

**Esercizio 4**

Riscaldamento di un volume di portata di aria, determina la potenza di riscaldamento

 $V_{\text{portata}}$ 
 $T_{\text{immessa}}$ 
 $T_{\text{uscente}}$ 
 $U_{r\%}$ 
**Bilancio**

$$[\text{Kg/s} = (\text{m}^3/\text{h}) / (\text{m}^3 \cdot \text{Kg})]$$

$$(\text{m}^3/\text{s}) / 0,77 = \text{Kg/s}$$

$$Q = \dot{m} * c_p * \Delta T$$

**Esercizio 5**

Aumentare il contenuto igrometrico di una portata d'aria aumentando i g di vapore sui kg di aria secca (titolo), determinare il raffreddamento dell'aria

 $\dot{m}_{\text{immessa}}$ 
 $T_{\text{immessa}}$ 
 $x_{\text{aria immessa}}$ 
 $x_{\text{aria uscente}}$ 
**Bilancio**

$$Q_{\text{Latente}} = \dot{m} * r * \Delta x$$

$r$  = calore latente specifico della vaporizzazione

$$Q_s = \dot{m} * c_p * (T_1 - T_2)$$

$$T_2 = [Q_s / (\dot{m} * c_p)] + T_1 \text{ ??????}$$

**Esercizio 14**

Parete a 3 strati con un  $\Delta T$  tra l'interno e l'esterno determinare il flusso termico scambiato e l'andamento della temperatura nei due casi conoscendo:

 $T_{\text{aria interna}}$ 
 $T_{\text{aria esterna}}$ 
 $\lambda_1$ 
 $\lambda_2$ 
 $\lambda_3$ 
 $\alpha_{\text{aria interna}}$ 
 $\alpha_{\text{aria esterna}}$ 
 $S_1$ 
 $S_2$ 
 $S_3$ 

i due casi:

$$1) 0 = Q_{\text{per conduzione}} + Q_{\text{per irraggiamento}} + Q_{\text{per dissipazione}}$$

$$2) Q_{\text{per dissipazione}} = Q_{\text{per conduzione}} + Q_{\text{per irraggiamento}}$$

con l'aria nello strato 2 che si muove con  $h_c = w/m^2k$

**Bilancio**

$$R = S / \lambda$$

$$Q_{\text{flusso termico tot}} = U_{\text{energia termica}} * \Delta T$$

$$U = (R_{\text{tot}} + 1/\alpha_{\text{aria interna}} + 1/\alpha_{\text{aria esterna}})^{-1} \rightarrow \text{nel secondo caso} = U = (R_{\text{tot}} + 1/h_c + 1/\alpha_{\text{aria interna}} + 1/\alpha_{\text{aria esterna}})^{-1}$$

Temperatura parete dall'interno

$$T_1 = T_{\text{aria interna}} - U * \Delta T * 1/\alpha_{\text{aria interna}}$$

$$T_2 = T_{\text{aria interna}} - U * \Delta T * (1/\alpha_{\text{aria interna}} + R_1)$$

$$T_3 = T_{\text{aria interna}} - U * \Delta T * (1/\alpha_{\text{aria interna}} + R_1 + R_2)$$

$$T_4 = T_{\text{aria interna}} - U * \Delta T * (1/\alpha_{\text{aria interna}} + R_1 + R_2 + R_3)$$

**Esercizio 15**

Massa portata d'aria riscaldata, determinare la  $q$  di riscaldamento e gli stati igrometrici del prima e del dopo

$$V_{\text{volume portato}} \rightarrow /0.77 \rightarrow /3600 = \dot{m}$$

$T_{\text{immessa}}$

$U_{r_{\text{immessa}}}$  in %

$T_{\text{uscente}}$

$U_{r_{\text{uscente}}}$

**Bilancio**

Tabella da psicometrica

$$P_s = e^{[16,6536 / (4030,18/T+235)]}$$

$$Q = \dot{m} * c_p * \Delta T$$

**Esercizio 20**

Un tetto con un  $\Delta T$  tra l'interno e l'esterno e con un  $Q_{\text{irraggiamento}}$  dall'esterno, determinare l'irraggiamento del tetto verso l'esterno

