

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  $T_{\min} = 40^{\circ}\text{C}$  e  $T_{\max} = 45^{\circ}\text{C}$  e la pressione massima 150 bar di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa avente rendimento del 94% 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 7 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 l' 80% di quello che si avrebbe in una trasformazione adiabatica reversibile. Sapendo che il consumo di energia elettrica è di 1.3 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) Una pompa di calore fornisce la potenza termica di 5 kW all'aria di un ufficio mantenuto a  $T_{\text{uff}} = 22^{\circ}\text{C}$ , quando fuori ci sono  $T_{\text{est}} = 12^{\circ}\text{C}$ . L'evaporatore necessita di una differenza di temperatura  $\Delta T_{\text{ev}} = 9^{\circ}\text{C}$  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. Determinare i flussi energetici. Disegnare gli schemi necessari per spiegarne il funzionamento.

4) In un impianto di riscaldamento l'aria proveniente dall'esterno a  $T_1 = 5^{\circ}\text{C}$ , U.R = 80% deve essere scaldata e umidificata. Viene prima portata fino a  $T_2 = 45^{\circ}$ , quindi nell'aria viene spruzzata 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.

5-6-7) E' dato un forno dove i gas caldi a  $900^{\circ}\text{C}$  si muovono a 8 m/s

5) Nel forno sono introdotte delle piastre di materiale ceramico (tipo piastrelle) spesse 3 cm inizialmente a temperatura ambiente. Determinare quanto tempo occorre attendere affinché le piastre siano ovunque sopra i  $400^{\circ}\text{C}$ .

Correlazioni suggerite per Re-Nu su lastre piane:

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

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

$$\text{Nu} = 0.037 \text{Re}^{4/5} \text{Pr}^{1/3} \quad (0.6 < \text{Pr} < 60, \text{Re} >> 5 \cdot 10^5)$$

6) Nel forno viene introdotto un tubo di acciaio avente  $D_{est} = 4$  cm e spessore di parete 5mm, inizialmente a temperatura ambiente. Determinare quanto tempo occorre attendere affinché il tubo sia ovunque sopra i  $400^\circ\text{C}$ .

Campo Re	Nu=
0.4÷4	$0.989 \text{ Re}^{0.330} \text{ Pr}^{1/3}$
4÷40	$0.911 \text{ Re}^{0.385} \text{ Pr}^{1/3}$
40÷4'000	$0.683 \text{ Re}^{0.466} \text{ Pr}^{1/3}$
4'000÷40'000	$0.193 \text{ Re}^{0.618} \text{ Pr}^{1/3}$
40'000÷400'000	$0.027 \text{ Re}^{0.805} \text{ Pr}^{1/3}$

7) Un tubo di acciaio avente  $D_{est} = 4$  cm e spessore di parete 5mm, è mantenuto nel forno mentre un'estremità del tubo resta fuori dal forno e viene mantenuta fredda. Determinare quanto debba essere lungo il tubo per poterlo trattare come aletta infinita, ed in tal caso quanto è lunga la parte di tubo che resta sotto i  $400^\circ\text{C}$ .

8) Dato un recipiente cilindrico, con  $D=4$  m e  $h=3$  cm, determinare le potenze termiche scambiate tra le superfici interne sapendo che:

T base superiore e parete cilindrica=  $70^\circ\text{C}$ ,  $\varepsilon = 0.8$

T base inferiore =  $25^\circ\text{C}$ ,  $\varepsilon = 0.7$

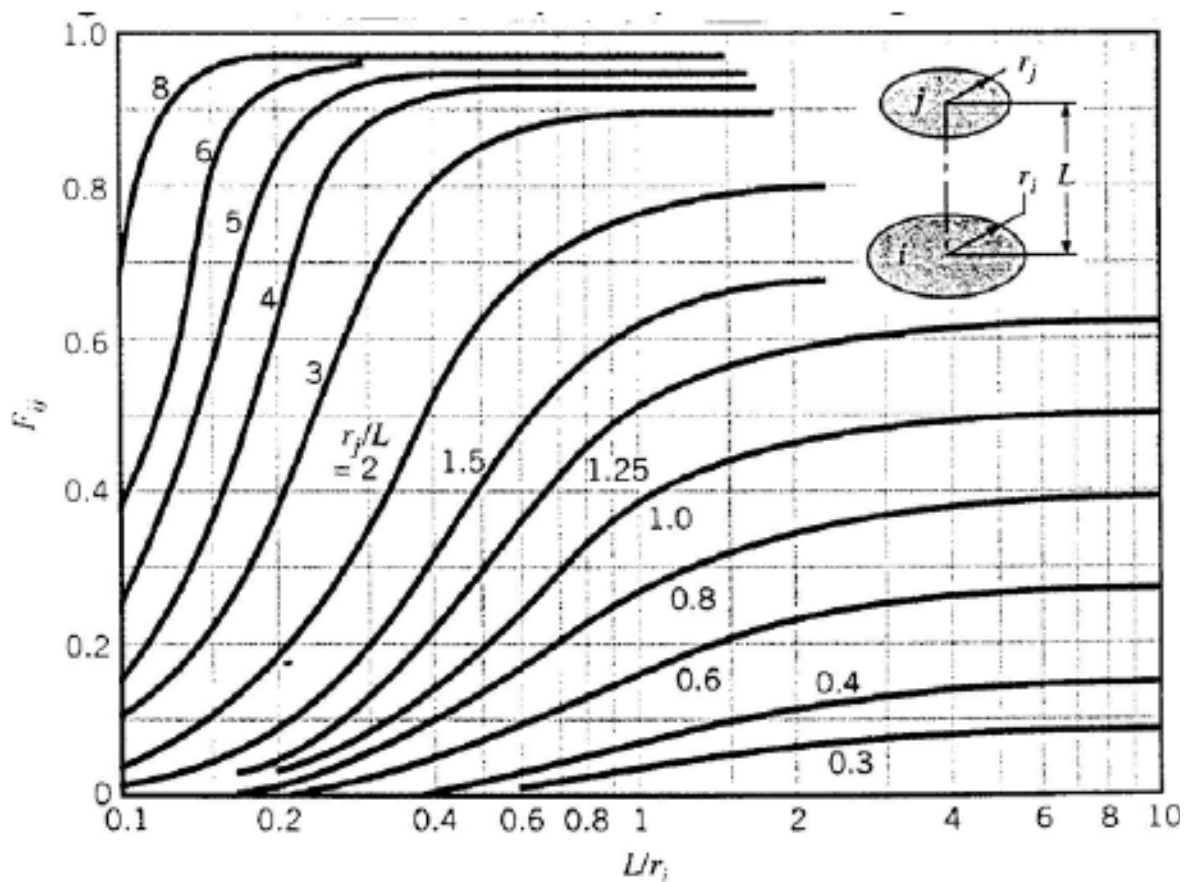


Figura 12.13. Fattore di vista per dischi coassiali paralleli