

P1	P2	TOTAL

**Nombre:**  
**Carnet:**

**TERCER EXAMEN PARCIAL (20pts)**  
**19 de marzo de 2010**

**1.- (10 pts.)** Por una tubería de 3500 pies de longitud, 2" de diámetro interno, 1/8" de espesor y conductividad térmica  $18 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$  se transporta agua a razón de 4,4 lb/s y que entra a la misma a  $87 \text{ °C}$ . El ambiente externo está a una temperatura de  $32 \text{ °C}$  y el viento sopla perpendicularmente al eje de la tubería a una velocidad de 5 ft/s. Determine:

- El coeficiente convectivo interno: \_\_\_\_\_  $\text{W/m}^2\cdot\text{°C}$
- El coeficiente convectivo externo: \_\_\_\_\_  $\text{W/m}^2\cdot\text{°C}$
- El coeficiente global basado en el área externa: \_\_\_\_\_  $\text{W/m}^2\cdot\text{°C}$
- La temperatura de salida del agua: \_\_\_\_\_  $\text{°C}$
- La temperatura de salida sin el caudal se incrementa hasta 5,5 lb/s: \_\_\_\_\_  $\text{°C}$

- Razone el mecanismo y las consideraciones para resolver el problema y las principales suposiciones que adopte.
- Describa detalladamente el método de cálculo a emplear.
- Realice los cálculos y haga una lista de los símbolos y valores a emplear.

**2.- (10 pts.)** Se tiene una casa con una ventana de vidrio de 1m x 1m y 5mm de espesor ( $k_v = 1,4 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$ ). La temperatura interior de la casa es de  $22\text{°C}$  y la del exterior  $0 \text{ °C}$ . El aire se encuentra estancado en ambos casos. Determine:

- El coeficiente convectivo dentro de la casa: \_\_\_\_\_  $\text{W/m}^2\cdot\text{°C}$
- El coeficiente convectivo del exterior: \_\_\_\_\_  $\text{W/m}^2\cdot\text{°C}$
- El calor cedido por la ventana al ambiente \_\_\_\_\_  $\text{W}$
- Explique el procedimiento de cálculo para la corrección de las temperaturas de superficie, NO Calcule.
- Si se sustituye el vidrio por una lámina de acrílico ( $k_A = 0,2 \text{ W/m}\cdot\text{°C}$ ) del mismo espesor, ¿cómo cree que se afecte el calor perdido? Compare las resistencias térmicas y comente.
- ¿Qué solución propondría para reducir la pérdida de calor por la ventana?. Explique brevemente.

Fenómenos II (TF-2241).

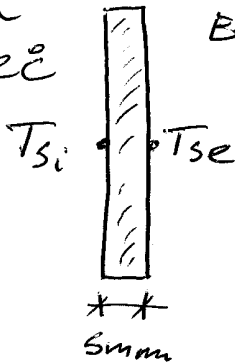
Marzo 2010. ①

Prof. Aurelio Stammitti S.

Problema Parcial Convección

Ventana en Invierno

Casa  
 $T_c = 22^\circ\text{C}$



Exterior  
 $T_{\infty} = 0^\circ\text{C}$

Hallar  $\dot{Q}$  perdido.

$T_{si}, T_{se}$

Ventana  $1\text{m} \times 1\text{m}$ .



Materiales:  $k$  ( $\frac{\text{W}}{\text{m}\cdot^\circ\text{C}}$ )

Vidrio: 1,4

Acritico: 0,2.

5mm Espesor

\* Caso A: Vidrio 5mm; Aire Estático Ambos lados.

$$\dot{Q} = \frac{T_c - T_{\infty}}{\frac{1}{h_c \cdot A_v} + \frac{E}{k_v \cdot A_v} + \frac{1}{h_{\infty} \cdot A_v}} ; \text{Ave Area de Ventana } A_v = 1\text{m}^2.$$

Convección Libre ambos casos, Necesito suponer los  $T_{si}, T_{se}$ , para el Vidrio evalúo la Resistencia:

$$\frac{E}{k_v \cdot A_v} = 3,57 \cdot 10^{-3} \text{ Vidrio}; \quad \frac{E}{k_a \cdot A_v} = 0,025 \text{ Acritico.}$$

Esto significa que para el Vidrio la  $T_{si}, T_{se}$  serán más parecidos que para el Acritico

(2)

$$T_p = \frac{T_c + T_\infty}{2} \Rightarrow T_p = 11^\circ\text{C}. \text{ Entonces inicialmente}$$

podría suponer:  $T_{si} = 12^\circ\text{C}; T_{se} = 10^\circ\text{C}.$

- Cálculo de  $h_c$  (casa).  $T_{f_{\text{casa}}} = \frac{T_c + T_{si}}{2} = 17^\circ\text{C} = 290\text{K}$

Props del Aire a  $T_{fc} = 290\text{K}.$

$$\rho = 1,20806 \text{ kg/m}^3; \mu = 179,6 \cdot 10^{-7} \text{ Pa}\cdot\text{s}; k = 25,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{W}}{\text{m}\cdot^\circ\text{C}}$$
$$Pr = 0,7096; \nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}.$$

Convección Libre. sobre Placa Vertical.

$$L_c = 1\text{m}. \quad Ra_{Lc} = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_s - T_\infty) L_c^3}{\nu^2} \cdot Pr$$

