

Prof. L. Araneo. Prova di Fisica Tecnica del 16 Luglio 2012. Lecco, IPI 7 Cr,  
Esame COMPLETO: esercizi 1-8, 3 ore Solamente SECONDA PARTE: esercizi 6-10, 2 ore

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

Potete trattenere il testo dell'esame.

Consegnare: ☐ foglio grafici, ☐ svolgimento, ☐ formulario.

Segnare il Cognome+Nome su OGNI foglio consegnato.

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

1) Sono date le temperature minima ( $45^{\circ}\text{C}$ ) e massima ( $500^{\circ}\text{C}$ ) e la pressione massima (175 bar) di un ciclo Rankine a vapore d'acqua, con pompa e turbina isoentropiche. Disegnare il ciclo nel diagramma T-s allegato, illustrando le varie trasformazioni seguite. Calcolare i valori delle grandezze nei punti necessari ed il rendimento del ciclo secondo i due principi della termodinamica.

2) Un congelatore, azionato da un motore elettrico che assorbe 450 W di energia elettrica, è usato per congelare alimenti. La cella frigorifera è tenuta a  $-20^{\circ}\text{C}$ , ed opera in locale a  $25^{\circ}\text{C}$ ; l'evaporatore necessita di una differenza di temperatura di  $12^{\circ}\text{C}$  per scambiare calore, il condensatore di  $25^{\circ}\text{C}$ . L'efficienza è il 60% di quella di una macchina ideale che lavora tra le stesse temperature estreme del ciclo. Disegnare uno o più schemi della macchina per illustrarne i componenti e il funzionamento. Calcolare il COP della macchina reale, i flussi di calore, il tempo necessario per congelare 5 kg di alimenti inizialmente e a temperatura ambiente (si possono usare le proprietà dell'acqua, entalpia di fusione del ghiaccio:  $79.7 \text{ kcal/kg}$ ).

Soluzione: Vedi tema d'esame 50 esercizio 3

3) In un impianto di riscaldamento la portata di  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  di aria proveniente dall'esterno a  $T_1=5^{\circ}\text{C}$ , U.R = 80% deve essere portata fino  $T_3=30^{\circ}$ , U.R=50% . aggiungendo acqua liquida inizialmente a  $20^{\circ}\text{C}$ . Determinare la quantità di acqua da aggiungere per ottenere le condizioni desiderate e la potenza termica da fornire. Riportare punti e trasformazioni sul diagramma psicrometrico allegato. Riconoscere ed indicare sulle scale del diagramma i valori calcolati numericamente che è possibile indicarvi.

Soluzione: Vedi tema d'esame 58 esercizio 2

4) In una turbina fluisce un gas che entra alle condizioni  $T=30^{\circ}\text{C}$   $P=6\text{bar}$ , la turbina ha rendimento del 90%. A seconda che il gas usato sia idrogeno o elio determinare la temperatura di uscita del gas e la produzione di entropia. Rappresentare le trasformazioni nel piano T-s..

Soluzione: Vedi tema d'esame 58 esercizio 4

5) Un flusso di aria ambiente viene aspirato da un compressore dal quale esce alle condizioni  $P_u=2$  bar relativi,  $T_u=150^{\circ}\text{C}$ ,  $w_u=220 \text{ m/s}$  da un condotto avente diametro 2 cm. Specificare le ipotesi adottate, calcolare la potenza meccanica necessaria per azionare il compressore, spiegare se la trasformazione è irreversibile, reversibile o impossibile.

Soluzione: Vedi tema d'esame 58 esercizio 5

6) Nel cemento, durante la presa le reazioni chimiche liberano potenza termica pari a  $0.5 \text{ W/kg}$ . Data una parete in cemento spessa 30 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 ( $\rho_{\text{legno}}=450 \text{ kg/m}^3$ ,  $C_{p,\text{legno}}=2500 \text{ J/kg.K}$ ,  $\lambda_{\text{legno}}=0.12 \text{ W/m.K}$ ), e aventi all'esterno aria a  $30^{\circ}\text{C}$  (coefficiente di convezione pari a  $10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), determinare la temperatura alle varie interfacce e al centro della parete supponendo di essere giunti a regime.

Soluzione: Vedi tema d'esame 54 esercizio 5

7) Una sfera di acciaio ( $D=40\text{mm}$ ,  $T_0=300^\circ\text{C}$ ,  $\rho=7800\text{ kg/m}^3$ ,  $\lambda=60\text{ W/m.K}$ ,  $c_p=440\text{ J/kg.K}$ ) è investita dall'aria alla velocità di  $10\text{ m/s}$ . Calcolare dopo quanto tempo è maneggiabile. Per la convezione utilizzare la relazione  $Nu = 2 + [0.40 Re^{1/2} + 0.060 Re^{2/3}] Pr^{2/5}$  ( $Re < 10^5$ ).

