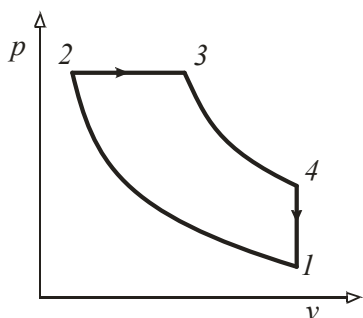


Prova scritta di Fisica Tecnica, Fisica Tecnica I e Fisica Tecnica II – 5.06.2007  
 Fisica Tecnica VO e Fisica Tecnica II NO AA 2005-06 e seguenti – Esercizi 1 e 2  
 NO AA 2004-05 e precedenti: Fisica Tecnica I – *solo* Esercizio 1; Fisica Tecnica II – *solo* Esercizio 2  
**(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali)**

.....  
NOME e COGNOME.....  
CORSO di LAUREA.....  
Voto/i**Esercizio 1**

Un ciclo Diesel ideale ad aria standard ( $R = 0.287 \text{ kJ/(kg K)}$ ,  $k = 1.4$ ) è caratterizzato da un rapporto volumetrico di compressione  $r_v = v_1/v_2 = 18$ , ed un rapporto volumetrico di combustione pari a  $r_c = v_3/v_2 = 2$ . All'inizio del processo di compressione, il fluido si trova in condizioni di pressione  $p_1 = 101.325 \text{ kPa}$  e temperatura  $T_1 = 300 \text{ K}$ .

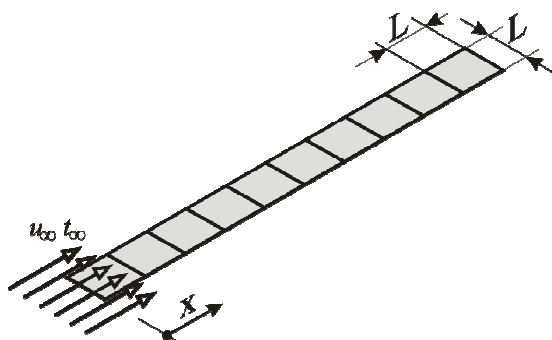


Sapendo che il lavoro netto prodotto durante il ciclo vale  $\hat{L}_n = 0.214 \text{ kJ}$ , determinare nell'ordine:

1. I valori di temperatura  $T_2$ ,  $T_3$  e  $T_4$ ;
2. Il rendimento di primo principio del ciclo  $\eta$ ;
3. La cilindrata  $V_g = V_1 - V_2$ .

**Esercizio 2**

Una serie di dieci componenti elettronici (chip) uguali, di forma quadrata con  $L = 10 \text{ [mm]}$  e spessore trascurabile, sono isolati da un lato, mentre dal lato opposto sono raffreddati da un flusso d'aria parallelo con velocità  $u_\infty = 40 \text{ [m/s]}$  e temperatura  $t_\infty = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ . Durante il funzionamento, ciascun dispositivo dissipa la medesima potenza, in modo che l'intera superficie raffreddata sia caratterizzata da flusso termico specifico costante.



1. Se la temperatura massima di ciascun componente non può superare la temperatura  $t_s = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ , qual è la massima potenza che può essere dissipata per ciascun chip ?
2. Qual è la massima potenza che potrebbe venir dissipata da ciascun chip se la schiera fosse orientata in direzione normale, anziché parallela, al flusso d'aria ?

Note:

- Il numero di Nusselt locale, per una lastra piana con flusso termico specifico costante, può essere calcolato con la correlazione:

$$Nu_x \equiv \frac{h_x x}{k} = 0.453 Re_x^{1/2} Pr^{1/3} \quad Pr \geq 0.6, \quad Re < 5 \times 10^5$$

in regime laminare, e

$$Nu_x \equiv \frac{h_x x}{k} = 0.0308 Re_x^{4/5} Pr^{1/3} \quad 0.6 \leq Pr \leq 60, \quad Re \geq 5 \times 10^5$$

in regime turbolento.

