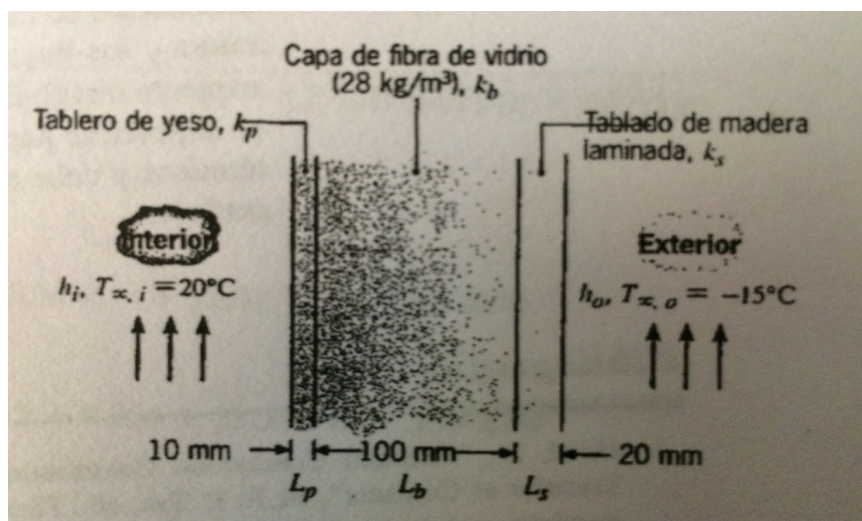


## PRÁCTICO N°2 Conducción en estado estacionario

### Ejercicio 1

Una casa tiene una pared compuesta de madera, aislante de fibra de vidrio y tablero de yeso, como se indica en el esquema. En un día frío de invierno los coeficientes de transferencia de calor por convección son  $h_e=60 \text{ W/m}^2\text{K}$  y  $h_i=30 \text{ W/m}^2\text{K}$ . El área total de la superficie de la pared es de  $350 \text{ m}^2$ .



- A) Dibujar el diagrama eléctrico del sistema, incluyendo los efectos de convección interior y exterior para las condiciones establecidas.
- B) Determinar la pérdida de calor total a través de la pared.
- C) Si el viento soplara de manera violenta, elevando  $h_e$  a  $300 \text{ W/m}^2\text{K}$  determine el porcentaje de aumento de la pérdida de calor.
- D) ¿Cual es la resistencia que regula la cantidad de flujo a través de la pared?

### Ejercicio 2

Se posee un caño cilíndrico de hierro, recubierto con aislación de lana de vidrio.

Caño de hierro:  $\Phi_i = 50 \text{ mm}$  ,  $\Phi_e = 60 \text{ mm}$  ,  $k_{\text{hierro}} = 63 \text{ W/mK}$

Aislación de lana de vidrio:  $\Phi_i = 60 \text{ mm}$  ,  $\Phi_e = 135 \text{ mm}$  ,  $k_{\text{lana de vidrio}} = 0,038 \text{ W/mK}$

Si la temperatura de la superficie interna del caño es  $T_i = 190^\circ\text{C}$  y la de la superficie externa de la aislación es  $T_e = 40^\circ\text{C}$  , determinar:

- A) La potencia calorífica que se transfiere al exterior por unidad de largo,  $\dot{Q}$ .
- B) La temperatura en la interfase metal - aislación.
- C) En las partes anteriores, la temperatura del aire era  $15^{\circ}\text{C}$ . Si ahora no se recubre el caño con la aislación, calcular la nueva temperatura exterior del caño y la pérdida de calor, si el coeficiente de convección térmica es el mismo que en el caso anterior y se mantiene la temperatura del aire.

### **Ejercicio 3**

El vidrio trasero de un auto tiene  $4\text{ mm}$  de espesor y una conductividad térmica  $k_{\text{vidrio}} = 1,4\text{ W/mK}$ .

