

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%)

Il lastrico solare di un'abitazione ha dimensioni di  $5+y$  m per 10 m, ed ha la seguente stratigrafia, dall'interno verso l'esterno, strato di intonaco di finitura ( $s=1,5$  cm;  $\lambda = 0.8$  W/m $^{\circ}$ C), travetti in cls ( $s = 15$  cm) larghi 8 cm e disposti con interasse di  $40+x$  cm alternati a blocchi di polistirolo ( $s = 15$  cm,  $\lambda = 0.035$ ), soletta in cls ( $s = 5$  cm), masso a pendio in cls alleggerito ( $s=10+y$  cm;  $\lambda = 0.5$  W/m $^{\circ}$ C) rifinito con strato impermeabilizzante avente resistenza termica trascurabile. I coefficienti di scambio termico superficiale interno ed esterno sono rispettivamente pari a 4 W/m $^2$  $^{\circ}$ C e 25 W/m $^2$  $^{\circ}$ C, e la temperatura interna è di 20 $^{\circ}$ C, mentre quella esterna è di 0 $^{\circ}$ C. Sapendo che quando l'umidità relativa interna sale al 70+x % sulla faccia interna del travetto si forma condensa, calcolare:

- la temperatura superficiale interna in corrispondenza del travetto: \_\_\_\_\_  $^{\circ}$ C [3 punti]
- la conducibilità termica del calcestruzzo: \_\_\_\_\_ W/m  $^{\circ}$ C [3 punti]
- la potenza termica complessivamente scambiata attraverso il solaio: \_\_\_\_\_ W [3 punti]

**Esercizio 2** (Valore 6 punti, tolleranza 2%)

La parete verticale di un edificio, larga  $5+y$  m e alta  $10+x/2$  m è investita dalla radiazione solare per cui si trova ad una temperatura superficiale di 30 $^{\circ}$ C mentre l'aria circostante è alla temperatura di 10+x $^{\circ}$ C. Determinare:

- il coefficiente di scambio termico convettivo: \_\_\_\_\_ W/m $^2$   $^{\circ}$ C [3 punti]
- il coefficiente di scambio termico radiativo nell'ipotesi che l'emissività della parete sia  $0.5+y/30$  e la temperatura del cielo sia di 290 K: \_\_\_\_\_ W/m $^2$  $^{\circ}$ C [3 punti]

**Esercizio 3** (Valore 9 punti, tolleranza 2%)

Un impianto di climatizzazione estiva deve mantenere un ambiente alla temperatura di 25 $^{\circ}$ C e UR 50%. L'impianto opera con una pendenza della retta di immissione pari a  $5+x/10$  kJ/g, mentre la portata massica circolante è di  $60+5y$  kg/h. Sapendo che il carico igrometrico è pari  $0.1+x/30$  kg/h determinare:

- il titolo del vapore nelle condizioni di immissione: \_\_\_\_\_ g/kg [3 punti]
- l'entalpia nelle condizioni di immissione: \_\_\_\_\_ kJ/kg [3 punti]
- la temperatura di immissione: \_\_\_\_\_  $^{\circ}$ C [3 punti]

**Domanda teorica** (Valore max 6 punti – Siete pregati di scrivere in maniera comprensibile, o la risposta non sarà valutata)

Illustrare perché le prestazioni di una macchina a ciclo inverso migliorano se la differenza di temperatura fra i pozzi termici si riduce:

**esercizio 1**

$$A = 5 + y \text{ 'm}$$

$$B = 10 \text{ 'm}$$

$$s_1 = 0.015 \text{ 'm intonaco}$$

$$l_1 = 0.8 \text{ 'W/m}^{\circ}\text{C}$$

$$s_{21} = 0.15 \text{ 'm travetto CLS}$$

$$x_{21} = 0.08 \text{ 'm}$$

$$s_{22} = 0.15 \text{ 'm PES}$$

$$l_{22} = 0.035 \text{ 'W/m}^{\circ}\text{C}$$

$$x_{22} = (40 + x) / 100 - 0.08 \text{ 'm}$$

$$s_3 = 0.05 \text{ 'm soletta CLS}$$

$$s_4 = (10 + y) / 100 \text{ 'm masso a pendio}$$

$$l_4 = 0.5 \text{ 'W/m}^{\circ}\text{C}$$

$$u_r = 70 + x \text{ '%}$$

$$h_i = 4 \text{ 'W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$h_e = 25 \text{ 'W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_i = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_e = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