Donde  $\beta = \frac{1}{T_f}$ . Gas Ideal:  $\beta_{GT} = 3,44828 \cdot 10^{-3}$

$$T_s = T_{si} = 12^\circ\text{C} = 285\text{K}; \quad T_\infty = T_c = 22^\circ\text{C} = 295\text{K}.$$

$$Ra_{Lc} = 1,066847 \cdot 10^9 \quad \text{casa.}$$

- Escopo  $\cdot Nu_{Lc_a} = 0,1 \cdot Ra_{Lc}^{1/3}$  (la más simple).  $10^9 < Ra_{Lc} < 10^{13}$

$$Nu_{Lc_a} = 102,1803$$

$$\cdot Nu_{Lc_b} = \left( 0,825 + \frac{0,387 \cdot Ra_{Lc}^{1/6}}{\left[ 1 + \left( \frac{0,492}{Pr} \right)^{9/16} \right]^{4/27}} \right)^2$$

$$Nu_{Lc_b} = 125,3251$$

$$h_{ca} = 2,605598 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}}$$

$$\Rightarrow h_c = \frac{Nu_{Lc_b} \cdot k_f}{L_c} \Rightarrow h_{c_b} = 3,19579 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}}$$

Se Deben Corregir Después.

- Cálculo de  $h_{oa}$  (Exterior).  $T_{fa} = \frac{T_{\infty} + T_{se}}{2} = 5^{\circ}C = 278K$ .

Props del Aire a  $T_{fa} = 278K$ .

$\rho = 1,26405 \text{ kg/m}^3$ ;  $\mu = 173,6 \cdot 10^{-7} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ;  $k = 24,54 \cdot 10^{-3} \frac{W}{m\cdot^{\circ}C}$

$Pr = 0,7127$ ;  $D = 13,932 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Convección libre sobre Placa Vertical:  $L_c = 1m$ .

$\beta_{61} = \frac{1}{T_f} = 3,5971 \cdot 10^{-3}$ ;  $T_{\infty} = 0^{\circ}C = 273K$

$T_{se} = 10^{\circ}C = 283K$ .

$Ra_{lc} = 1,295699 \cdot 10^9$  Exterior

$Nu_{lca} = 0,1 \cdot Ra_{lc}^{1/3} \Rightarrow Nu_{lca} = 109,0188$

$Nu_{lcb} = (0,825 + \dots)^2 \Rightarrow Nu_{lcb} = 133,1656$

$h_{oa} = 2,6753 \frac{W}{m^2\cdot^{\circ}C}$

$h_{ob} = 3,2679 \frac{W}{m^2\cdot^{\circ}C}$

Ahora ya puedo hallar  $\dot{Q}$

$\dot{Q}_a = 28,90W$

$\dot{Q}_b = 35,342W$

Ahora se deben corregir los  $T_s$  usando este  $\dot{Q}$ .

$\dot{Q} = h_c \cdot A_v \cdot (T_c - T_{si}) \Rightarrow T_{si} = T_c - \frac{\dot{Q}}{h_c \cdot A_v}$

$\dot{Q} = h_o \cdot A_v \cdot (T_{se} - T_{\infty}) \Rightarrow T_{se} = T_{\infty} + \frac{\dot{Q}}{h_o \cdot A_v}$

Entonces:  $T_{si} = 10,941 \text{ } ^\circ\text{C}$ ;  $T_{se} = 10,815 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Entonces para Comenzar, Vuelvo a Evaluar los props.

Por simplificación usare  $T_{si} \approx T_{se} = 11 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

$$T_{fc} = \frac{T_c + T_{si}}{2} = \frac{16,5 \text{ } ^\circ\text{C}}{289,5 \text{ K}}; \quad T_{fa} = \frac{T_{\infty} + T_{se}}{2} = \frac{5,5 \text{ } ^\circ\text{C}}{278,5 \text{ K}}$$

Como son casi Idénticos al primer cálculo, No los Vuelvo a Sacar, usare los mismos Valores:

$$Ra_{Lc} = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_c - T_{si}) \cdot L_c^3}{\nu^2} \cdot Pr \quad \text{a } T_{fc}; \quad L_c = 1 \text{ m}$$

$$Ra_{Lc} = 1,1819705 \cdot 10^9 \Rightarrow \text{usando comel. b:}$$

$$Nu_{Lc} = 129,3565 \Rightarrow h_c = 3,2986 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$Ra_{Lc} = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_{se} - T_{\infty}) \cdot L_c^3}{\nu^2} \cdot Pr \quad \text{a } T_{fa}; \quad L_c = 1 \text{ m}$$

$$Ra_{Lc_{ext}} = 1,39878240 \cdot 10^9 \Rightarrow \text{usando comel. b:}$$

$$Nu_{Lc_{ext}} = 136,3599 \Rightarrow h_{\infty} = 3,34627 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Finalmente:  $Q_{perdido} = 36,3294 \text{ W}$  ya no hace falta iterar.

Los Estimados Iniciales fueron Buenos.

\*Caso B: Se cambia el Vidrio por Acrilico, mismo Espesor  
Suponer que los  $h_c, h_{\infty}$  son los mismos.

Hallar  $\dot{Q}$  perdido:

$$k_{Ac} = 0,2 \frac{W}{m \cdot C}$$

mismo Balance: 
$$\dot{Q}_p = \frac{T_c - T_{\infty}}{\frac{1}{h_c \cdot A_v} + \frac{E}{k_{Ac} \cdot A_v} + \frac{1}{h_{\infty} \cdot A_v}}$$

$\dot{Q}_p = 35,0878 W$  ojo hay que iterar.

Pero por el Espesor. la Resistencia de la Ventana es la menor.  
lo que significa que Basicamente no afecta.

Por esto se inventaron los Ventanos Dobles.

Por esto tambien se ve con el Vidrio que  $T_{si} \approx T_{se}$ .

FIN.