$A_{\text{tetto}}$

$q_{\text{irr}}$

$T_{\text{tetto}}$

$\epsilon_{\text{tetto}}$

$\alpha_{\text{tetto}}$

$T_{\text{aria esterna}}$

$T_{\text{aria interna}}$

$V_{\text{velocità vento}}$

$\epsilon_{\text{aria}}$

$\epsilon_{\text{tetto}}$

$$b_{\text{stephan-boltzman}} = 5,67 * 10^{-8}$$

**Bilancio**

$$Q_{\text{assorbita}} - Q_{\text{irradiata}} = Q_{\text{rimasta}}$$

$$Q_{\text{assorbita}} = \alpha_{\text{assorbimento}} * q_{\text{irradiata}}$$

$$Q_{\text{irradiata}} = \epsilon * b * T^4$$

ci va aggiunto il movimento dell'aria esterna

$$Q_{irr} = q_{irr} * \alpha_{tetto} + \epsilon_{tetto} * \sigma * \alpha_{tetto} * T_{cielo}^4 - \sigma * \epsilon_{tetto} * T_{tetto}^4$$

alla fine moltiplico la  $Q_{irr}$  per l'  $A$

### Esercizio 23

Parete a 4 strati determinare se si forma condensa superficiale e interstiziale

$T_{aria\ interna}$

$T_{aria\ esterna}$

$UR_{\% \text{ interna}}$

$UR_{\% \text{ esterna}}$

$S_1$

$S_2$

$S_3$

$S_4$

$\lambda_1$

$\lambda_2$

$\lambda_3$

$\lambda_4$

$\pi_1$

$\pi_2$

$\pi_3$

$\pi_4$

$h_{parete\ esterna}$

$h_{parete\ interna}$

$h$  = coefficienti di scambio termico superficiale (valori tipici per convezione)

### Bilancio

#### Tabella

$P_s < P_v \rightarrow$  si forma condensa interstiziale

$T_{parete} < T_{rugiada} \rightarrow$  si forma condensa superficiale

$$R = S / \lambda$$

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$Q = U * \Delta T$$

$$U = 1 / R_{tot}$$

$$Q = h_{parete\ interna} * (T_{interna} - T_{superficiale\ interna})$$

$$T_{superficiale\ interna} = T_{interna} - Q / h_{parete\ interna}$$

$T_{rugiada\ interna} > T_{superficiale\ interna} \rightarrow$  si forma condensa superficiale

$$T_1 = T_{aria\ interna} - U * \Delta T * 1/\alpha_{aria\ interna}$$

$$T_2 = T_{aria\ interna} - U * \Delta T * (1/\alpha_{aria\ interna} + R_1)$$

$$T_3 = T_{aria\ interna} - U * \Delta T * (1/\alpha_{aria\ interna} + R_1 + R_2)$$

$$T_4 = T_{aria\ interna} - U * \Delta T * (1/\alpha_{aria\ interna} + R_1 + R_2 + R_3)$$

$$T_5 = T_{aria\ interna} - U * \Delta T * (1/\alpha_{aria\ interna} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$$

$$P_{vapore\ saturo} = A * \exp ( B * T_{parete} / C + T_{parete} )$$

$$A \approx 610.78 Pa$$

$$B \approx 17.27$$

$$C \approx 237.3^\circ C$$

$$Z_{resistenza\ alla\ diffusione\ di\ vapore} = S / \pi$$

$$Z_{\text{tot}} = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$$

$$G_{\text{v (flusso vapore)}} = (P_{\text{v aria interna}} - P_{\text{v aria esterna}}) / Z_{\text{tot}}$$

$$P_{\text{parziale vapore di una superficie}} = P_{\text{v aria interna}} - G_{\text{v}} * Z_{\text{resistenza cumulativa dal lato interno}}$$

$P_{\text{v}} > P_{\text{s}} \rightarrow$  si forma condensa interstiziale

### Esercizio 29

Parete con un  $\Delta T$  tra l'interno e l'esterno determinare il flusso termico scambiato e la temperatura delle due superfici

$T_{\text{aria interna}}$

$T_{\text{aria esterna}}$

$\alpha_{\text{aria interna}}$

$\alpha_{\text{aria esterna}}$

$S$

$\lambda$

$A_{\text{rea}}$

$1_{\text{parete interna}}$

$2_{\text{parete esterna}}$

### Bilancio

$$R = S / \lambda$$

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$U = (R_{\text{tot}} + 1/\alpha_{\text{aria interna}} + 1/\alpha_{\text{aria esterna}})^{-1}$$

$$T_1 = T_{\text{aria interna}} - (Q / \alpha_{\text{aria interna}} * A)$$

$$T_2 = T_{\text{aria interna}} - (Q / \alpha_{\text{aria interna}} * A + R) \text{ ?????}$$

