

Cognome e Nome:

Matricola:

x y

Esercizio 1 (valore 12 punti, tolleranza 2%)

Un solaio in blocchi di laterizio larghi $30+x$ cm, intervallati da travetti larghi 12 cm, è caratterizzato dalla seguente stratigrafia, dall'interno verso l'esterno: intonaco dello spessore di 1.5 cm ($\lambda=0.85$ W/m°C), soletta ($s=20$ cm, $\lambda_{\text{travetto}} = 1.8+x/20$ W/m°C, $R_{\text{blocco}} = 0.30+y/30$ m²C/W), calcestruzzo ($s=5$ cm, $\lambda = 1.8+x/20$ W/m°C) polistirene espanso ($s=3+y/3$ cm, $\lambda = 0.03$ W/m°C), caldana in cls alleggerito ($s=3+x/20$ cm, $\lambda = 0.10+x/40$ W/m°C). Sapendo che i coefficienti di scambio termico superficiale interno ed esterno sono rispettivamente $h_i = 9$ W/m²C e $h_e = 23$ W/m²C, che le temperature interne ed esterne sono rispettivamente 20°C e -x°C, determinare:

- la trasmittanza complessiva del solaio: _____ W/m²C [3 punti]
- la temperatura sulla superficie interna del solaio in corrispondenza del travetto: _____ °C [3 punti]
- la temperatura sulla superficie interna del solaio in corrispondenza del blocco: _____ °C [3 punti]
- quale valore di umidità relativa all'interno dell'ambiente porterebbe alla formazione di condensa superficiale sulla faccia del travetto: _____ % [3 punti]

$w_1 = (30 + X) / 100$ 'm <- riferisco il pedice 1 al blocco
 $w_2 = 0.12$ 'm <- riferisco il pedice 2 al travetto

$s_1 = 0.015$ 'm
 $l_1 = 0.85$ 'W/mK
 $s_2 = 0.2$ 'm
 $l_{22} = 1.8 + X / 20$ 'W/mK
 $R_{21} = 0.3 + y / 30$ '
 $s_3 = 0.05$ 'm
 $l_3 = 1.22$ 'W/mK
 $s_4 = (3 + y / 3) / 100$ 'm
 $l_4 = 0.03$ 'W/m°C
 $s_5 = (3 + X / 20) / 100$ 'm
 $l_5 = 0.1 + X / 40$ 'W/mK
 $h_i = 9$ 'W/m²K
 $h_e = 23$ 'W/m²K
 $t_i = 20$ '°C
 $t_e = -X$ '°C

'calcolo le resistenze termiche specifiche per ciascuno strato, immaginando le due porzioni di solaio separate da un piano adiabatico

$R_i = 1 / h_i$
 $R_1 = s_1 / l_1$
 $R_{22} = s_2 / l_{22}$
 $R_3 = s_3 / l_3$
 $R_4 = s_4 / l_4$
 $R_5 = s_5 / l_5$
 $R_e = 1 / h_e$

'calcolo le resistenze specifiche totali per le due porzioni di solaio

$R_{tot1} = R_i + R_1 + R_{21} + R_3 + R_4 + R_5 + R_e$
 $R_{tot2} = R_i + R_1 + R_{22} + R_3 + R_4 + R_5 + R_e$

' calcolo le corrispondenti trasmittanze

$U_1 = 1 / R_{tot1}$
 $U_2 = 1 / R_{tot2}$

' e poi quella totale come media ponderata delle due, in proporzione alla larghezza
 $U_{tot} = (U_1 * w_1 + U_2 * w_2) / (w_1 + w_2)$

' A questo punto vado a calcolare le due temperature superficiali

$dt_{i1} = (R_i / R_{tot1}) * (t_i - t_e)$
 $t_{sup_i1} = t_i - dt_{i1}$ <- blocco

$dt_{i2} = (R_i / R_{tot2}) * (t_i - t_e)$
 $t_{sup_i2} = t_i - dt_{i2}$ <- travetto

' ora non resta che trovare l'umidità relativa a cui corrisponde una p_v uguale alla p_{sat} sul travetto

$p_{sat_sup} = p_{sat}(t_{sup_i2})$ 'pressione di saturazione sulla superficie interna del solaio, lato travetto
 $p_{sat_int} = p_{sat}(t_i)$
 $ur_lim = p_{sat_sup} / p_{sat_int} * 100$

Risultato 1 = Utot 'W/m²K
 Risultato 2 = t_{sup_i2} '°C
 Risultato 3 = t_{sup_i1} '°C
 Risultato 4 = ur_lim '%

Esercizio 2 (Valore 3 punti, tolleranza 2%)

Una pensilina metallica piana delle dimensioni di 1 m per 2+x/5 m raggiunge, sotto l'effetto del sole, una temperatura di 60+2x °C, mentre l'aria circostante si trova alla temperatura di 20+y °C, determinare:

