

E' consentito l'uso di: -calcolatrice, -tavole termodinamiche, un -formulario (1 pagina A4 F/R)  
Disponibili: tabelle acqua e vapore.

Consegnare: ☐ foglio dati ☐ foglio grafici, ☐ svolgimento, ☐ formulario. (potete trattenere il testo)  
Segnare il Cognome+Nome su OGNI foglio consegnato.

Specificare le

Tutte le **ipotesi, convenzioni, semplificazioni** adottate.

Tracciare sempre i **grafici** o **schemi** utili alla comprensione

I risultati privi di sufficiente calcolo/svolgimento/spiegazione non sono ritenuti validi.

----- **Esame TOTALE Tempo disponibile: 3h00, esercizi da 1 a 8** -----

- 1) Sono date le  $T_{\min} = 45^{\circ}\text{C}$  e  $T_{\max} = 450^{\circ}\text{C}$  e la pressione massima 140 bar di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa avente rendimento del 85% e turbina avente rendimento del 90%. Disegnare il ciclo nel diagramma T-s allegato. Calcolare i valori delle grandezze nei punti necessari ed i rendimenti del ciclo secondo i due principi della termodinamica.
- 2) Aria a condizioni ambiente viene scaldata a volume costante fino a  $250^{\circ}\text{C}$ , quindi compressa isoentropicamente fino a ridurne il volume ad un quarto dell'iniziale, quindi riportata alle condizioni iniziali tramite una trasformazione politropica. Identificare e quantificare i vari scambi energetici avvenuti.
- 3) Un motore opera secondo il ciclo Otto utilizzando come fluido di lavoro aria inizialmente a  $T=60^{\circ}\text{C}$ ,  $P=-0.3$  bar relativi. Dati il rapporto di compressione volumetrico 10, la quantità di calore ricevuta dal fluido pari a 2600 kJ/kg, calcolare i rendimenti del ciclo di 1° e 2° principio. Disegnare il grafico delle trasformazioni calcolando i valori necessari.
- 4) Una pompa di calore è usata per fornire 5 kW di potenza termica a un ufficio avente  $T_{\text{uff}}=22^{\circ}\text{C}$  mentre all'esterno si ha  $T_{\text{est}}=9^{\circ}\text{C}$ . L'evaporatore necessita di una differenza di temperatura di  $\Delta T_{\text{ev}}=7^{\circ}\text{C}$  per scambiare calore, il condensatore di  $\Delta T_{\text{cond}}=24^{\circ}\text{C}$ . L'efficienza è il 60% di quella di una macchina ideale che lavora tra le stesse temperature estreme del ciclo. Calcolare il COP della macchina reale ed i suoi scambi energetici. Disegnare uno o più schemi della macchina per spiegarne il funzionamento.
- 5) In un impianto di riscaldamento l'aria proveniente dall'esterno a  $T_1=86^{\circ}\text{C}$ , U.R = 75% deve essere scaldata e umidificata. Viene prima portata fino a  $T_2=45^{\circ}$ , quindi viene aggiunta acqua liquida che evapora fino a raddoppiarne l'umidità assoluta. Tracciare le trasformazioni sul grafico, descrivere cosa succede nella trasformazione ai vari parametri motivandolo, quindi determinare numericamente i valori delle grandezze caratteristiche in ogni punto della trasformazione, la potenza termica da fornire, la temperatura finale  $T_3$  dell'aria, la quantità di acqua da aggiungere per ottenere le condizioni desiderate. Specificare le ipotesi o semplificazioni adottate.
- 6) Una torta da 700 g di peso, avente diametro 32 cm, densità  $500 \text{ kg/m}^3$ , conducibilità termica  $k=0.3 \text{ W/m.K}$  viene messa a cuocere in un forno tradizionale ventilato. Ipotizzando la temperatura dei gas  $180^{\circ}\text{C}$ , e il coefficiente di convezione pari a  $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ , determinare la temperatura al centro e alla superficie dopo 20 minuti. Chiarire e discutere le ipotesi utilizzate.

7) Una striscia in acciaio ( $\rho_{acc}= 7900 \text{ kg/m}^3$ ,  $c_{p\_acc}= 450 \text{ J/kg.K}$ ,  $\lambda_{acc}= 60 \text{ W/m.K}$ ) di sezione rettangolare (spessore 4 mm, larghezza 40 cm, lunghezza vari metri), inizialmente a  $T=180^\circ\text{C}$  è investita da un flusso d'aria a 5 m/s. Determinare dopo quanto tempo può essere maneggiata.

Correlazioni suggerite per il numero di Nusselt su lastre piane: (motivare la scelta)

$$\text{lastra piana, } Re < 500'000 \quad Nu = 0.664 Re^{1/2} Pr^{1/3}$$

$$\text{lastra piana, } Re > 500'000 \quad Nu = (0.037 Re^{4/5} - 871) Pr^{1/3} \quad (0.6 < Pr < 60, 5 \cdot 10^5 < Re < 10^7)$$

$$\text{lastra piana, } Re \gg 500'000 \quad Nu = 0.037 Re^{4/5} Pr^{1/3} \quad (0.6 < Pr < 60, 5 \cdot 10^5 < Re < 10^7)$$

Determinare la produzione di entropia.

8) Un caminetto incassato nel muro ha forma di cavità con apertura alta cm80, larga cm 120, profonda 75 cm, ha le pareti interne a  $T_{Cam}= 170^\circ\text{C}$ , e si affaccia in una stanza avnte pianta di 4x6 metri e alta 3 metri. Ipotizzando i coefficienti di emissività tutti pari a 0.85, calcolare il fattore di vista e il calore scambiato per irraggiamento tra caminetto e stanza. Specificare le ipotesi adottate.