' Calcolo tutte le resistenze note

$$R_i = 1 / h_i$$

$$R_e = 1 / h_e$$

$$R_1 = s_1 / l_1$$

$$R_{22} = s_{22} / l_{22}$$

$$R_4 = s_4 / l_4$$

' Poichè so che al 70% di UR si forma condensa sul travetto

' vuol dire che la sua temp. superficiale corrisponde alla

' temp. di rugiada, devo perciò trovare la

$$t_r = t_i - (100 - u_r) / 5$$

' a questo punto, sapendo che  $D_{ti} = D_t \cdot R_i / R_{tot}$

' ricavo  $R_{tot}$  riferito al travetto

$$R_{tot1} = ((t_i - t_e) / (t_i - t_r)) \cdot R_i$$

' e conoscendo tutte le altre resistenze ricavo quella mancante

$$R_x = R_{tot1} - R_i - R_1 - R_4 - R_e$$

' nel caso del travetto  $R_x$  corrisponde ad uno spessore complessivo

' pari a  $s_{12} + s_3$  (travetto+soletta), pertanto

$$l_{cls} = (s_{21} + s_3) / R_x$$

' pertanto la soletta da 5cm avrà  $R_3 = s_3 / l_{cls}$

$$R_3 = s_3 / l_{cls}$$

' e la resistenza totale lato PES diventa

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

$$U_1 = 1 / R_{tot1} \text{ 'W/m}^2\text{°C}$$

$$U_2 = 1 / R_{tot2} \text{ 'W/m}^2\text{°C}$$

$$U_{media} = (U_1 \cdot x_{21} + U_2 \cdot x_{22}) / (x_{21} + x_{22})$$

$$Q = U_{media} \cdot (A \cdot B) \cdot (t_i - t_e)$$

$$\text{Risultato 1} = t_r \text{ '°C}$$

$$\text{Risultato 2} = l_{cls} \text{ 'W/m}^2\text{°C}$$

$$\text{Risultato 3} = Q \text{ 'W}$$

## ' Esercizio 2

$$A = 5 + y$$

$$B = 10 + x / 2$$

$$T_s = 30 + 273 \text{ 'K}$$

$$T_{inf} = 10 + x + 273 \text{ 'K}$$

$$T_m = (T_s + T_{inf}) / 2$$

$$\Delta = B \text{ 'dimensione caratteristica}$$

'calcolo il coeff convettivo

$$\lambda = \text{conducibilità}(T_m)$$

$$\mu = \text{visc\_cinem}(T_m)$$

$$pr = \text{prandtl}(T_m)$$

$$\beta = 1 / (T_m)$$

$$Ra = 9.81 \cdot \beta \cdot (T_s - T_{inf}) \cdot \Delta^3 \cdot pr / (\mu^2)$$

'applico la formula del campo intero

$$Nu = (0.825 + (0.387 \cdot Ra^{1/6})) / (1 + (0.492 / pr)^{(9/16)})^{(8/27)}^2$$

$$h = Nu \cdot \lambda / \Delta$$

' per il coeff. di scambio radiativo devo semplicemente esprimere

' la potenza termica scambiata per irraggiamento nella forma

$$Q_r = h_r \cdot A \cdot (T_1 - T_2)$$

```
eps = 0.5 + y / 30
Tsky = 290
sigma = 5.67 * 10 ^ -8
```

```
' poichè il cielo si comporta come una cavità avremo eps_sky=1
' e F=1, pertanto
```

```
hr = eps * sigma * (Ts + Tsky) * (Ts ^ 2 + Tsky ^ 2)
```

```
Risultato 1 = h ' W/m2°C
Risultato 2 = hr 'W/m2°C
```

### 'Esercizio 3

```
ta = 25 '°C
ura = 50 '%
```

```
pend = 5 + x / 10 'kJ/g
ma = 60 + 5 * y 'kg/h
mv = 0.1 + x / 30 'kg/h
```

```
' Determino in primo luogo titolo ed entalpia del punto A
' ricordando che  $h=c_{pa} T+x*(h_{v0}+c_{pv}*T)$ 
```

```
cpa = 1.005 'kJ/kgK
cpv = 1.82 'kJ/kgK
hv0 = 2501.3 'kJ/kg
```

```
' calcolo prima il titolo
```

```
ps = Exp(65.81 - 7066.27 / (ta + 273.15) - 5.976 * Log(ta + 273.15))
```

```
xa = 0.622 * (ura / 100) * ps / (101325 - ura * ps / 100) 'kg/kg
```

```
xal = titolo(ta, ura)
```

```
' e quindi...
```

```
ha = cpa * ta + xa * (hv0 + cpv * ta)
```

```
' a questo punto considero l'equazione di bilancio della massa
' applicata al vapore d'acqua, da cui ricavo
```

```
xi = xa - mv / ma 'kg/kg
```

```
'poichè  $pend=Dh/Dx ==> Dh=pend*Dx$ 
```

```
hi = ha - pend * (1000 * (xa - xi)) 'moltiplico per 1000 perchè pend è in kJ/g
```

```
x = xi 'kg/kg
```

```
ti = (hi - hv0 * x) / (cpa + cpv * x)
```

```
Risultato 1 = xi * 1000 'g/kg
```

```
Risultato 2 = hi 'kJ/kg
```

```
Risultato 3 = ti '°C
```