

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  $T_{\max} = 500^{\circ}\text{C}$  e la pressione massima 150 bar di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa avente rendimento del 92% e turbina isoentropica. 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) Un compressore preleva aria ambiente e la comprime fino alla pressione di 6 bar relativi secondo una trasformazione politropica durante la quale il compressore è raffreddato dall'ambiente, per cui l'innalzamento di temperatura dell'aria trattata è il 70% di quello che si avrebbe in una trasformazione adiabatica reversibile. Sapendo che il consumo di energia elettrica è di 1.5 kW, determinare la portata di aria compressa e le variazioni di entropia. Disegnare il grafico della trasformazione calcolando i valori necessari. Specificare le ipotesi e approssimazioni utilizzate

3) Un condizionatore asporta la potenza termica di 6 kW dall'aria di un ufficio mantenuto a  $T_{\text{Uff}} = 25^{\circ}\text{C}$ , quando fuori ci sono  $T_{\text{Est}} = 34^{\circ}\text{C}$ . L'evaporatore necessita di una differenza di temperatura  $\Delta T_{\text{ev}} = 18^{\circ}\text{C}$  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. Indicare perché il valore è inferiore al 100%, e dove si verificano le irreversibilità. Determinare i flussi energetici. Disegnare gli schemi necessari per spiegarne il funzionamento.

4) In un impianto di riscaldamento l'aria proveniente dall'esterno a  $T_1 = 6^{\circ}\text{C}$ , U.R = 75% deve essere scaldata e umidificata. Viene prima portata fino a  $T_2 = 50^{\circ}$ , quindi viene aggiunta acqua liquida che evapora fino a raddoppiarne l'umidità assoluta. Tracciare le trasformazioni sul grafico, 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.

----- **Inizio 2ª parte Tempo disponibile: 2h, esercizi da 5 a 9. Totale prosegue** -----

5) Una particolare malta cementizia, durante la presa, per le reazioni chimiche che avvengono libera energia termica per un totale di 200 kCal/kg in un periodo di 20 giorni. Si realizza una parete con tale cemento, spessa 25 cm ( $\rho_{\text{cemento}} = 1800 \text{ kg/m}^3$ ,  $C_{p,\text{cemento}} = 880 \text{ J/kg.K}$ ,  $\lambda_{\text{cemento}} = 1.2 \text{ W/m.K}$ ), racchiusa da pareti di legno su entrambi i lati spesse 3 cm ( $\rho_{\text{legno}} = 400 \text{ kg/m}^3$ ,  $C_{p,\text{legno}} = 2500 \text{ J/kg.K}$ ,  $\lambda_{\text{legno}} = 0.12 \text{ W/m.K}$ ), e aventi all'esterno aria a  $30^{\circ}\text{C}$  (coefficiente di convezione pari a  $15 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Determinare la temperatura alle varie interfacce e al centro della parete supponendo di essere giunti a regime, e indicare se dopo 20 giorni si è effettivamente giunti a regime.

6) Una parete in cemento armato (spesa 50 cm) a seguito di un incendio si trova improvvisamente esposta su un lato ai gas alla temperatura di 250°C con coefficiente di convezione pari a 10 W/m<sup>2</sup>K. Reperire o ipotizzare i dati mancanti. Calcolare quali saranno le temperature in superficie e a 5 cm di profondità dopo un'ora.

7) Una piastra in alluminio di sezione rettangolare (spessore 5 mm, larghezza 30 cm, lunghezza indefinita), è mantenuta ad una estremità alla temperatura di 120°C. E' investita da un flusso d'aria a 10 m/s e alla temperatura di 30°C. Determinare quale lunghezza debba avere per poter essere considerata di lunghezza infinita; in tale ipotesi a quale distanza dalla base possa essere maneggiata senza pericoli, e la potenza termica dissipata.

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

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

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

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

8) Un caminetto incassato nel muro forma una cavità con apertura di 120x80 cm e profonda 60 cm, ha le pareti interne alla temperatura di 150 °C, e si affaccia in una stanza a pianta quadrata di lato L=5 m, alta 2.5 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.

----- **Fine Totale. 2<sup>a</sup> parte prosegue** -----

9) In un edificio i condotti dell'aria di riscaldamento che arrivano in ciascuna bocchetta hanno diametro 24 cm, (T<sub>aria</sub>=12°C, velocità 4 m/s), attraversano altre stanze dove il coefficiente di convezione esterno ai condotti (quello dominante per la dispersione) vale 8 W/m<sup>2</sup>K. Determinare la lunghezza dei condotti che fa perdere al flusso di aria il 25% della sua capacità di refrigerare. Spiegare se l'assunzione "il coefficiente di convezione esterno ai condotti è quello dominante per la dispersione" possa essere vera, quali ipotesi presuppone e quali conseguenze o semplificazioni comporta