### Esercizio 33

Aria immessa in impianto UTA= riscaldata e umidificata, uscente in un ambiente chiuso, trovare gli stati igrometrici delle varie fasi della portata d'aria e la potenza riscaldamento e umidificazione conoscendo:

$\dot{m}_{\text{aria immessa}}$

$T_{\text{immessa}}$

$U_{\text{immessa}}$  in %

$T_{\text{uscente}}$

$U_{\text{uscente}}$

### Bilancio

$$Q_{\text{riscaldamento}} = \dot{m} * c_p * \Delta T$$

$$\dot{m}_{\text{vapore acqueo}} = \dot{m}_{\text{aria immessa}} * \Delta x$$

$$Q_{\text{umidificatore}} = \dot{m}_{\text{vapore acqueo}} * L_{\text{latente di condensazione dell'acqua}}$$

$$L = 2500 \text{ kJ/kg}$$

### Esercizio d'esame ignoto

Parete con un  $\Delta T$  tra l'interno e l'esterno determinare il flusso termico scambiato dato un

$Q_{\text{irraggiamento}}$

$T_{\text{aria interna}}$

$T_{\text{aria esterna}}$

$\alpha_{\text{aria interna}}$

$\alpha_{\text{aria esterna}}$

$S$

$\lambda$

$\alpha_{\text{assorbimento della parete}}$

$Q_{\text{irraggiamento}}$

**Bilancio**

$$R = S / \lambda$$

$$q_{\text{flusso termico tot}} = U * \Delta T * (T_{\text{aria interna}} - T_{\text{sole-aria}})$$

$$U = (R_{\text{tot}} + 1/\alpha_{\text{aria interna}} + 1/\alpha_{\text{aria esterna}})^{-1}$$

$$T_{\text{sole-aria}} = T_{\text{aria esterna}} + (\alpha_{\text{assorbimento della parete}} * Q_{\text{irraggiamento}} / \alpha_{\text{aria esterna}})$$

**Esercizio 3?9?**

In una stanza 5m x 5m x 5m determinare la pressione totale, il titolo e l'entalpia

$T_{\text{aria interna}}$

$UR_{\%}$

$V_{\text{volume}}$

**Bilancio**

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{atmosferica}} + P_{\text{vapore}}$$

$$P_{\text{a}} = P_{\text{tot}} - P_{\text{v}}$$

$$P_{\text{v}} = UR * P_{\text{s}}$$

$$P_{\text{s}} = e^{[16,6536 - (4030,183 / T + 235)]}$$

$$P_{\text{tot}} = 101.325$$

**Esercizio ignoto**

Parete a 3 strati, determinare coefficiente globale di scambio termico totale (U)

$S_1$

$S_2$

$S_3$

$\lambda_1$

$\lambda_3$

$R_2$

$\alpha_{\text{aria interna}}$

$\alpha_{\text{aria esterna}}$

**Bilancio**

$$R = S / \lambda$$

$$U = (R_{\text{tot}} + 1/\alpha_{\text{aria interna}} + 1/\alpha_{\text{aria esterna}})^{-1}$$

**Esercizio 1 lavagna**

Miscelamento adiabatico di due portate d'aria, determina le condizioni termoigrometriche di entrata e uscita

$$\dot{m}_1$$

$$\dot{m}_2$$

$$T_1$$

$$T_2$$

$$UR_{\%1}$$

$$UR_{\%2}$$

**Bilancio**

$$P_s = e^{[16,6536 / (4030,18/T+235)]}$$

$$\dot{m}_{tot} = \dot{m}_1 + \dot{m}_2$$

$$T_{tot} = (\dot{m}_1 * T_1 + \dot{m}_2 * T_2) / \dot{m}_{tot}$$

$$h_{tot} = (\dot{m}_1 * h_1 + \dot{m}_2 * h_2) / \dot{m}_{tot}$$

$$x_{tot} = (\dot{m}_1 * x_1 + \dot{m}_2 * x_2) / \dot{m}_{tot}$$

**Esercizio lavagna ignoto**

primo principio della termodinamica non ricordo il testo; determinare la  $U_2$

$U_1$  energia interna

$Q$  calore scambiato dal sistema con ambiente

$L$  lavoro svolto dal corpo?

