

Cognome e Nome:

Matricola:

x y

**Esercizio 1** (valore 9 punti, tolleranza 2%)

La parete verticale di un edificio è costituita, dall'interno verso l'esterno, da uno strato di intonaco dello spessore di 1.5 cm ( $\lambda=0.85$  W/m°C), da uno strato in tufo ( $s=20$  cm,  $\lambda = 0.6+y/100$  W/m°C), da un'intercapedine d'aria dello spessore di 5 cm ( $\lambda = 0.08$  W/m°C), e da uno strato di forati in laterizio ( $s=10$  cm) con  $R=0.5$  m<sup>2</sup>C/W, rifiniti esternamente da uno strato di intonaco dello spessore di 2 cm ( $\lambda=0.9$  W/m°C). Sapendo che i coefficienti di scambio termico superficiale interno ed esterno sono rispettivamente  $h_i = 7$  W/m<sup>2</sup>C e  $h_e = 20$  W/m<sup>2</sup>C, che le temperature interne ed esterne sono rispettivamente 20°C e -y°C, determinare:

- la resistenza termica totale della parete: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>C/W [3 punti]
- la potenza termica scambiata per unità di superficie: \_\_\_\_\_ W/m<sup>2</sup> [3 punti]
- La conducibilità che dovrebbe avere un eventuale materiale isolante da porre nell'intercapedine al fine di ridurre la trasmittanza a  $0.4+x/100$  W/m<sup>2</sup>C : \_\_\_\_\_ W/m°C [3 punti]

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

Il lastrico solare di un'abitazione ha dimensioni di  $8+x$  m di larghezza e  $7+y$  m di lunghezza ed è soggetto ad un irraggiamento solare pari a  $500+10x$  W/m<sup>2</sup> mentre l'aria circostante si trova ad una temperatura di 30°C. Ipotizzando, in prima approssimazione, che la temperatura superficiale del solaio sia pari a  $50+x$  °C, determinare il coefficiente di scambio termico convettivo  $h$ : \_\_\_\_\_ W/m<sup>2</sup>C. [3 punti]

Successivamente, considerando che per il solaio il coefficiente di assorbimento alla radiazione solare  $\alpha_s$  è pari a 0.80, mentre l'emissività  $\varepsilon$  è pari a  $0.60+y/100$ , assumendo che la temperatura della volta celeste sia pari a 290K, includendo la convezione per il tramite del coefficiente determinato precedentemente e trascurando lo scambio termico verso l'ambiente sottostante, trovare:

- La temperatura superficiale del solaio: \_\_\_\_\_ °C [3 punti]
- Il coefficiente di scambio termico convettivo corrispondente alla temperatura effettiva del solaio: \_\_\_\_\_ W/m<sup>2</sup>C [3 punti]

**Esercizio 3** (Valore 6 punti, tolleranza 2%)

Un impianto a pompa di calore assorbe una potenza elettrica di  $1+x/10$  kW (ipotizzare un rendimento elettrico del 92%). Sapendo che il COP della pompa è pari a 3,2, determinare:

- la potenza termica massima che può essere fornita all'ambiente da riscaldare: \_\_\_\_\_ kW [3 punti]
- poiché le dispersioni termiche che attraversano l'involucro dell'ambiente da riscaldare, in condizioni stazionarie, sono pari a  $2+y/10$  kW, stabilire per quanti minuti ogni ora l'impianto deve funzionare: \_\_\_\_\_ min [3 punti]

**Domanda teorica** (Valore max 6 punti)

Illustrare perché non è possibile realizzare una macchina a ciclo diretto che funzioni in base a un ciclo di Carnot:

**esercizio 1**

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

$$l_1 = 0.85 \text{ W/mK}$$

$$s_2 = 0.2 \text{ m}$$

$$l_2 = 0.6 + y / 100 \text{ W/mK}$$

$$s_3 = 0.05 \text{ m}$$

$$l_3 = 0.08 \text{ W/mK}$$

$$R_4 = 0.5 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$s_5 = 0.02 \text{ m}$$

$$l_5 = 0.9 \text{ W/mK}$$

$$h_i = 7 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$h_e = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$t_i = 20 \text{ °C}$$

$$t_e = -y \text{ °C}$$

$$R_i = 1 / h_i \text{ m}^2\text{K/W}$$

```

R1 = s1 / l1      `m2K/W
R2 = s2 / l2      `m2K/W
R3 = s3 / l3      `m2K/W
R5 = s5 / l5      `m2K/W
Re = 1 / he       `m2K/W

```

```

Rtot = Ri + R1 + R2 + R3 + R4 + R5 + Re      `m2K/W
Qt = (ti - te) / Rtot      `W/m2

```

```

U = 0.4 + x / 100      `W/m2K
Rnew = 1 / U            `m2K/W
R3new = Rnew - Rtot + R3
lnew = s3 / R3new      `W/mK

```

```

Risultato 1 = Rtot `m2°C/W
Risultato 2 = Qt `W/m2
Risultato 3 = lnew `W/m°C

```

### ' Esercizio 2

```

A = 8 + x `m
B = 7 + y `m
G = 500 + 10 * x      `W/m2
Tinf = 30 + 273      `K
Ts1 = 50 + x + 273   `K
Tm = (Ts1 + Tinf) / 2 `K
Delta = A * B / (2 * (A + B)) `dimensione caratteristica m

```

'calcolo il coeff convettivo

```

lam = conducibilità(Tm)
mu = visc_cinem(Tm)
pr = prandtl(Tm)
beta = 1 / (Tm)
Ra = 9.81 * beta * (Ts1 - Tinf) * Delta ^ 3 * pr / (mu ^ 2)
se Ra < 10 ^ 7 :Nu = 0.54 * Ra ^ 0.25
altrimenti: Nu = 0.15 * Ra ^ (1 / 3)

```

```
h = Nu * lam / Delta
```

```

alfas = 0.8
eps = 0.6 + y / 100
Tsky = 290 `K
sigma = 5.67 * 10 ^ -8      `W/m2K4

```

```

' equazione di equilibrio
' G*alfas = h*(Ts1-Tinf)+eps*sigma*(Ts1^4-Tsky^4)

```

```
Ts2 = Tinf + (G * alfas - eps * sigma * (Ts1 ^ 4 - Tsky ^ 4)) / h
```

```
Risolvo iterativamente finchè |Ts2 - Ts1| < 0.1
```

```
Ts1 = (Ts1 + Ts2) / 2
```

```
Ts2 = Tinf + (G * alfas - eps * sigma * (Ts1 ^ 4 - Tsky ^ 4)) / h
```

```
Loop
```

```
'ricalcolo h
```

```
'calcolo il coeff convettivo
```

```
Tm = (Ts2 + Tinf) / 2
```

```
lam = conducibilità(Tm)
```

```
mu = visc_cinem(Tm)
```

```
pr = prandtl(Tm)
```

beta = 1 / (Tm)  
Ra = 9.81 \* beta \* (Ts1 - Tinf) \* Delta ^ 3 \* pr / (mu ^ 2)  
se Ra < 10 ^ 7 :Nu = 0.54 \* Ra ^ 0.25  
altrimenti: Nu = 0.15 \* Ra ^ (1 / 3)  
  
h2 = Nu \* lam / Delta

Risultato 1 = h ' W/m2°C  
Risultato 2 = Ts2 - 273 '°C  
Risultato 3 = h2 'MW

### 'Esercizio 3

Pel = 1 + x / 10 'kW  
eta\_el = 0.92  
COP = 3.2

Qs = Pel \* eta\_el \* COP 'kW

Es = (2 + y / 10) \* 3600 'kJ/ora  
tempo = Es / Qs / 60 'min

Risultato 1 = Qs  
Risultato 2 = tempo