

Prof. L. Araneo. Prova di Fisica Tecnica del 9 febbraio 2012. Lecco, IPI 7 Cr,
esame COMPLETO, esercizi 1-8, tempo 3h Potete trattenere il testo dell'esame
Consegnare: ☐ foglio grafici, ☐ svolgimento, ☐ formulario. (Segnare il Cognome !)

E' consentito l'uso di: -calcolatrice, -tavole termodinamiche, -formulario (1+1 pagina A4)
Disponibili: tabelle vapore, aria e varie sostanze

Specificare le ipotesi, convenzioni, semplificazioni adottate. Ipotizzare ragionevolmente i dati mancanti necessari. I risultati privi di sufficiente svolgimento/spiegazione non sono ritenuti validi.

- 1) Sono date le temperature minima (50°C) e massima (500°C) e la pressione massima (125 bar) di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa dell'acqua e turbina ideali. Disegnare il ciclo nel diagramma T-s allegato, illustrando le varie trasformazioni seguite. Calcolare i valori delle grandezze nei punti necessari, ed i rendimenti secondo il 1° e 2° principio della termodinamica.
- 2) In un impianto di condizionamento l'aria raffreddata a $T_1=10^{\circ}\text{C}$ e satura di vapore si mescola a pressione atmosferica con una quantità uguale di aria a $T_2=30^{\circ}\text{C}$ e u.r.₂=70%. Calcolare numericamente temperatura, umidità assoluta (g/kg_{as}) e relativa (%) della miscela formata. Riportare punti e trasformazioni sul diagramma psicrometrico allegato. Riconoscere ed indicare sulle scale del diagramma tutti i valori calcolati numericamente che è possibile indicarvi.
- 3) Una pompa di calore, azionata da un motore elettrico che assorbe 800 W di energia elettrica, è usata per scaldare un locale avente $T_{\text{loc}}=23^{\circ}\text{C}$ mentre all'esterno si ha $T_{\text{est}}=4^{\circ}\text{C}$; l'evaporatore necessita di una differenza di temperatura di $\Delta T_{\text{ev}}=6^{\circ}\text{C}$ per scambiare calore, il condensatore di $\Delta T_{\text{cond}}=22^{\circ}\text{C}$. 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 flussi di calore. Disegnare uno o più schemi della macchina per spiegarne il funzionamento
- 4) Una bombola da sub ha la capacità di 18 litri; vuota pesa 15 kg, è realizzata in acciaio ($\rho=7800 \text{ kg/m}^3$, $c_p= 440 \text{ J/Kg}\cdot\text{K}$ $\lambda_{\text{acc}} = 60 \text{ W/m}\cdot\text{K}$). Durante la ricarica fino a 200 bar si scalda fino a 60°C . Viene quindi lasciata raffreddare. Determinare a fine raffreddamento le condizioni (T, P) e le variazioni di entropia.
- 5) In una stazione della metropolitana l'aria viene aspirata dall'esterno a $T_1=11^{\circ}\text{C}$, tramite batterie di ventilatori per 8 kW totali, convogliata in un condotto (Rettangolare cm 90x60) che scorre lungo i tunnel, e allo sbocco in stazione si misura il flusso a $T_2=15^{\circ}\text{C}$, $w_2= 15\text{m/s}$. Indicare e quantificare gli scambi energetici del flusso d'aria, e la sua variazione di entropia. Specificare le ipotesi adottate.

(segue)

6) Una finestra a doppio vetro è formata da due lastre (conducibilità $\lambda_v = 1.3 \text{ W/m.K}$, spessore $S_v = 4 \text{ mm}$), separate da un'intercapedine di aria ($\lambda_A = 0.0253 \text{ W/m.K}$, spessore 12 mm), in cui i moti convettivi non sono attivi. All'esterno si trova aria a $T_{\text{est}} = -5^\circ\text{C}$ ($h_{\text{est}} = 17 \text{ W/m}^2 \text{ K}$), all'interno aria a 20°C ($h_{\text{int}} = 5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$). Determinare la potenza specifica dissipata. Disegnare l'andamento del profilo di temperatura con i valori intermedi.

7) Una lungo tubo di acciaio, ($D_{\text{est}} = 3 \text{ cm}$, $D_{\text{int}} = 2.6 \text{ cm}$, $\rho_{\text{Fe}} = 7800 \text{ kg/m}^3$, $c_{p_{\text{Fe}}} = 440 \text{ J/kg.K}$, $\lambda_{\text{Fe}} = 60 \text{ W/m.K}$) con temperatura ad una estremità pari a 120°C è raffreddato dall'aria a 20°C che lo investe a 10 m/s . Determinare quale lunghezza debba avere il tubo per poter raggiungere all'estremità fredda all'incirca la stessa temperatura ambiente, e in tal caso la distanza a cui la temperatura è 50°C . Specificare le ipotesi adottate.

