

Cognome e Nome:

Matricola:

<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

x y

Esercizio 1 (valore 9 punti, tolleranza 2%)

Una stanza scambia calore con l'ambiente esterno attraverso una parete di lato $4+y/10$ m e altezza di 3 m. L'ambiente si trova alla temperatura di 20°C , mentre all'esterno la temperatura è di $-x^\circ\text{C}$. La parete è costituita da blocchi di cls alleggerito ($R = 1+y/20$ m² °C/W) rivestiti internamente da intonaco dello spessore di 2 cm ($\lambda=0.7$ W/m°C) ed esternamente da un rivestimento a cappotto dello spessore di $4+x/3$ cm ($\lambda=0.04$ W/m°C). Nella parete è presente un'apertura vetrata di 1.5 m per $1+x/10$ m, avente una trasmittanza di $3+y/10$ W/m²°C. Assumendo i coefficienti di scambio termico superficiale pari a $h_e = 20$ W/m²°C e $h_i = 7$ W/m²°C, determinare:

- la trasmittanza totale della parte opaca: _____ W/m²°C [3 punti]
- la trasmittanza totale della parete (comprensiva di finestra): _____ W/m²°C [3 punti]
- la potenza termica complessivamente scambiata attraverso l'involucro: _____ W [3 punti]

Esercizio 2 (Valore 6 punti, tolleranza 2%)

Un forno industriale deve dissipare (in convezione forzata) una potenza termica di $80+x$ kW attraverso una superficie di scambio assimilabile ad una piastra piana di dimensioni di 3×3 m², sapendo che l'aria si trova ad una temperatura di $2y$ °C, determinare:

- il coefficiente di scambio termico necessario per mantenere la piastra alla temperatura di $70+x$ °C: _____ W/m² °C [3 punti]
- la velocità alla quale è necessario portare l'aria per mantenere l'isoterma della piastra: _____ km/h [3 punti]

Esercizio 3 (Valore 9 punti, tolleranza 2%)

Un impianto per la produzione di energia elettrica funziona in base ad un ciclo Rankine con un rendimento termodinamico pari a $0.2+x/100$. Sapendo che la potenza utile netta è di $100+10y$ MW e che all'ingresso in turbina il vapore si trova alla temperatura di $450+5y$ °C e alla pressione di 12 bar determinare:

- la temperatura di uscita dalla turbina nell'ipotesi che il fluido si trovi nelle condizioni di vapore saturo secco: _____ °C [3 punti]
- la portata massica di fluido evolvente che circola nell'impianto: _____ kg/s [3 punti]
- la potenza termica che viene rigettata nel condensatore: _____ MW [3 punti]

Domanda teorica (Valore max 6 punti)

Illustrare il significato dell'emissività e il suo ruolo nello scambio termico radiativo:

' esercizio 1

$$L = 4 + y / 10$$

$$h_h = 3$$

$$L_f = 1 + x / 10$$

$$h_f = 1.5$$

$$A_o = L * h_h - L_f * h_f$$

$$A_f = L_f * h_f$$

$$t_i = 20$$

$$t_e = -x$$

$$l_1 = 0.7 \text{ 'W/m}^\circ\text{C}$$

$$s_1 = 0.02 \text{ 'm}$$

$$R_2 = 1 + y / 20 \text{ 'm}^2\text{°C/W}$$

$$l_3 = 0.04 \text{ 'W/m}^\circ\text{C}$$

$$s_3 = (4 + x / 3) / 100 \text{ 'm}$$

$$h_e = 20 \text{ 'W/m}^2\text{°C}$$

$$h_i = 7 \text{ 'W/m}^2\text{°C}$$

$$U_{fin} = 3 + y / 10 \text{ 'W/m}^2\text{°C}$$

'calcolo le resistenze per unità di superficie della parete opaca

$$R_{si} = 1 / h_i$$

$$R_{se} = 1 / h_e$$

$$R_1 = s_1 / \lambda_1$$

$$R_3 = s_3 / \lambda_3$$

$$R_{tot_op} = R_{si} + R_{se} + R_1 + R_2 + R_3$$

'...e della finestra

$$R_{tot_fin} = R_{si} + R_{se} + 1 / U_{fin}$$

' la trasmittanza della parete opaca è perciò data da

$$U_{op} = 1 / R_{tot_op}$$

' mentre quella complessiva deve essere mediata per tenere conto dell'incidenza delle diverse aree

