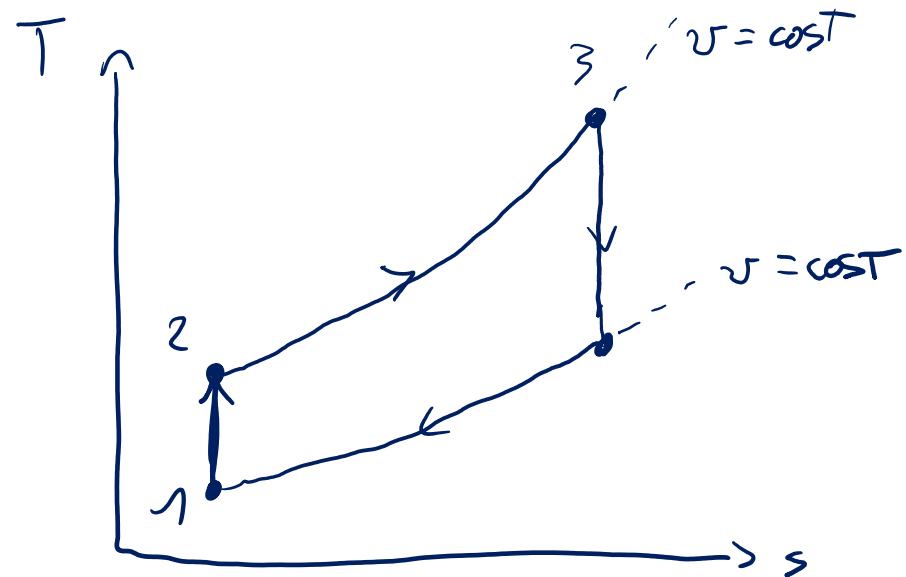
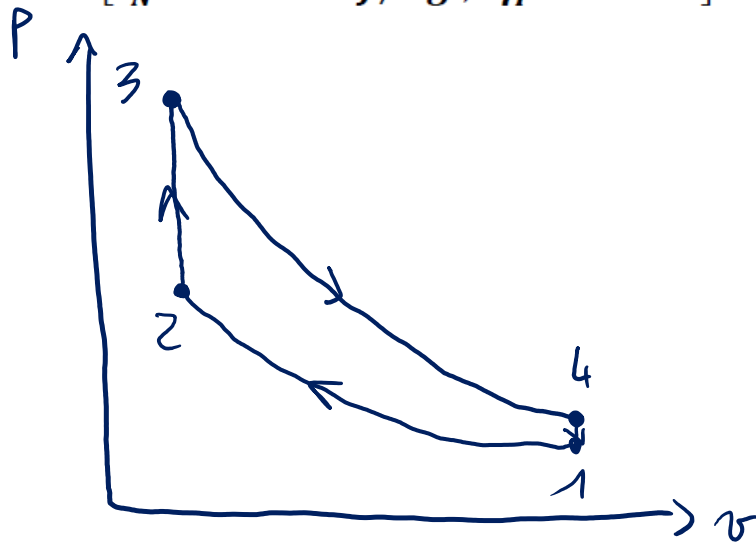
**Corso di Fisica Tecnica**  
**a.a. 2019-2020**

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

## Esercizio 06

- 6.6. [intermedio] Un motore a ciclo Otto ideale a quattro cilindri ha cilindrata  $V = 1600 \text{ cm}^3$ . Il rapporto di compressione volumetrico è  $r_v = 8$ . La miscela aspirata all'inizio della fase di compressione ha pressione  $P_1 = 1 \text{ atm}$  e temperatura  $T_1 = 50^\circ \text{C}$ . La temperatura massima del ciclo è  $T_3 = 1800 \text{ K}$ . Ipotizzando di considerare la miscela aria-benzina un gas ideale biatomico con massa molare  $M_m = 29 \text{ kg/kmol}$  si chiede di caratterizzare il ciclo (determinando  $P$ ,  $T$ ,  $V$  per tutti gli stati del fluido, il lavoro specifico prodotto, il rendimento).

