

P1	P2	P3	TOTAL

Nombre:
Carnet:

PRIMER EXAMEN PARCIAL (20pts)
10 de febrero de 2010

1.- (8 pts.) Una caldera genera una corriente de 90kg/h de un vapor sobrecalentado a 1MPa y 200°C. Dicho vapor es transportado por una tubería muy larga de Acero Inoxidable (18 W/m·°C), de 5 cm de diámetro interno y 4 mm de espesor. La tubería está recubierta de una capa de aislante de fibra de vidrio (0,038 W/m·°C) de 6 mm de espesor. Se desea hallar el punto de la tubería en que el vapor alcanza su condición de saturación, es decir, 180°C. La tubería está expuesta a un ambiente con $T_{\infty} = 10^{\circ}\text{C}$, $h_{\infty} = 25 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$. Determine:

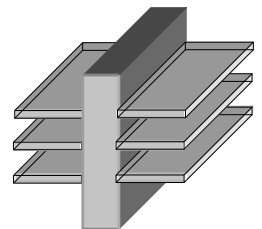
- Plantee la resolución del problema, incluya diagrama de resistencias
- Determine el flujo de calor total perdido por el vapor $Q = \underline{\hspace{2cm}}$ W
- Calcule la longitud del tramo de tubería en que se llega al punto de saturación $L = \underline{\hspace{2cm}}$ m
- ¿Cómo resolvería el problema de pérdida de calor? Solo explique, no calcule

Para los cálculos, suponga que el vapor dentro de la tubería se encuentra a la temperatura promedio entre la entrada y la salida y que las propiedades promedio son: $\rho_{\text{vap}} = 6 \text{ kg/m}^3$; $C_{p_{\text{vap}}} = 2500 \text{ J/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$; $h_{\text{vap}} = 80 \text{ W/m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}$.

2.- (7 pts.) Una placa de sección rectangular está aislada lateral y superiormente. Tiene un espesor de 3 cm y sus otras dos dimensiones son 20 cm y 40 cm respectivamente. En la placa se genera energía a razón de $1,5 \cdot 10^5 \text{ W/m}^3$ y para que este calor se disipe al ambiente se colocan a ambos lados de la placa aletas rectangulares de 2mm de espesor y 2cm de largo. Las aletas están separadas entre sí 3mm.

La conductividad del material de la aleta es de 25 W/m·°C y la de la placa 0,12 W/m·°C. La temperatura del ambiente es de 18°C y el coeficiente de convección al ambiente es de 12,5 W/m²·°C. Determine:

- La temperatura de la superficie de la placa. $\underline{\hspace{2cm}}$ °C
- La temperatura del centro de la placa: $\underline{\hspace{2cm}}$ °C
- La eficiencia de las aletas: $\underline{\hspace{2cm}}$ %
- La temperatura en el extremo de las aletas: $\underline{\hspace{2cm}}$ °C



3.- (5 pts.) a. Calcule la velocidad de transferencia neta de calor por radiación (Q_1) entre dos esferas concéntricas de 10 y 30 cm de diámetro respectivamente. La esfera interior se encuentra a 227 °C y la externa a 77 °C. La emisividad del material de las esferas es de 0,75.

- Si se intercala una tercera esfera del mismo material, de espesor despreciable y de 29 cm de diámetro, determine la nueva velocidad de transferencia de calor (Q_2).

$F_{12} = \underline{\hspace{2cm}}$ $Q_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ W $Q_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ W

Prof. Avelino Stamanitti Parcial 1

Problema 1: Tubería de Vapor:

Una caldera genera 90 kg/h. Vapor a 200°C, 1 MPa; Transportado por una Tubería muy larga Acero Inox ($18 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$). de 5 cm diámetro interno y 4 mm espesor. Reubierta de Aislante de Fibra de Vidrio ($0,038 \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$) y 6 mm espesor. Se desea hallar el punto en que se llega a saturación, 180°C.

