

**Prova scritta di Fisica Tecnica Ambientale – 19.07.2004**  
**( Ing. Civile, Edile, Ambientale )**

**Esercizio 1**

Un ciclo Diesel viene eseguito in un sistema chiuso costituito da un sistema cilindro-pistone. La sostanza evolvente è aria, considerata gas ideale a calori specifici costanti con massa molecolare  $M=28.97$  kg/kmol e  $k=1,4$ . Il ciclo è costituito dalle seguenti trasformazioni:

- compressione isentropica dal punto 1 al punto 2;
- fornitura di calore a pressione costante ( $p_2=p_3$ ) tra 2 e 3;
- espansione isentropica dal punto 3 al punto 4;
- cessione di calore a volume costante ( $v_4=v_1$ ) tra 4 ed 1.

All'inizio della trasformazione di compressione l'aria si trova alla pressione  $p_1=101325$  Pa, alla temperatura  $t_1=27$  °C ed occupa un volume  $V_1=1800$  cm<sup>3</sup>. Sono noti inoltre i rapporti  $v_1/v_2=18$  e  $v_3/v_2=2$ . In queste condizioni si chiede, dopo aver tracciato schematicamente le trasformazioni su un piano  $p-v$ , di calcolare:

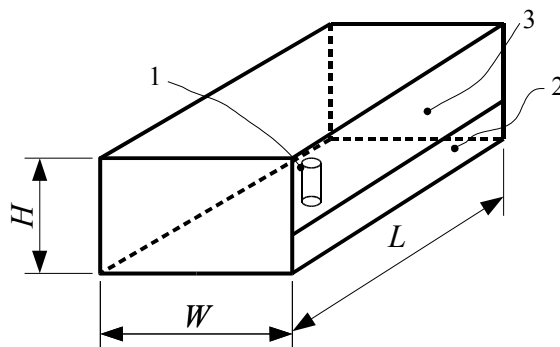
1. la massa di aria contenuta nel sistema chiuso  $m$ ;
2. la temperatura e la pressione dell'aria alla fine di ogni trasformazione;
3. il calore  $\hat{Q}$  ed il lavoro  $\hat{L}$  scambiato in ogni trasformazione (J);
4. il rendimento termodinamico del ciclo  $\eta$ .

**Esercizio 2**

Una persona (superficie 1) è seduta al centro di una stanza vuota avente dimensioni  $L=12$  m,  $W=8$  m,  $H=3$  m. Su una parete di lunghezza  $L$  è posizionato un radiatore con temperatura superficiale  $t_2=50$  °C (superficie 2), sulla parte superiore della stessa parete è presente una finestra alla temperatura  $t_3=15$  °C (superficie 3); il resto delle superfici sono alla temperatura di  $t_4=20$  °C (superficie 4).

Si assuma una temperatura superficiale della persona  $t_s=30$  °C. Il fattore di vista tra persona seduta e radiatore è pari a  $F_{12}=0,026$  tra persona e finestra  $F_{13}=0,29$ . Considerando tutte le superfici nere si chiede di calcolare:

1. Il flusso termico specifico scambiato tra persona seduta e radiatore  $q''_{12}$ , tra persona e finestra  $q''_{13}$ , tra persona e resto della stanza  $q''_{14}$ ;
2. il flusso termico specifico totale scambiato per irraggiamento dalla persona con le superfici della stanza  $q''_{rad}$ ;
3. La temperatura uniforme  $t_{mr}$  che dovrebbero assumere tutte le superfici della stanza per ottenere lo stesso flusso termico specifico scambiato dalla persona nelle condizioni reali  $q''_{rad}$  (punto 2)
4. il flusso termico scambiato dalla persona con la stanza supponendo tutte le superfici grigie di emissività  $\varepsilon_s=0,9$  ed a temperatura uniforme  $t_{mr}$ . Si consideri inoltre la persona come superficie grigia di emissività  $\varepsilon_p=0,8$  ed area  $A_p=1,8$  m<sup>2</sup>.



## Esercizio 1

$$v_1 = \frac{RT_1}{p_1} = 0,85 \text{ m}^3/\text{kg} ; \quad m = \frac{V}{v_1} = 2,117 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

$$v_2 = V_1/18 = 0,0472 \text{ m}^3/\text{kg} \quad T_2 = T_1 \cdot \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = 953,78 \text{ K} \quad p_2 = \frac{RT_2}{v_2} = 5,796 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$P_3 = P_2 ; V_3 = 2 \cdot V_2 = 0,0945 \text{ m}^3/\text{kg} ; \quad T_3 = \frac{P_3 \cdot v_3}{R} = 1907,6$$

$$T_4 = T_3 \cdot \left( \frac{V_3}{V_4} \right)^{k-1} = 792 \text{ K} ; \quad p_4 = \frac{RT_4}{v_1} = 267400 \text{ Pa}$$

$$c_v = \frac{R}{k-1} = 717,5$$

$$Q_{12} = 0 ; \quad \hat{L}_{12} = m \cdot c_v \cdot (T_1 - T_2) = -9,929 \cdot 10^2 \text{ J}$$

$$\hat{L}_{23} = m \cdot p_2 \cdot (v_3 - v_2) = 5,796 \cdot 10^2 \text{ J} ; \quad \hat{Q}_{23} = m c_v (T_3 - T_2) + \hat{L}_{23} = 2,028 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$\hat{L}_{34} = m c_v (T_3 - T_4) = 1,695 \cdot 10^3 \text{ J} ; \quad \hat{Q}_{23} = 0$$

$$\hat{L}_{41} = 0 ; \quad \hat{Q}_{41} = m c_v (T_1 - T_4) = -7,473 \cdot 10^2 \text{ J}$$

$$\hat{L}_n = \hat{L}_{12} + \hat{L}_{23} + \hat{L}_{34} + \hat{L}_{41} = 1,281 \cdot 10^3 \text{ J} ; \quad \eta = \frac{\hat{L}_n}{\hat{Q}_{23}} = 0,6316$$

## esercizio 2

$$q''_{12} = \sigma F_{12} (T_1^4 - T_2^4) = -3,625 \text{ W/m}^2 ; \quad q''_{13} = \sigma F_{13} (T_1^4 - T_3^4) = 25,51 \text{ W/m}^2$$

$$F_{14} = 1 - F_{12} - F_{13} = 0,684 \quad q''_{13} = \sigma F_{14} (T_1^4 - T_4^4) = 41,13 \text{ W/m}^2$$

$$q''_{rad} = q''_{12} + q''_{13} + q''_{14} = 63,01 \text{ W/m}^2$$

$$q''_{rad} = \sigma (T_1^4 - T_{mr}^4) \Rightarrow T_{mr} = 292,6 \text{ K}$$

$$A_s = 2 \cdot L \cdot W + 2 \cdot (L + W) \cdot H = 312 \text{ m}^2$$

$$q_r = \frac{\sigma \cdot A_p \cdot (T_1^4 - T_{mr}^4)}{\frac{1}{\epsilon_p} + \frac{A_p}{A_s} \cdot \left( \frac{1}{\epsilon_s} - 1 \right)} = 90,69 \text{ W}$$