La temperatura del aire interior es  $T_{x,i} = 25^{\circ}\text{C}$  y el coeficiente de convección interior es  $h_i = 10\text{ W/m}^2\text{K}$ . La temperatura del aire exterior es  $T_{x,e} = -5^{\circ}\text{C}$  y el coeficiente de convección exterior es  $h_e = 60\text{ W/m}^2\text{K}$ .

- A) Determinar la transferencia de calor hacia el exterior por unidad de área y las temperaturas de las superficies del vidrio. Dibujar el diagrama eléctrico del sistema y esquematizar el perfil de temperaturas.
- B) Mediante el encendido del calentador eléctrico del vidrio se establece un flujo de calor uniforme distribuido en la superficie que mantiene la temperatura de la cara interna del vidrio a  $T_{p,i} = 15^{\circ}\text{C}$ . Determinar dicha potencia (en  $\text{W/m}^2$ ) y esquematizar el perfil de temperaturas.

### **Ejercicio 4**

Se usa un tanque esférico de  $3\text{ m}$  de diámetro interior de acero inoxidable, espesor  $2\text{ cm}$  y  $k = 15\text{ W/m}^{\circ}\text{C}$  para almacenar agua con hielo a  $0^{\circ}\text{C}$ . El tanque está ubicado en un cuarto a  $25^{\circ}\text{C}$  (aire del cuarto y paredes). La transferencia de calor entre la superficie del tanque y los alrededores es por convección natural y radiación.

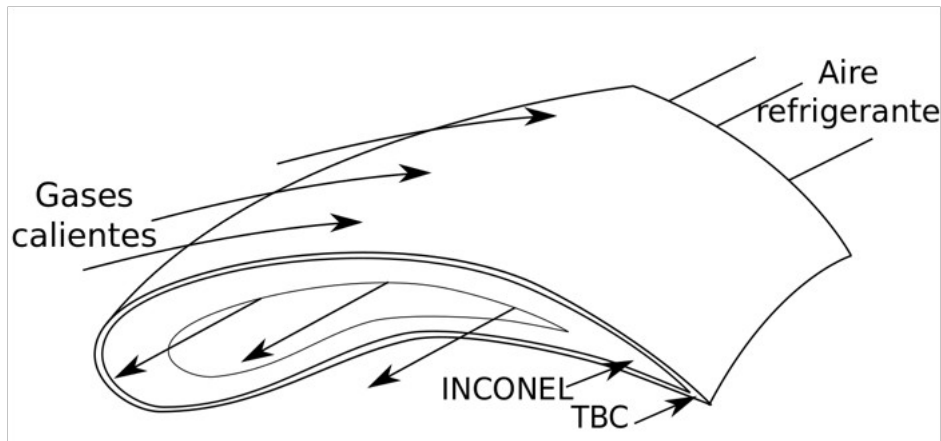
Los coeficientes de transferencia son  $h_{\text{interior}} = 80\text{ W/m}^2\text{C}$   $h_{\text{exterior}} = 10\text{ W/m}^2\text{C}$

Si la entalpía de cambio de fase sólido-líquido es  $h_{\text{SL}} = 79,7\text{ kcal/kg}$ , determinar:

- A) la velocidad de transferencia de calor hacia el agua con hielo.
- B) la cantidad de hielo que se funde en dos horas a  $0^{\circ}\text{C}$ .

### **Ejercicio 5**

El rendimiento de los motores de turbina de gas se mejora aumentando la tolerancia de las palas de la turbina a los gases calientes que salen del combustor. Un método para lograr altas temperaturas de operación implica la aplicación de un revestimiento de barrera térmica (TBC) para la superficie externa de una pala mientras pasa aire de enfriamiento a través de ella como se ve en la figura:



Por lo común la pala está fabricada de una superaleación de alta temperatura como INCONEL ( $k = 25\text{W/mK}$ ) mientras que como revestimiento de barrera térmica se usa CIRCONIA ( $k = 1.3\text{W/mK}$ ).

