

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°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 $h=40$ W/m²K). 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°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 $\rho=2350$ kg/m³, calore specifico $c_p=700$ J/kg-K, conduttività termica $k=80$ W/mK, emissività $\varepsilon=0.8$. Aria: densità $\rho=1,118$ kg/m³, calore specifico $c_p=1007$ J/kgK, conduttività termica $k=0.0273$ W/mK, viscosità $\mu=1.905 \cdot 10^{-5}$ kg/ms.)

Scegliere la correlazione di scambio termico appropriata tra le seguenti:

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

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

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