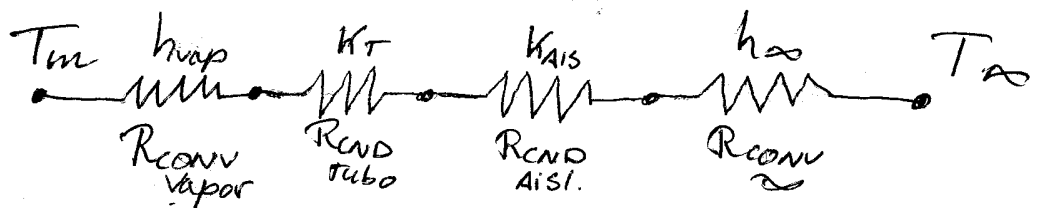
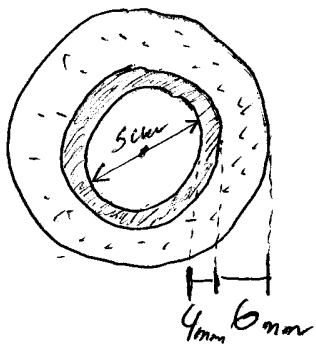
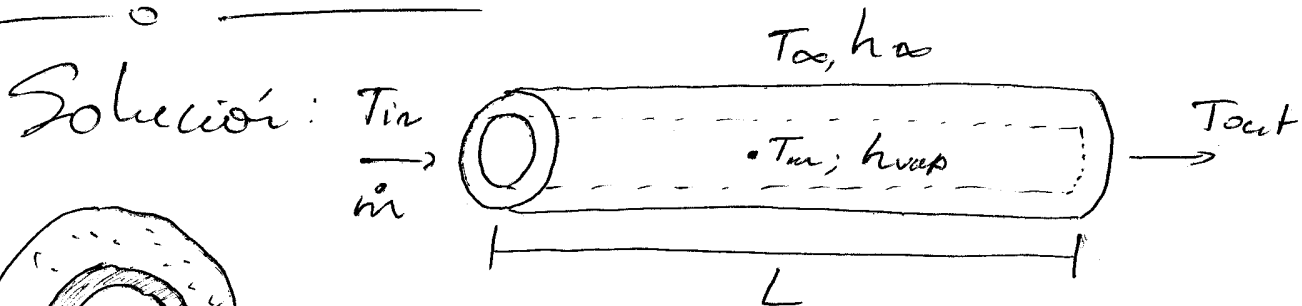
Ambiente exterior: $T_{\infty} = 10^\circ C$; $h_{\infty} = 25 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$

Para el Vapor suponer Temp Promedio Interna,

$\bar{\rho}_{vap} = 6 \frac{kg}{m^3}$; $\bar{c}_{p,vap} = 2500 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$; $h_{vap} = 80 \frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$.

Hallar. Q perdido; L tubería para saturación.

Cómo se Reduciría la Pérdida de calor?



Ecuciones:

(2)

$$BE \cdot \text{Fluido} : \dot{Q}_{\text{perdido}} = \dot{m} \cdot (h_{in} - h_{out}) \approx \dot{m} \cdot C_{p \text{ vapor}} (T_{in} - T_{out})$$

$$\Rightarrow \dot{Q}_{\text{perdido}} = \dot{m} \cdot C_{p \text{ vapor}} (T_{in} - T_{\infty})$$

$$\text{Tubería: } \dot{Q}_{\text{perdido}} = \dot{Q}_{\text{conv vapor}} = \dot{Q}_{\text{cnd TUBO}} = \dot{Q}_{\text{cnd AIS}} = \dot{Q}_{\text{conv } \infty}$$

En forma de Resistencias:

$$\dot{Q}_{\text{perdido}} = \frac{T_m - T_{\infty}}{R_{\text{conv vapor}} + R_{\text{cnd TUBO}} + R_{\text{cnd AIS}} + R_{\text{conv } \infty}}$$

$$\text{Donde: } T_m = \frac{T_{in} + T_{out}}{2} \quad (\text{de la Superficie}).$$

$$R_{\text{conv vapor}} = \frac{1}{h_{\text{vapor}} \cdot A_{int}}; \quad A_{int} = \pi \cdot D_{int} \cdot L \quad \leftarrow ?$$

$$R_{\text{conv } \infty} = \frac{1}{h_{\infty} \cdot A_{ext}}; \quad A_{ext} = \pi \cdot D_{ext} \cdot L \quad \leftarrow ?$$

con $D_{ext} = D_{int} + 2 \cdot E_T + 2 \cdot E_{AIS}$

$$R_{\text{cnd TUBO}} = \frac{\ln(D_2/D_1)}{2\pi \cdot k_T \cdot L}; \quad D_1 = D_{int},$$
$$D_2 = D_{int} + 2 \cdot E_T.$$

$$R_{\text{cnd AIS}} = \frac{\ln(D_3/D_2)}{2\pi \cdot k_{AIS} \cdot L}; \quad D_3 = D_{ext} = D_{int} + 2 \cdot (E_T + E_{AIS}).$$

Aquí la única Incógnita es la L del Tubo.

Ahora se efectúan los cálculos.

(3)

$$\dot{m} = 90 \text{ kg/h} = 0,025 \text{ kg/s};$$

$$\dot{Q}_{\text{Perdido}}^{\text{vapor}} = 1250 \text{ W}; \quad T_m = 190^\circ \text{C}.$$

$$A_{\text{int}} = ?; \quad A_{\text{ext}} = ? \quad D_{\text{int}} = S_{\text{an}} = 0,05 \text{ m}$$
$$D_2 = 5,8 \text{ an} = 0,058 \text{ m}$$
$$D_{\text{ext}} = D_3 = 7 \text{ an} = 0,07 \text{ m}$$

De la Ec. Calor:

$$\dot{Q}_{\text{Perdido}} = \frac{T_m - T_{\infty}}{\sum_t R_t} \Rightarrow L = 7,29 \text{ m.}$$

Si se duplica el Espesor del Aislante: a 12mm:
entonces $L = 11,712 \text{ m}$

Se Necesita Todavía de un Aislante más grueso.

con 25mm: $L = 19,46 \text{ m. (1'6")}$

50mm: $L = 30,27 \text{ m. (2'6")}$

100mm: $L = 44,315 \text{ m. (4'6")}$.