Se consideran condiciones en la que los gases calientes a  $T_{\infty 1} = 1700\text{K}$  y aire de enfriamiento a  $T_{\infty 2} = 400\text{K}$ , generan coeficientes de convección de la superficie externa e interna de la pala de  $h_{\infty 1} = 1000\text{W/m}^2\text{K}$  y  $h_{\infty 2} = 500\text{W/m}^2\text{K}$  respectivamente.

Si un TBC de circonio de 0,5mm de espesor se une a la pared de una pala de Inconel de 5mm de espesor por medio de un agente de unión que proporciona una resistencia térmica de interfase de  $R''_{t,c} = 10^{-4}\text{m}^2\text{K/W}$  ¿es posible mantener el Inconel a una temperatura que esté por debajo del valor máximo permisible de 1250K? Despreciar los efectos de radiación y aproximar la pala a una pared plana.

Elaborar una gráfica de la distribución de temperaturas en el Inconel con y sin TBC.

### **Ejercicio 6**

La temperatura de la superficie de una varilla conductora de sección circular se mantiene a  $T_1 = 200^\circ\text{C}$  por el pasaje de una corriente eléctrica. El diámetro de la varilla es de 10 mm, su largo es 2,5m.

Sobre la varilla se aplica una aislación de baquelita ( $k = 1,4\text{W/mK}$ ).

La varilla se encuentra en un medio a  $25^\circ\text{C}$  donde se genera un coeficiente de convección de  $140\text{W/m}^2\text{K}$ .

- A) Calcular la velocidad de transferencia de calor sin aislación.  
B) Calcular el calor transferido si la baquelita tiene un espesor de 55mm.

### **Ejercicio 7**

A) Estimar la pérdida de calor por la pared de una taza de loza ( $k = 1,1 \text{ W/mK}$ ) que contiene café caliente a  $65^\circ\text{C}$  hacia el aire exterior a  $15^\circ\text{C}$ .  $\Phi_i = 50 \text{ mm}$ ,  $\Phi_e = 70 \text{ mm}$   
 $H = 8 \text{ cm}$ ,  $h_i = 300 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $h_e = 20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

- B) Se agita el café y se estima un nuevo coeficiente de convección interior 50% más grande. En cuanto aumenta la pérdida?  
C) Alguien prendió un ventilador y por el movimiento del aire se estima un nuevo coeficiente de convección exterior del doble que el anterior. En cuanto aumenta la pérdida respecto al caso A?