- la potenza termica scambiata per convezione naturale fra la faccia superiore della lastra e l'aria: _____ W [3 punti]

w = 1 'm
 L = 2 + X / 5 'm
 Ts = 60 + 2 * X '°C
 tinf = 20 + y '°C

' dobbiamo trovare i coefficienti di scambio convettivo per la faccia superiore della lastra
 ' dalla Tab. 13.1
 ' ricavo perciò le grandezze fisiche caratterizzanti l'aria alla temperatura intermedia

tm = (Ts + tinf) / 2
 Pr = prandtl(tm)
 lam = conducibilità(tm)
 visc = visc_cinem(tm)

beta = 1 / (tm + 273.15)
 ' la dimensione caratteristica è A/p
 lc = (w * L) / (2 * (w + L))
 ' calcolo Ra
 Ra = 9.81 * beta * (Ts - tinf) * (lc ^ 3) * Pr / (visc ^ 2)

' per il lato superiore si ha
 If Ra > 10000000 Then Nup = 0.15 * Ra ^ (1 / 3) Else Nup = 0.54 * Ra ^ (1 / 4)
 ' e quindi:
 hup = Nup * lam / lc
 Q = hup * w * L * (Ts - tinf)

Risultato = Q 'W

Esercizio 3 (Valore 6 punti, tolleranza 5%)

In un'aula si vogliono mantenere 25 °C di temperatura e 50% di umidità relativa in presenza di un carico termico sensibile di 50+2y kcal/h e di un carico igrometrico di 40+x g/h di vapore d'acqua. Volendo contenere la temperatura d'immissione dell'aria a 18° determinare:

- La portata massica di aria secca che deve essere immessa: _____ kg/h [3 punti]

- L'entalpia specifica dell'aria nelle condizioni di immissione: _____ kJ/kg [3 punti]

mv = 40 + X 'g/h
 Qs = 50 + 2 * y 'kcal/h

ta = 25 '°C
 ura = 50 '%
 ha = entalpia_ur(ta, ura)
 xa = titolo(ta, ura)

ti = 18 '°C
 hv = 2501.3 + 1.82 * ta 'kJ/kg

'troviamo la pendenza della retta d'immissione
 pend = Qs * 4.186 / mv + hv / 1000 'kJ/g

'nota la pendenza e la temperatura troviamo il punto d'immissione
 xi = x_immissione(ha, xa, pend, ti)

' da cui consegue
 hi = entalpia_x(ti, xi)

' e per finire, applicando l'equazione di bilancio di massa
 ma = mv / (xa - xi) 'kg/h

Risultato 1 = ma 'kg/h
 Risultato 2 = hi 'kJ/kg

Esercizio 4 (Valore 6 punti, tolleranza 2%)

Una sorgente sonora produce, alla distanza di 1 m, il seguente spettro sonoro in bande di ottava da 125 Hz a 4000 Hz: 80+x dB, 85-y dB, 75+x dB, 70+y dB, 60+2x dB, 55+y dB. Determinare:

- il livello complessivo misurato alla distanza di 2+x m in condizioni di campo libero: _____ dB [3 punti]

- il livello complessivo, ponderato in scala "A", nelle stesse condizioni del punto precedente: _____ dB [3 punti]

$$\begin{aligned}L_{125} &= 80 + x \text{ 'dB} \\L_{250} &= 85 - y \text{ 'dB} \\L_{500} &= 75 + x \text{ 'dB} \\L_{1k} &= 70 + y \text{ 'dB} \\L_{2k} &= 60 + 2 * x \text{ 'dB} \\L_{4k} &= 55 + y \text{ 'dB}\end{aligned}$$

$$\text{dist} = 2 + x \text{ 'm}$$

' per tenere conto del passaggio da 1 m a dist m
' ricordo che $L_p = L_w - 20 \log(r) - 11$, perciò dovrò ridurre tutto di
 $DL = 20 * \log_{10}(\text{dist} / 1)$
' ma la posso applicare anche alla fine
' ora faccio la somma di livelli

$$L_{\text{tot}} = 10 * \log_{10}(10^{(L_{125} / 10)} + 10^{(L_{250} / 10)} + 10^{(L_{500} / 10)} + 10^{(L_{1k} / 10)} + 10^{(L_{2k} / 10)} + 10^{(L_{4k} / 10)})$$

$$\begin{aligned}L_{125A} &= L_{125} - 16.1 \\L_{250A} &= L_{250} - 8.6 \\L_{500A} &= L_{500} - 3.2 \\L_{1kA} &= L_{1k} \\L_{2kA} &= L_{2k} + 1.2 \\L_{4kA} &= L_{4k} + 1\end{aligned}$$

$$L_{\text{totA}} = 10 * \log_{10}(10^{(L_{125A} / 10)} + 10^{(L_{250A} / 10)} + 10^{(L_{500A} / 10)} + 10^{(L_{1kA} / 10)} + 10^{(L_{2kA} / 10)} + 10^{(L_{4kA} / 10)})$$

$$\begin{aligned}\text{Risposta 1} &= L_{\text{tot}} - DL \text{ 'dB} \\ \text{Risposta 2} &= L_{\text{totA}} - DL \text{ 'dB}\end{aligned}$$