Correlazioni suggerite per Re-Nu attorno a corpi cilindri:

| 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 | $0.027 \text{ Re}^{0.805} \text{ Pr}^{1/3}$ |

8) Dato un silos di forma cilindrica, con $D = 4 \text{ m}$ e $h = 8 \text{ m}$, determinare le potenze termiche scambiate tra le superfici interne sapendo che:

$T_{\text{pavimento}} = 15^\circ\text{C}$, $\varepsilon = 0.8$

$T_{\text{pareti}} = 25^\circ\text{C}$, $\varepsilon = 0.7$

$T_{\text{soffitto}} = 35^\circ\text{C}$, $\varepsilon = 0.6$

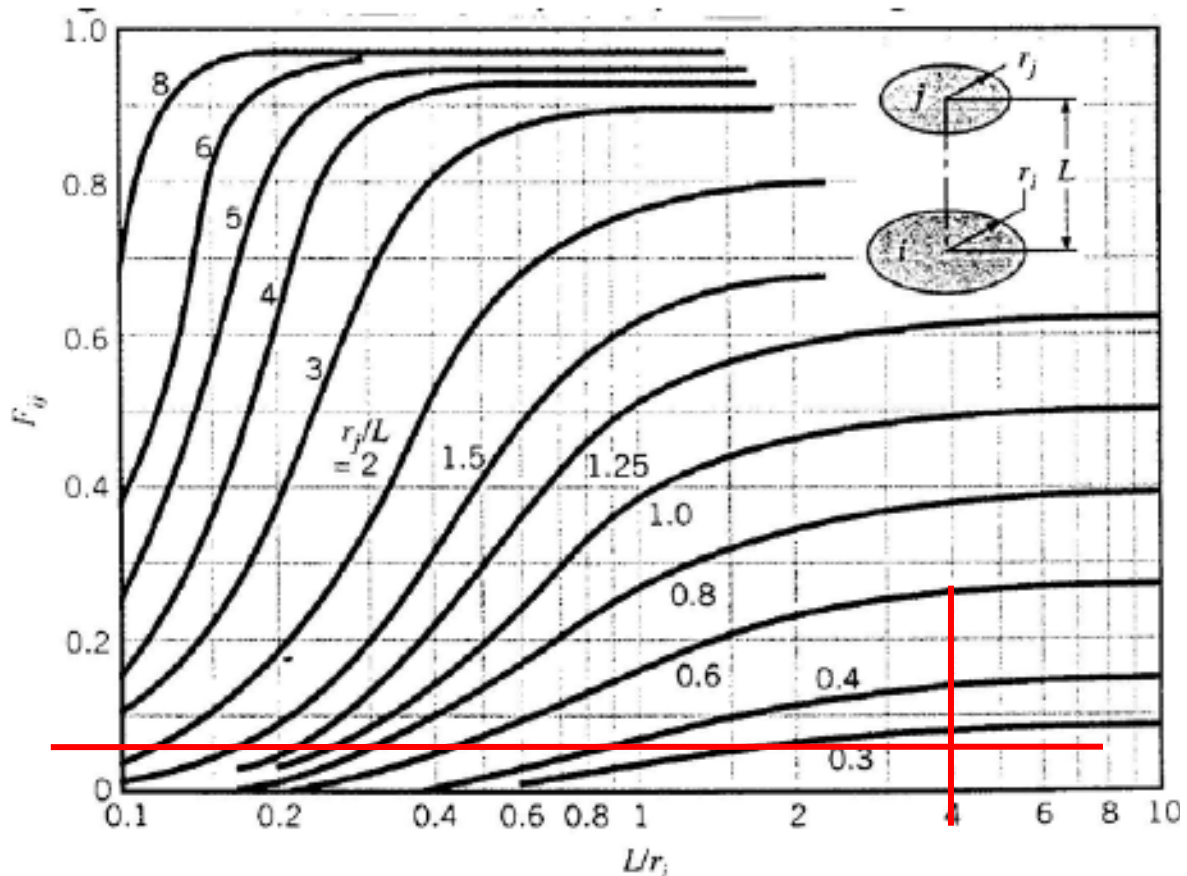


Figura 12.13. Fattore di vista per dischi coassiali paralleli

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|--|---------|--|---------|--|-------|--|--------|--|--------|--|------|--|---------|--|
| es1 | | Rankine | | punti 4 | | | | | | | | | | | |
| Pmax | | 125 | | | | | | | | | | | | | |
| T | | P kPa | | X | | h | | s | | | | | | | |
| 1=LiqSat | | 50 | | 12.349 | | 0 | | 209.33 | | 0.7038 | | | | | |
| 2 | | 50 | | 12500 | | nd | | 221.84 | | " | | Qin | | 3119.96 | |
| 3 | | | | | | 0 | | | | | | L_nu | | 1258.99 | |
| 4 | | | | | | 1 | | | | | | Qout | | 1860.97 | |
| 5 | | 500 | | 12500 | | nd | | 3341.8 | | 6.4618 | | eta1 | | 40.4% | |
| 6 | | 50 | | 12.349 | | 0.781 | | 2070.3 | | 6.4618 | | etaC | | 58.2% | |
| VapSat | | 50 | | 12.349 | | 1 | | 2592.1 | | 8.0763 | | eta2 | | 69.3% | |