- Si assumano per l'aria, ad un'opportuna temperatura da specificare, le seguenti proprietà termofisiche:

$$k = 28.2 \times 10^{-3} \text{ W/(m K)}; \quad Pr = 0.703; \quad \nu = 18.4 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

### Soluzioni

#### Esercizio 1

1. Dalla  $p v = R T$  si ha

$$v_1 = \frac{R T_1}{p_1} = 0.850 \text{ [m}^3/\text{kg]}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \left( \frac{v_1}{v_2} \right)^{k-1} = r_v^{k-1} \text{ da cui}$$

$$T_2 = T_1 r_v^{k-1} = 953.3 \text{ [K]}$$

$$v_2 = \frac{v_1}{r_v} = 0.0472 \text{ [m}^3/\text{kg]}$$

$$p_3 v_3 = R T_3 \text{ e poich  } p_3 \equiv p_2 \text{ e } v_3 = r_c v_2 \text{ si ha}$$

$$T_3 = \frac{p_2 r_c v_2}{R} = T_2 r_c = 1907 \text{ [K]}$$

$$\frac{T_4}{T_3} = \left( \frac{v_3}{v_4} \right)^{k-1} = \left( r_c \frac{v_2}{v_1} \right)^{k-1} = r_c^{k-1} r_v^{1-k}$$

$$T_4 = T_3 r_c^{k-1} r_v^{1-k} = 791.7 \text{ [K]}$$

$$2. \quad Q_{41}^- = u_1 - u_4 = c_v (T_1 - T_4) = \frac{R}{k-1} (T_1 - T_4) = -352.8 \text{ [kJ/kg]}$$

$$Q_{23}^+ = h_3 - h_2 = c_p (T_3 - T_2) = \frac{R k}{k-1} (T_3 - T_2) = 957.6 \text{ [kJ/kg]}$$

$$\eta = \frac{L_n}{Q_{23}^+} = \frac{Q_{23}^+ + Q_{41}^-}{Q_{23}^+} = 1 + \frac{Q_{41}^-}{Q_{23}^+} = 1 - \frac{|Q_{41}^-|}{Q_{23}^+} = 0.632$$

$$3. \quad V_1 = v_1 \cdot m \quad V_2 = v_2 \cdot m$$

$$V_g = V_1 - V_2 = m(v_1 - v_2)$$

$$\hat{L}_n = m L_n = m \eta Q_{23}^+$$

$$m = \frac{\hat{L}_n}{\eta Q_{23}^+} = 3.54 \times 10^{-4} \text{ [kg]}$$

$$V_g = 2.84 \times 10^{-4} \text{ [m}^3] = 284 \text{ [cm}^3]$$

#### Esercizio 2

1. Con riferimento all'intera schiera ( $L = 0.1 \text{ [m]}$ ) si ha

$$\text{Re}_L = \frac{u_\infty L}{\nu} = 2.17 \times 10^5 < 5 \times 10^5$$

perci  il flusso   laminare su tutta la lunghezza.

Poich 

$$q'' = h_x (t_s - t_\infty)$$

è costante, ed il coefficiente convettivo locale

$$h_x = \frac{k}{x} 0.453 \text{Re}_x^{1/2} \text{Pr}^{1/3} = 0.453 \sqrt{\frac{u_\infty}{\nu x}} \text{Pr}^{1/3}$$

diminuisce con  $x$ , si avrà la temperatura massima in prossimità dell'ultimo chip.

Approssimando il coefficiente convettivo medio sull'ultimo chip con il coefficiente convettivo locale alla mezzzeria di quest'ultimo

$$\bar{h}_{10} \cong h_{(x=0.095m)}$$

si ha

$$\text{Re}_{(x=0.095m)} = 2.066 \times 10^5$$

$$\overline{Nu}_{10} = 183$$

$$\bar{h}_{10} = 54.3 \text{ [W/m}^2 \text{ K]}$$

$$q_{10} = \bar{h}_{10} A(t_s - t_\infty) = 54.3 \cdot (10 \times 10^{-3})^2 \cdot (80 - 24) = 0.31 \text{ [W]}$$

Quindi, se tutti i componenti devono dissipare la medesima potenza, e  $t_s$  non deve superare 80 °C, il flusso massimo è

$$q_{\max} = 0.31 \text{ [W]}$$

2. Disponendo la schiera in direzione normale, ed approssimando il coefficiente convettivo medio in modo analogo, si ha

$$\text{Re}_{(x=0.005m)} = 10.87 \times 10^3$$

$$\bar{h}_1 = 237.9 \text{ [W/m}^2 \text{ K]}$$

$$q_1 = \bar{h}_1 A(t_s - t_\infty) = 1.33 \text{ [W]}$$

### Osservazioni

- Com'era intuibile, se possibile è decisamente conveniente orientare la schiera di componenti in direzione normale anziché parallela alla corrente fluida.
- Nel caso sia inevitabile la disposizione parallela, il massimo flusso termico può essere aumentato in modo significativo favorendo la transizione al regime turbolento, attraverso un *promotore di turbolenza*, dello strato limite.