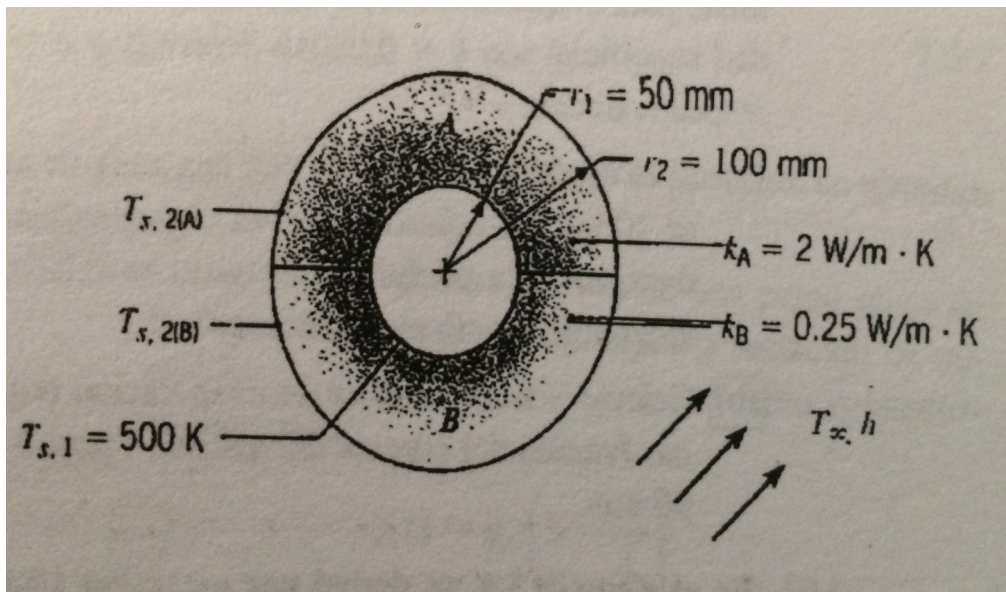
### **Ejercicio 8**

Un cable eléctrico de radio  $a = 5 \text{ mm}$  y resistencia  $10^{-4} \text{ Ohm/m}$  está recubierto por un plástico aislante de  $3 \text{ mm}$  de espesor y conductividad térmica  $k = 0,1 \text{ W/mK}$ . El cable está expuesto a aire a  $T_{\text{aire}} = 25^\circ\text{C}$  con un coeficiente de convección  $h = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ . La aislación tolera una temperatura máxima de  $120^\circ\text{C}$ .

- A) Hallar la máxima corriente tolerada por el cable y la temperatura máxima en su superficie exterior.  
B) Si se mantiene la temperatura máxima del aislante en  $120^\circ\text{C}$  como condición de diseño y se agregan  $2 \text{ mm}$  de espesor de aislante, calcular nuevamente la corriente máxima que puede conducir el cable.

### **Ejercicio 9**

El vapor que fluye a través de un tubo largo de pared delgada mantiene la pared del tubo a temperatura uniforme de  $500 \text{ K}$ . El tubo está cubierto con una manta aislante compuesta con dos materiales diferentes A y B.



Se supone que la interfaz entre los dos materiales tiene una resistencia de contacto infinita y que toda la superficie externa está expuesta al aire, para el cual  $T_\infty = 300 \text{ }^\circ\text{K}$  y  $h = 25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ .

- A) Dibuje el circuito térmico del sistema indicando los nodos y resistencias pertinentes.  
 B) Determinar la pérdida de calor del tubo y las temperaturas de superficie externa de los dos materiales.

### EJERCICIO 10

Los 80 tubos de una caldera están hechos de fundición ( $k = 54.3 \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C}$ ), diámetro interior 5.2 cm, espesor = 2.5 mm y 6 m de largo.

Por dentro circulan humos de forma tal que la temperatura de la superficie interior del tubo es de  $300^\circ\text{C}$  y por fuera hay agua evaporándose, lo que asegura una temperatura de superficie exterior de  $160^\circ\text{C}$ .

Si la entalpía de cambio de fase líquido-gas del agua es  $h_{fg} = 2100 \text{ kJ/kg}$ , calcular:

- El calor que se transfiere a través de las paredes de los tubos y la tasa a la que se evapora el agua.
- Cuanto vale la resistencia térmica total, si se deposita una capa de incrustaciones ( $k = 1 \text{ Kcal/hm}^\circ\text{C}$ ) de 2mm de espesor sobre la superficie exterior de los tubos, y cuál es la nueva tasa a la que se evapora el agua.

**EJERCICIO 11**

Se usa un tanque esférico con un diámetro interior de 8 m, hecho de lámina de acero inoxidable ( $k = 15 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ) de 1.5 cm de espesor, para almacenar agua con hielo a  $0^\circ\text{C}$ . El tanque está ubicado en un cuarto cuya temperatura es de  $25^\circ\text{C}$ .

Las paredes del cuarto también están a  $25^\circ\text{C}$ . La transferencia de calor entre la superficie exterior del tanque y los alrededores es por convección natural y radiación. Los coeficientes de transferencia de calor por convección en las superficies interior y exterior del tanque son de  $80 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  y  $10 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ , respectivamente.

Determine:

- la razón de la transferencia de calor hacia el agua con hielo que está en el tanque y
- la cantidad de hielo a  $0^\circ\text{C}$  que se funde durante un periodo de 24 h. El calor de fusión del agua a la presión atmosférica es  $h_{if} = 333.7 \text{ kJ/kg}$ .