Esercizio 2 aria umida punti 4

| | | | |
|---------|--------|--------|--------------|
| | fredda | calda | mix |
| m' kg/s | 1 | 1 | 2 |
| T °C | 10 | 30 | 20.1 |
| UR | 100% | 70% | 89% |
| Psat | 1227.6 | 4246 | 2355.395 |
| Pvap | 1227.6 | 2972.2 | 2107.6 |
| x | 0.0076 | 0.0188 | 0.0132 |
| h | 29.3 | 78.2 | 53.7309 |
| Trug | | | 18.27 |

Esercizio 3 Pompa di calore punti 3

| | | | | | |
|-------------|-----|--------|------|-------|-------------|
| T_locale | 23 | eff | 0.6 | COPid | 6.77 |
| T_esterno | 4 | | K °C | COPre | 4.06 |
| deltaT_ev | 6 | Tinf | 271 | -2 | Qinf 2447.7 |
| deltaT_cond | 22 | Tsup | 318 | 45 | Qsup 3247.7 |
| Lin | 800 | deltaT | 47 | | |

Esercizio 4 sub punti 4

| | | | | | | |
|-------------|-----------|----------|----------|-----|--------|-------------------|
| volume aria | 0.018 | T_1 | 60 | 333 | m_aria | 3.77 |
| massa ferro | 15 | P_1 | 200 | | Q J | deltaS J/K |
| ro ferro | 7800 | T_2 | 20 | 293 | Fe | -264000 -844.601 |
| Cp_ferro | 440 | P_2 | 175.976 | | aria | -108108 -345.865 |
| R_aria | 286.68966 | deltaT | -40 | | amb | 372108.1 1269.994 |
| Cv_aria | 716.72414 | deltaTml | 312.5736 | | tot | 79.52779 |

Esercizio 5 tunnel punti 4

| | | | | | | |
|---|------|-----|----------|------|---------|-----------|
| | T °C | T K | ro | A m2 | w [m/s] | m' [kg/s] |
| 1 | 11 | 284 | 1.244475 | 0.54 | 14.79 | 9.940246 |
| 2 | 15 | 288 | 1.227191 | 0.54 | 15 | 9.940246 |

| | | | | | | | |
|--------------|-------------|---------|--------|--------|-------------|------------|------------|
| delta_h J/kg | delta_e_cin | deltaH' | L'in W | Q'in W | delta_s J/k | delta_S' W | deltaS'amb |
| 4020 | 3.10 | 39960 | 8000 | 31960 | 14.0 | 139.58 | -110.971 |
| trascurabile | | | | | | | |

Esercizio 6 finestra punti 4

| | | | | | |
|-------------|----------|------------|----------|-----------|---------|
| | spessore | h o lambda | R(i) | deltaT(i) | T(i) °C |
| h_est | | 17 | 0.058824 | 1.989 | -3.01 |
| sp_V, lambc | 0.004 | 1.3 | 0.003077 | 0.104 | -2.91 |
| sp_gas, lam | 0.012 | 0.0253 | 0.474308 | 16.039 | 13.13 |
| sp_V, lambc | 0.004 | 1.3 | 0.003077 | 0.104 | 13.24 |
| h_int | | 5 | 0.2 | 6.763 | 20 |
| Totale | | | 0.739286 | 25 | 20 |
| q' W/m2 | | | 33.8 | | |

Esercizio 7 tubo-aletta punti 6

| | | | |
|-------------|---------------|------------|-----------------|
| Dest m | 0.03 | ro acciaio | 7800 |
| Dint m | 0.026 | Cp acciaio | 440 |
| perimetro m | 0.0942 | lambda | 60 |
| area m2 | 0.0001758 | coeff "m" | 23.51 |
| w aria | 10 | L_inf | 0.212644 |
| ro aria | 1.22 | | |
| cp aria | 1.005 | | |
| lambda | 0.0253 | To | 120 |
| mu aria | 0.000018 | T_aria | 25 |
| Re | 20333 | T_fin | 50 |
| Pr | 0.707 | teta_fin | 25 |
| Nu | 79.0 | teta_0 | 95 |
| h | 61.923 | L_50 | 0.056776 |

8 Irraggiamenti punti 3

| D | 4 | Area | eps | T °C | K | |
|---------------|-------------|-------------|--------|---------------|----|-----|
| R | 2 | Soffitto | 12.56 | 0.6 | 35 | 308 |
| altezza = L | 8 | Lati | 100.48 | 0.7 | 25 | 298 |
| L/R | 4 | Pavimento | 12.56 | 0.8 | 15 | 288 |
| R/L | 0.25 | | | | | |
| F_BB | 0.06 | F12 | Q' | | | |
| F_BL | 0.94 | Q' sup-lato | 0.94 | 444.29 | | |
| F:LB | 0.1175 | Q' lato-inf | 0.1175 | 524.16 | | |
| B=base L=lato | | Q' sup-inf | 0.06 | 85.8 | | |

casella verde: dati da ricavare dalle tabelle, o da ipotizzare