

Prova scritta di Fisica Tecnica, Fisica Tecnica I e Fisica Tecnica II – 17.04.2007

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)

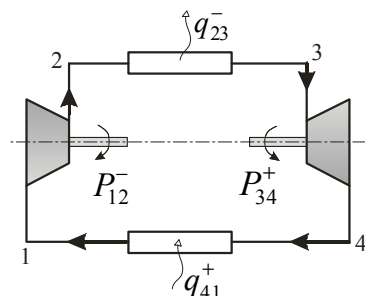
NOME e COGNOME

CORSO di LAUREA

Voto/i

**Esercizio 1**

Un impianto frigorifero ad aria a ciclo chiuso, della potenzialità  $q_{41}^+ = 35 \text{ kW}$ , consiste di un compressore centrifugo, una turbina e due scambiatori di calore, come schematizzato in figura.



I processi di compressione ed espansione sono entrambi adiabatici irreversibili, e l'aria può essere considerata un gas ideale con  $R = 0.287 \text{ kJ/(kg K)}$  e  $k = 1.41$ .

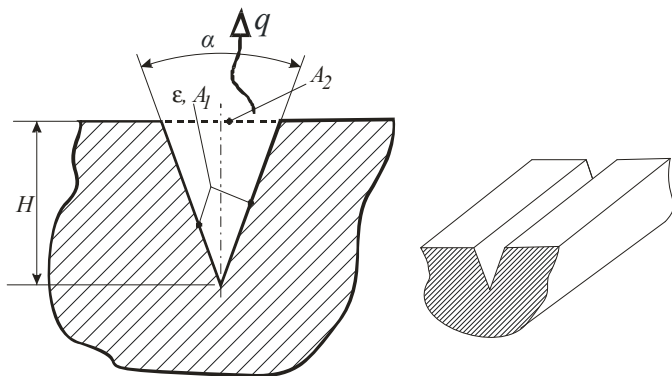
All'ingresso del compressore le condizioni dell'aria sono  $p_1 = 100 \text{ kPa}$  e  $t_1 = 21^\circ\text{C}$ , ed alla mandata  $p_2 = 190 \text{ kPa}$  e  $t_2 = 95^\circ\text{C}$ . All'ingresso in turbina la temperatura è  $t_3 = 45^\circ\text{C}$  ed all'uscita  $t_4 = 0^\circ\text{C}$ .

Trascurando eventuali variazioni di energia cinetica e potenziale, e ritenendo isobare le trasformazioni  $\overline{23}$  e  $\overline{41}$ , calcolare nell'ordine:

- Tracciare l'andamento del ciclo sul piano  $T$ - $s$ ;
- La temperatura di fine compressione  $T_2'$  e di fine espansione  $T_4'$  nell'ipotesi di isoentropicità;
- I rendimenti isoentropici dell'espansione  $\eta_{ie}$  e della compressione  $\eta_{ic}$ ;
- La portata di massa dell'aria  $\dot{m}$ ;
- La potenza di compressione  $|P_{12}|$ ;
- La potenza utile alla turbina  $P_{34}^+$ ;
- Il coefficiente di effetto utile del ciclo  $\mathcal{E}$ .

**Esercizio 2**

Una scanalatura a V, profonda  $H = 20 \text{ mm}$  e con angolo  $\alpha = 40^\circ$ , è praticata su un materiale la cui temperatura è pari a  $T = 600^\circ\text{C}$ . Nelle ipotesi che le superfici della scanalatura possano essere considerate grigie e diffuse, con emissività  $\varepsilon = 0.7$ , determinare nell'ordine:



- Il fattore di vista  $F_{12}$ ;
- Il flusso termico specifico,  $q'' = q/A_2$ , che lascia la scanalatura attraverso l'apertura;
- L'emissività effettiva  $\varepsilon_e$  della scanalatura, definita come il rapporto fra il flusso termico che lascia la cavità attraverso l'apertura, ed il flusso termico emesso da una superficie nera di area pari all'apertura e con temperatura uguale a quella delle pareti della scanalatura.

Nota:

La costante di Stefan-Boltzmann vale  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W/(m}^2\text{K}^4)$

Suggerimento:

Si consideri l'apertura della scanalatura, superficie  $A_2$ , come una superficie nera a temperatura di  $0 \text{ K}$ .

## Soluzioni

### Esercizio 1

- b)  $T_2' = 354.5 \text{ K} = 81.4 \text{ °C}; \quad T_4' = 264.0 \text{ K} = -9.2 \text{ °C}$
- c)  $\eta_{ic} = 0.816; \quad \eta_{ie} = 0.830$
- d)  $\dot{m} = 1.69 \text{ kg/s}$
- e)  $\left| P_{12}^- \right| = 123.4 \text{ kW}$
- f)  $P_{34}^+ = 75.1 \text{ kW}$
- g)  $\varepsilon = 0.72$

### Esercizio 2

- 1) Dalla regola della somma

$$F_{22} + F_{21} = 1$$

$$F_{22} = 0 \rightarrow F_{21} = 1$$

Dalla legge di reciprocità

$$A_2 F_{21} = A_1 F_{12}$$

$$F_{12} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{2H \tan(\alpha/2)}{2H / \cos(\alpha/2)} = \sin(\alpha/2) = 0.342$$

- 2) Per una cavità costituita da due superfici grigie diffuse

$$q = \frac{E_{b1} - E_{b2}}{\frac{1 - \varepsilon_1}{\varepsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1 - \varepsilon_2}{\varepsilon_2 A_2}}$$

In questo caso, essendo  $\varepsilon_2 = 1$  e  $T_2 = 0 \text{ K}$ , risulta  $J_2 = E_{b2} = 0$ , perciò ( $\varepsilon \equiv \varepsilon_l$ )

$$q'' = \frac{q}{A_2} = \frac{E_{b1}}{\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} \frac{A_2}{A_1} + \frac{A_2}{A_1 F_{12}}} = \frac{\sigma T_1^4}{\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} \frac{A_2}{A_1} + \frac{A_2}{A_1} \frac{A_1}{A_2}} = \frac{\sigma T_1^4}{\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} \frac{A_2}{A_1} + 1} = 28.74 \text{ kW/m}^2$$

- 3)  $\varepsilon_e = \frac{q}{E_{b1} A_2} = \frac{q''}{\sigma T_1^4} = 0.872$