Soluzione: Vedi tema d'esame 57 esercizio 10

8) Dato un contenitore a forma di parallelepipedo con base quadrata (lato  $60\text{ cm}$ ) e altezza pari al doppio del lato di base, determinare la potenza termica che il fondo riceve per irraggiamento dalle altre superfici.

Tutte le emissività sono approssimabili a  $\varepsilon = 0.8$

$T_{\text{fondo}} = 10^\circ\text{C}$

$T_{\text{pareti}} = 30^\circ\text{C}$

$T_{\text{soffitto}} = 50^\circ\text{C}$

Per i fattori di vista utilizzare il grafico fornito, o specificare la formula utilizzata.

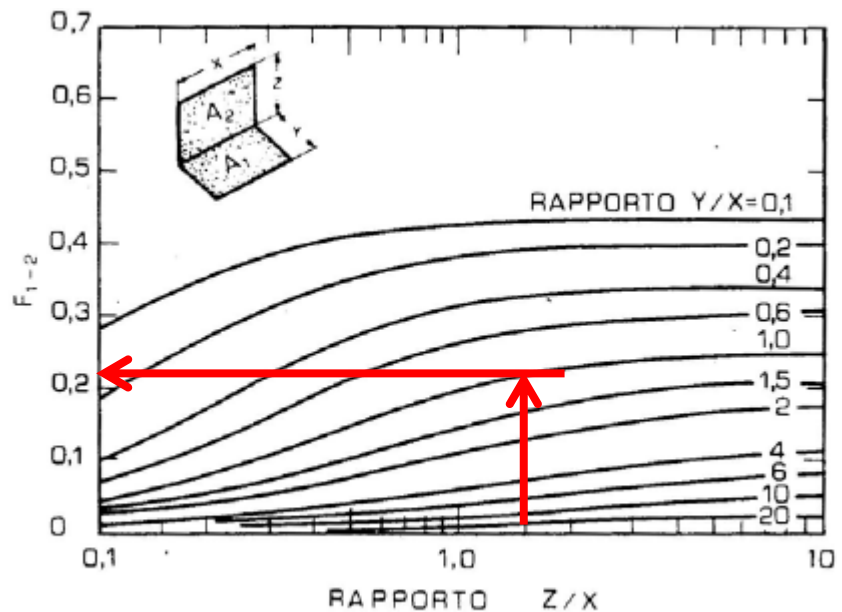
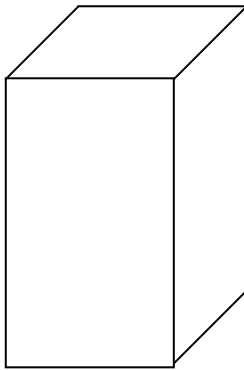


Figura 12.12. Fattore di vista per superfici rettangolari adiacenti

Soluzione: Vedi tema d'esame 50 esercizio 8 e 62 esercizio 8

-----fine esame completo-----

9) Uno scambiatore di calore per teleriscaldamento viene usato per mantenere separati il fluido dell'impianto comune da quello dei singoli utenti. Un tale scambiatore in controcorrente deve trasmettere  $2000\text{ W}$  dal flusso di acqua proveniente dalla centrale al circuito dell'appartamento. L'acqua dell'appartamento entra nello scambiatore a  $45^\circ$  e ne esce a  $55^\circ$ . L'acqua dalla centrale arriva a  $70^\circ$ , l'efficienza dello scambiatore è del  $70\%$ . Disegnare lo schema dei profili di temperatura con i valori mancanti, determinare i flussi di acqua richiesti. Sapendo che il coefficiente di scambio globale vale  $500\text{ W/m}^2\text{K}$ , dimensionare la superficie di scambio.

10) Una barra di acciaio ( $\rho = 7850\text{ kg/m}^3$ ,  $\lambda_{\text{acc}} = 60\text{ W/m.K}$ ,  $c_p = 434\text{ J/kgK}$ ) avente  $D = 2\text{ cm}$  è mantenuta ad una estremità alla temperatura di  $200^\circ\text{C}$ , e viene esposta all'aria ambiente avente velocità di  $10\text{ m/s}$ . Determinare a quale distanza può essere maneggiata senza scottarsi.

Correlazioni suggerite per Re-Nu attorno a cilindri:

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

## Teoria

Ricordarsi di specificare le ipotesi adottate, le semplificazioni introdotte ed il motivo, i punti nei quali vengono applicate tali ipotesi/semplificazioni etc

1) Partendo dall'espressione del primo principio della termodinamica, ricavare l'espressione della variazione di entropia per un gas perfetto in funzione delle variabili  $P$  e  $T$ . Disegnarne i grafici e spiegare come si ottengono.

2) Partendo dall'espressione del primo principio della termodinamica per un sistema chiuso, ricavarne l'espressione per un sistema aperto non stazionario.