

# ESAME FISICA TECNICA 11/02/2015

---

**Gli esercizi riportati di seguito sono esattamente quelli della prova d'esame, non sono un ricordo post-svolgimento ma riportano puntualmente il testo degli esercizi d'esame. Sono stati trascritti durante la prova da chi, evidentemente, non poteva/riusciva a fare altro.**

- 1) Una bombola è suddivisa in due parti da un setto mobile, inizialmente bloccato da un fermo. In entrambe le parti vi è ossigeno, ma in una è alla temperatura  $T_{A1}=40^{\circ}\text{C}$  e alla pressione  $p_{A1}=6$  bar con  $V_{B1}=2V_{A1}$ . A un certo istante il pistone viene sbloccato e il sistema evolve portandosi in uno stato di equilibrio caratterizzato dalla  $T_2=28^{\circ}\text{C}$ . Determinare:
- il rapporto tra le masse A e B affinché il processo subito complessivamente dall'ossigeno avvenga senza scambi termici con l'ambiente;
  - le pressioni  $p_2$  e le frazioni  $V_{A2}/V$  e  $V_{B2}/V$  del volume totale occupati da A e B nello stato finale;
  - se il processo subito complessivamente dall'ossigeno è reversibile, irreversibile o indeterminabile sotto questo aspetto;
  - riportare qualitativamente in un unico diagramma U-S gli stati  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $C_1$  e  $C_2$  con le rispettive disponibilità adiabatiche.

(trattare l'ossigeno come un gas perfetto)

- 2) In una linea di trattamento fumi, i gas combustibili (temperatura  $T_1=280^{\circ}\text{C}$  e pressione  $p_1=2.2$  bar) passano attraverso un riduttore di pressione (assimilabile a una valvola) prima di essere rilasciati in atmosfera. Supponendo che la pressione allo scarico sia quella atmosferica, determinare:
- la temperatura dei gas all'uscita del riduttore di pressione;
  - se il processo è reversibile, irreversibile, impossibile, indeterminabile sotto questo aspetto;
  - nel caso il processo non risulti reversibile, se il riduttore di pressione sia sostituibile con un dispositivo (specificando quantitativamente se e come devono cambiare le interazioni con l'esterno) che operi reversibilmente mantenendo però immutate sia la portata di gas che le loro temperature e pressioni di ingresso e di uscita.

[assimilare i gas all'aria e considerare che si comportino come gas perfetti. Trascurare le dispersioni termiche del riduttore di pressione. Temperatura ambiente  $T_0=20^{\circ}\text{C}$ .]

- 3) In una stazione di compressione di gas metano viene utilizzato un compressore ( $C_2$ , rapporto di compressione  $\beta_g=45$ , portata  $m_g=1$  kg/s) che è azionato da un piccolo turbogas, come mostrato in figura, operante secondo un ciclo Joule-Brayton. Supponendo che il turbogas prelevi aria a pressione atmosferica e temperatura ambiente  $p_1=1$  bar e  $T_1=20^{\circ}\text{C}$  che abbia un rapporto di compressione  $\beta_{\text{air}}=5$  e che la temperatura massima sia di  $1000^{\circ}\text{C}$ , determinare:
- la potenza meccanica assorbita dal compressore  $C_2$ ;
  - la potenza termica e la portata d'aria necessaria al funzionamento del turbogas;
  - la potenza erogata dalla turbina T.

(aria e metano trattabili come gas perfetti, funzionamento ideale e a regime di tutti i componenti, dispersioni termiche e cadute di pressione trascurabili.)

- 4) Un dispositivo elettronico, di forma simile a una CPU (base quadrata di lato  $L=40$  mm, spessore  $H=2$ mm, durante il suo funzionamento dissipa una potenza elettrica e pertanto è raffreddato, su entrambe le facce, da una corrente d'aria a temperatura ambiente  $T_a=20^\circ\text{C}$  che scorre parallela alle facce stesse (coefficiente di scambio termico  $h=40$   $\text{W/m}^2\text{K}$ ). Il funzionamento del dispositivo è caratterizzato da una successione di cicli, ognuno dei quali è composto da una fase di accensione, che termina quando la temperatura del dispositivo raggiunge un valore massimo  $T_{\max}=75^\circ\text{C}$  seguita da una di spegnimento per consentire il suo raffreddamento. Supponendo di trascurare gli scambi termici radiativi, determinare:
- durata della fase off in modo tale che la temperatura del dispositivo differisca di  $1^\circ\text{C}$  dalla temperatura ambiente;
  - la velocità della corrente d'aria;
  - se è accettabile l'ipotesi di trascurare gli scambi radiativi (errore sempre minore del 15%).

(proprietà termofisiche. Dispositivo: densità  $\rho=2350$   $\text{kg/m}^3$ , calore specifico  $c_p=700$   $\text{J/kg}\cdot\text{K}$ , conduttività termica  $k=80$   $\text{W/mK}$ , emissività  $\varepsilon=0.8$ . Aria: densità  $\rho=1,118$   $\text{kg/m}^3$ , calore specifico  $c_p=1007$   $\text{J/kg}\cdot\text{K}$ , conduttività termica  $k=0.0273$   $\text{W/mK}$ , viscosità  $\mu=1.905 \cdot 10^{-5}$   $\text{kg/ms}$ .)

Scegliere la correlazione di scambio termico appropriata tra le seguenti:

$$\text{Nu}_L = 0.644 \cdot \text{Re}_L^{0.5} \cdot \text{Pr}^{1/3}$$

$$\text{Nu}_L = (0.037 \cdot \text{Re}_L^{0.8} - 871) \cdot \text{Pr}^{1/3}$$

$$\text{Nu}_D = 0.028 \cdot \text{Re}_D^{0.8} \cdot \text{Pr}^{1/3} \quad \text{per } 1000 \leq \text{Re}_D \leq 21000.$$