**Bilancio**

$$\Delta U = Q - L$$

$$U_2 - U_1 = Q - L$$

$$U_2 = Q - L + U_1$$

**Esercizio lavagna 3**

Un blocco di ferro viene immerso in un recipiente d'acqua, determinare il punto d'equilibrio termico tra i due corpi

$$m$$

$$T_{fe}$$

$$T_{acqua}$$

$$V_{acqua}$$

$$C_{s\ fe}$$

$$C_{s\ acqua} \text{ (calore specifico) } \text{ kJ/kg}$$

**Bilancio**

$$\Delta U = Q - L \rightarrow L = 0$$

$$\Delta U = Q$$

$$Q = m * c_s * \Delta T$$

$$Q_{fe + caldo} = Q_{acqua - caldo} \rightarrow \text{calore ceduto dal corpo caldo} = \text{calore acquistato dal corpo freddo}$$

$$\Delta U_{fe} = m_{fe} * c_{s fe} * (T_{fe} - T_{equilibrio})$$

$$\Delta U_{acqua} = m_{acqua} * c_{s acqua} * (T_{equilibrio} - T_{acqua})$$

$$m_{fe} * c_{s fe} * (T_{fe} - T_{equilibrio}) = m_{acqua} * c_{s acqua} * (T_{equilibrio} - T_{acqua})$$

$$m_{fe} * c_{s fe} * (T_{fe} - T_{equilibrio}) = m_{acqua} * c_{s acqua} * (T_{equilibrio} - T_{acqua})$$

con l'equazione trovo la  $T_{equilibrio}$

### Esercizio lavagna 8

Determinare la generazione di entropia irreversibile e la massa di portata d'aria dati  $T_{iniziale}$ ,  $T_{finale}$ ,  $T_{resistore}$ ,  $q$  di riscaldamento

$$T_1$$

$$T_2$$

$$T_{resistore}$$

$$q$$

### Bilancio

$$Q = \dot{m} * c_p * \Delta T$$

$$\dot{m} = Q / (c_p * \Delta T)$$

$$\Delta S_{variazione di entropia} = S_{trasferita} - S_{generata}$$

$$S_{gen} = \Delta S - S_{trasf}$$

$$\Delta S = \dot{m} * c_p * \ln(T_2/T_1)$$

$$S_{trasf} = Q / T_{res}$$

$$S_{gen} = \dot{m} * c_p * \ln(T_2/T_1) - Q / T_{res} = \text{kJ/j}^*k \quad \text{o} \quad \text{W/k}$$

### Esercizio esame 29/01/24

Data una lastra di ghiaccio irraggiata dal sole determinare la velocità dello scioglimento

$$T_{superficie}$$

$$T_{aria}$$

$$q_{irraggiamento}$$

$$\alpha_{assorbimento}$$

$$\epsilon_{ghiaccio}$$

$$\rho_{densità}$$

$$L_f \text{ (lavoro di fusione)} = 333 \text{ kJ}^*kg^*K$$

$$b_{stephan-boltzman} = 5,67 * 10^{-8}$$

### Bilancio

$$T \rightarrow \text{in kelvin} = + 273,15$$

$$Q_{assorbita} - Q_{irradiata} = Q_{scioglimento}$$

$$Q_{assorbita} = \alpha_{assorbimento} * q_{irradiata}$$

$$Q_{irradiata} = \epsilon * b * T^4$$

$$Q_{scioglimento} = \dot{m} * L_f$$

$$V_{portato} \text{ (non so mettere il . in alto)} = \dot{m} / \rho = \text{in kg/s}$$

### Esercizio esame 02/09/24

In un ambiente con un impianto UTA compatto che immette aria con un  $\Delta T$  e un  $q$ , le persone rilasciano un tot di  $\dot{m}$  di vapore, determinare l'  $\dot{m}$  di aria immessa e la sua UR

$T_{\text{ambiente}}$

$UR_{\% \text{ ambiente}}$

$T_{\text{immessa}}$

$q_{\text{UTA}}$

$\dot{m}_{\text{vapore}}$

**Bilancio**

$$Q = \dot{m}_{\text{as}} * c_p * \Delta T$$

$$\dot{m}_{\text{as}} = Q / (c_p * \Delta T)$$

$$x = \dot{m}_{\text{vapore}} / \dot{m}_{\text{as}}$$

con la  $x$  e la  $T$  → trovo la **UR dalla tabella**

♡♡ *prego Geometra* ♡♡