$$[l_N = 428.1 \text{ kJ/kg}; \eta_I = 0.565]$$



# E06: Cicli a gas

## Esercizio 06

3

DATI

$$V = 1600 \text{ cm}^3$$

$$\kappa_V = 8$$

$$P_1 = 101325 \text{ Pa}$$

$$T_1 = 50^\circ\text{C} = 323 \text{ K}$$

$$T_3 = T_{\text{MAX}} = 1800 \text{ K}$$

$$M_A = 29 \text{ g/mol}$$

PER 1 CILINDRO

$$V_C = V_{\text{MAX}} - V_{\text{MIN}} = \frac{V}{4}$$

STATO	P (Pa)	T (K)	V (m <sup>3</sup> )
1	101325	323	? 0,0004571
2	? 1862400	? 742,4	? 0,000571
3	? 4515500	1800	? 0,0000571
4	? 245670	? 783,5	? 0,0004571

$$V_C = V_1 - V_2 \quad \kappa_V = \frac{V_{\text{MAX}}}{V_{\text{MIN}}} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$V_1 = V_c \frac{\kappa_v}{\kappa_v - 1} = 457,14 \text{ cm}^3 = 0,0004571 \text{ m}^3$$

$$V_2 = V_1 - V_c = 457,1 - 400 = 57,1 \text{ cm}^3 = 0,0000571 \text{ m}^3$$

1-2) ISOENTROPICA

$$P_2 = P_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^{\kappa} \quad \kappa = \frac{c_p}{c_v} = \frac{7}{5} = 1,4 \quad (\text{BIATOMICO})$$

$$\Rightarrow P_2 = 1\,862\,400 \text{ Pa}$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{M R^*} \quad M = \frac{P_1 V_1}{R^* T_1} = 5 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

$$T_2 = 742,4 \text{ K}$$

$$P_3 = \frac{MR^* T_3}{V_3} = 4\,515\,500 \text{ Pa}$$

3-4) ISOENTROPICA

$$P_4 = P_3 \left( \frac{V_3}{V_4} \right)^{\gamma} = 245\,670 \text{ Pa}$$

$$T_4 = \frac{P_4 V_4}{MR^*} = 783,5 \text{ K}$$

## Esercizio 06

## BILANCI

1-2) COMPRESSIONE  $\Delta U_{12} = \cancel{Q_{12}^{\leftarrow}} - L_{12}^{\rightarrow} \quad L_{12}^{\rightarrow} = M c_v (T_1 - T_2)$

2-3) RISC. ISOCORO  $\Delta U_{23} = Q_{23}^{\leftarrow} - \cancel{L_{23}^{\rightarrow}} \quad (v = \text{cost})$

$L \rightarrow Q_{23}^{\leftarrow} = M c_v (T_3 - T_2) \quad (Q_c^{\leftarrow})$

3-4) ESPANSIONE  $\Delta U_{34} = \cancel{Q_{34}^{\leftarrow}} - L_{34}^{\rightarrow} \quad L_{34}^{\rightarrow} = M c_v (T_3 - T_4)$

4-1) RAFFR. ISOCORO  $\Delta U_{41} = \cancel{Q_{41}^{\leftarrow}} - \cancel{L_{41}^{\rightarrow}} \quad (v = \text{cost})$

$L \rightarrow Q_{41}^{\leftarrow} = M c_v (T_1 - T_4) \quad (-Q_F^{\rightarrow})$

$$\eta_{\text{OTTO}} = \frac{L^{\rightarrow}}{Q_c^{\leftarrow}} = \frac{l_{12}^{\rightarrow} + l_{34}^{\rightarrow}}{Q_c^{\leftarrow}} = 1 - \frac{Q_F^{\rightarrow}}{Q_c^{\leftarrow}}$$

$$\eta_{\text{OTTO}} = 1 - \frac{M_{\text{cv}}(T_4 - T_1)}{M_{\text{cv}}(T_3 - T_2)} = \underline{\underline{0,565}}$$

$$l^{\rightarrow} = l_{12}^{\rightarrow} + l_{34}^{\rightarrow} = c_v(T_1 - T_2) + c_v(T_3 - T_4)$$

$$l^{\rightarrow} = \underline{\underline{428,1 \text{ kJ/kg}}}$$