$$U_{tot} = (A_o / R_{tot_op} + A_f / R_{tot_fin}) / (A_o + A_f)$$

$$\text{Risposta 1} = U_{op} \text{ 'W/m}^2\text{°C}$$

$$\text{Risposta 2} = U_{tot} \text{ 'W/m}^2\text{°C}$$

$$Q_{tot} = U_{tot} * (A_o + A_f) * (t_i - t_e)$$

$$\text{Risposta 3} = Q_{tot} \text{ ' W}$$

' Esercizio 2

$$Q = (80 + x) * 1000 \text{ 'W}$$

$$A = 3 * 3 \text{ 'm}^2$$

$$t_a = 2 * y \text{ '°C}$$

$$t_{sup} = 70 + x \text{ '°C}$$

' La Potenza scambiata è data da $Q = h A \Delta T$

' pertanto ricaviamo h con la formula inversa

$$h = Q / (A * (t_{sup} - t_a))$$

$$\text{Risposta 1} = h \text{ ' W/m}^2\text{°C}$$

' A questo punto ipotizzando uno scambio termico convettivo puramente turbolento si ha:

$$L = 3$$

$$t_m = 273 + (t_{sup} + t_a) / 2$$

' Recupero i valori dalle tabelle

$$\lambda_m = \text{conducibilità}(t_m)$$

$$\mu = \text{visc_cinem}(t_m)$$

$$\text{pra} = \text{prandtl}(t_m)$$

' Calcolo il numero di Nusselt che fornisce il valore di h desiderato

$$Nu = h * L / \lambda_m$$

$$\text{' Ricordo che } Nu = 0.037 * Re^{(4/5)} * Pr^{(1/3)}$$

' pertanto applico la formula inversa per ricavare il numero di Reynolds

$$Re = (Nu / (0.037 * \text{pra}^{(1/3)}))^{(5/4)}$$

' e alla fine

$$w = Re * \mu / L \text{ 'm/s}$$

$$\text{Risposta 2} = w * 3.6 \text{ ' km/h}$$

'Esercizio 3

$$\eta = 0.2 + x / 100$$

$$P_u = 100 + 10 * y \text{ 'MW}$$

$$T_3 = 450 + 5 * y$$

$$p_3 = 12 \text{ 'bar} = 1.2 \text{ MPa}$$

Dalla tabella del vapore surriscaldato ricavo i valori da interpolare

$$h_{400} = 3260.7$$

$$h_{500} = 3476.3$$

$s_{400} = 7.3744$
 $s_{500} = 7.6759$

$s_3 = (s_{500} - s_{400}) * (50 + 5 * y) / 100 + s_{400}$
 $h_3 = h_{400} + (h_{500} - h_{400}) * (50 + 5 * y) / 100$

'Dalla tabella del vapor saturo vado a trovare (sempre con l'interpolazione) la temperatura t_4 a cui corrisponde l'entropia s_3

Risposta 1 = t_4 °C

Dalla stessa tabella trovo il corrispondente valore h_4 dell'entalpia
E calcolo la portata massica m

$m = P_u * 1000 / (h_3 - h_4)$ kg/s

Risposta 2 = m kg/s

'Dalla definizione di rendimento del ciclo posso poi ricavare il calore ceduto dal condensatore

$Q_{inf} = P_u * (1 / \eta - 1)$

Risposta 3 = Q_{inf} MW