Se Necesita aislante muy grueso para las aplicaciones de Vapor. o uno con menor conductividad

con: $K_{\text{AIS}} = 0,02; \quad E = 6 \text{ mm}; \quad L = 12,22 \text{ m.}$

$K_{\text{AIS}} = 0,01, \quad E = 6 \text{ mm}; \quad L = 22,61 \text{ m.}$

Materiales más cores seguros.

PROBLEMA 2

- Calor generado en la placa

$$Q^* = VG = 0.2 \times 0.4 \times 0.03 \times 1.5 \cdot 10^5 = 360 \text{ W}$$

- Calor disipando por cada lado: $360/2 = 180 \text{ W} = Q$

- eficiencia de las aletas:

$$mL_c = \sqrt{\frac{2 \times 12.5}{25 \times 0.002}} \cdot 0.021 = 0.46957 \dots$$

$$\eta = \frac{t_h mL_c}{mL_c} = 0.93245158 \dots$$

- $Q = (A_o + \eta A_f) h (T_w - T_\infty)$

$$A_f = (0.4 \times 0.021 \times 2) \times 40 = 0.672 \text{ m}^2$$

$$A_o = 0.4 \times 0.2 \times \frac{3}{5} = 0.048 \text{ m}^2$$

$$T_w - T_\infty = \frac{180}{12.5 (0.048 \times 0.672 \times 0.9324 \dots)} = 21.345 \dots$$

$$T_w = 18 + 21.34 \dots = 39.343 \dots \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_w = 39.35 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- temperatura en el centro de la placa.

$$T = -\frac{Gx^2}{2k} + \frac{Ga^2}{2k} + T_w \quad (a \text{ es la mitad del espesor de la placa})$$

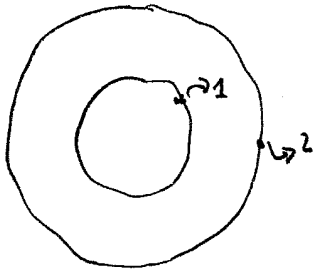
$$\text{por } x=0 \quad T = T_w + \frac{Ga^2}{2k} = 39.345 + \frac{1.5 \cdot 10^5 \times 0.015^2}{2 \times 0.12} = 39.345 + 140.625$$

$$= 179.97 \approx 180 \text{ } ^\circ\text{C}$$

- temperatura en el extremo de la aleta

$$\frac{T - T_\infty}{T_w - T_\infty} = \frac{\cosh m(L_c - x)}{\cosh mL_c} \quad \text{en el extremo } x=L_c \quad \frac{T - 18}{39.35 - 18} = \frac{1}{\cosh 0.469} \dots T = 32.55$$

PROBLEMA 3

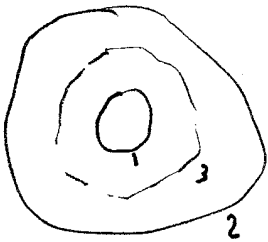


$$T_1 = 500^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 350^\circ\text{K}$$

$$Q_{12} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{12}} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2 A_2}}$$

$$= \frac{5.67(5^4 - 3.5^4)(4\pi 0.05^2)}{\frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{3}\left(\frac{0.05}{0.65}\right)^2} = 61.73 \text{ W}$$



$$Q_{13} = \frac{\sigma(T_1^4 - T_3^4)}{\frac{1-\epsilon_1}{\epsilon_1 A_1} + \frac{1}{A_1 F_{13}} + \frac{1-\epsilon_3}{\epsilon_3 A_3}} = Q_{23} = \frac{\sigma(T_3^4 - T_2^4)}{\frac{1-\epsilon_3}{\epsilon_3 A_3} + \frac{1}{A_3 F_{32}} + \frac{1-\epsilon_2}{\epsilon_2 A_2}}$$

$$\frac{(T_1^4 - T_3^4) A_1}{\frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{3}\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \frac{(T_3^4 - T_2^4) A_3}{\frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{3}\left(\frac{2}{3}\right)^2}$$

$$(T_1^4 - T_3^4) = 4 \frac{17/2}{40/27} (T_3^4 - T_2^4) =$$

$$T_3^4 = 1.698928 \cdot 10^{10} \quad T_3 = 361.03^\circ\text{K} = 88^\circ\text{C}$$

$$Q_{13} = Q_{12} = 9.5373 \dots \text{ W}$$