

Prova scritta di Fisica Tecnica, Fisica Tecnica I e Fisica Tecnica II – 30.05.2006

Fisica Tecnica VO e Fisica Tecnica II NO AA 2005-06 – Esercizi 1 e 2

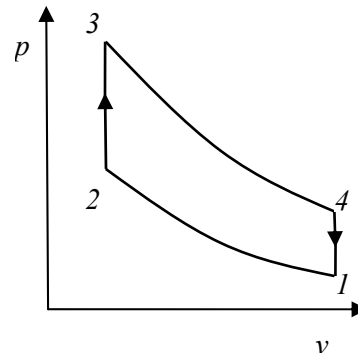
NO AA 2004-05 e precedenti: Fisica Tecnica I – *solo* Esercizio 1; Fisica Tecnica II – *solo* Esercizio 2

(Ing. Meccanica, Navale, Elettrica, dei Materiali)

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

Un ciclo Otto ideale ad aria standard, considerata gas ideale a calori specifici costanti ($R = 0.287 \text{ kJ/(kg K)}$, $k = 1.4$), opera fra le temperature $t_1 = 20^\circ\text{C}$ di inizio compressione, e $t_2 = 320^\circ\text{C}$ di fine compressione. Sapendo che il lavoro netto del ciclo è pari a $L_n = 355 \text{ kJ/kg}$, determinare:

- 1) Il rapporto volumetrico di compressione, r_v ;
- 2) Il rendimento di primo principio, η ;
- 3) Il calore fornito per ogni chilogrammo d'aria, Q_{23}^+ ;
- 4) La temperatura massima del ciclo, t_3 ;
- 5) Il rapporto fra le pressioni massima e minima del ciclo.

**Esercizio 2**

Una portata d'acqua $\dot{m}_c = 1.3 \text{ kg/s}$, alla temperatura $t_{c,i} = 20^\circ\text{C}$, è utilizzata per raffreddare una portata d'olio $\dot{m}_h = 1.7 \text{ kg/s}$ alla temperatura iniziale $t_{h,i} = 160^\circ\text{C}$. Il valore della trasmittanza termica è $U = 270 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, e la superficie di scambio termico $A = 19 \text{ m}^2$.

Valutare la temperatura di uscita dell'olio nei tre casi:

1. Scambiatore a tubi concentrici equicorrente;
2. Scambiatore a tubi concentrici controcorrente;
3. Scambiatore a flusso incrociato, con ambedue i fluidi non miscelati.

Note:

I. Relazioni per il calcolo dell'efficienza.

– Scambiatore a tubi concentrici equicorrente:

$$\varepsilon_{eq} = \frac{1 - \exp[-NTU(1+r)]}{1+r}$$

– Scambiatore a tubi concentrici controcorrente:

$$\varepsilon_{cc} = \frac{1 - \exp[-NTU(1-r)]}{1 - r \exp[-NTU(1-r)]}$$

– Scambiatore a flusso incrociato con ambedue i fluidi non miscelati:

$$\varepsilon_{fi} = 1 - \exp\left[\left(\frac{1}{r}\right)(NTU^{0.22})\left(\exp[-r(NTU)^{0.78}] - 1\right)\right]$$

con $NTU = UA/C_{min}$ e $r = C_{min}/C_{max}$

II. Si assumano i seguenti calori specifici medi:

acqua: $c_c = 4.181 \text{ kJ/(kg K)}$; olio: $c_h = 1.9 \text{ kJ/(kg K)}$

Soluzioni

Esercizio 1

$$1) \quad r_v = \frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{1/(k-1)} = \frac{v_4}{v_3} = \left(\frac{T_3}{T_4} \right)^{1/(k-1)} = 5.82$$

$$2) \quad \eta = \frac{L_n}{Q_{23}^+} = 1 - \frac{1}{r_v^{k-1}} = 0.506$$

$$3) \quad Q_{23}^+ = \frac{L_n}{\eta} = 701.6 \text{ kJ/kg}$$

$$4) \quad Q_{23}^+ = u_3 - u_2 = c_v (T_3 - T_2)$$

$$T_3 = T_2 + \frac{Q_{23}^+}{c_v} = T_2 + \frac{k-1}{R} Q_{23}^+ = 1571 \text{ K} = 1298 \text{ °C}$$

$$5) \quad \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{v_1}{v_2} \right)^k = r_v^k$$

$$\frac{p_3}{p_2} = \frac{T_3}{T_2}$$

$$\frac{p_3}{p_1} = \frac{p_3}{p_2} \cdot \frac{p_2}{p_1} = r_v^k \cdot \frac{T_3}{T_2} = 31.2$$

Esercizio 2

$$C_h = c_h \cdot \dot{m}_h = 3.23 \text{ kW/K} = C_{\min}; \quad C_c = c_c \cdot \dot{m}_c = 5.44 \text{ kW/K} = C_{\max}$$

$$q_{\max} = C_{\min} \cdot \Delta t_{\max} = C_{\min} \cdot (t_{h,i} - t_{c,i}) = 452.2 \text{ kW}$$

$$NTU = UA/C_{\min} = 1.5882; \quad r = C_{\min}/C_{\max} = 0.594$$

1) Equicorrente

$$\varepsilon_{eq} = 0.577$$

$$q_{eq} = q_{\max} \cdot \varepsilon_{eq} = 261.1 \text{ kW}$$

$$t_{h,o} = t_{h,i} - \frac{q_{eq}}{C_h} = 79.2 \text{ °C} \quad (t_{c,o} = t_{c,i} + \frac{q_{eq}}{C_c} = 68.0 \text{ °C})$$

2) Controcorrente

$$\varepsilon_{cc} = 0.690$$

$$q_{cc} = q_{\max} \cdot \varepsilon_{cc} = 312.2 \text{ kW}$$

$$t_{h,o} = t_{h,i} - \frac{q_{cc}}{C_h} = 63.4 \text{ °C} \quad (t_{c,o} = t_{c,i} + \frac{q_{cc}}{C_c} = 77.4 \text{ °C})$$

3) Flusso incrociato

$$\varepsilon_{fi} = 0.657$$

$$q_{fi} = q_{\max} \cdot \varepsilon_{cc} = 296.9 \text{ kW}$$

$$t_{h,o} = t_{h,i} - \frac{q_{fi}}{C_h} = 68.1 \text{ °C} \quad (t_{c,o} = t_{c,i} + \frac{q_{fi}}{C_c} = 74.6 \text{ °C})$$

Nota: per i casi di flusso controcorrente ed incrociato, si ha $t_{c,o} > t_{h,o}$.