



**TRANSFERENCIA DE CALOR II (TF 2252)**  
**Ejercicios de repaso de Transferencia de Calor I – TF 2251**  
**Prof. Dosinda González**

**PROBLEMA 1:** Un cilindro sólido ( $D = 0,1 \text{ m}$ ,  $L = 0,1 \text{ m}$ ) se encuentra inicialmente a  $25 \text{ °C}$ . Si se coloca en un medio a  $425 \text{ °C}$  con un coeficiente convectivo  $h = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , calcule:

- El tiempo requerido para que la temperatura máxima en el bloque sea  $225 \text{ °C}$
- El tiempo requerido para que la temperatura mínima en el bloque sea  $225 \text{ °C}$
- La energía recibida por el cilindro después de una hora de contacto con el medio.

Propiedades del sólido:  $k = 1,0 \text{ W/m °C}$ ;  $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$ ;  $C_p = 1000 \text{ J/kg K}$

**PROBLEMA 2:** Un disco macizo de aluminio (Diámetro externo  $D_e = 10 \text{ cm}$ , diámetro interno  $D_i = 2 \text{ cm}$  y espesor  $e = 0,5 \text{ cm}$ ), se encuentra a  $10 \text{ °C}$  uniforme. Si de repente se expone el disco a un ambiente a  $27 \text{ °C}$  y  $h = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  y a la vez recibe un flujo de calor de  $100 \text{ W/m}^2$  por uno de sus lados planos, determine:

- La temperatura de equilibrio.
- Tiempo que tarda el disco en alcanzar la temperatura de equilibrio calculada en el apartado (a).

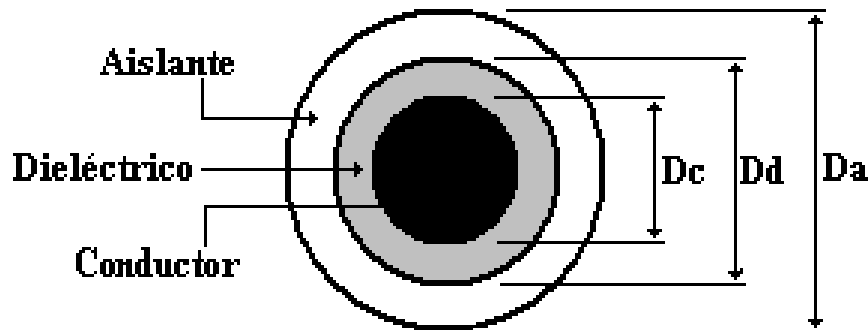
**PROBLEMA 3:** Un transformador eléctrico disipa  $100 \text{ W}$  de calor hacia un ambiente a  $27 \text{ °C}$  con un  $h = 10 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . El transformador es un cubo de arista  $a = 10 \text{ cm}$ . En estado estacionario determine:

- La temperatura superficial del transformador.
- Si se le adhieren 24 aletas de aluminio de  $(6 \times 6 \times 0,2 \text{ cm}^3)$  ¿cuál será la nueva temperatura superficial del transformador? Suponga que  $h$  prácticamente no cambia al adicionar las aletas.
- Calcule la máxima y la mínima temperatura que experimentan las aletas.

**PROBLEMA 4:** Un cable de alta tensión está conformado por varios materiales dispuestos concéntricamente alrededor de un conductor de cobre. Cuando se hace circular cierta intensidad de corriente ( $I$ ) a través del cable se genera calor por efecto Joule, de histéresis y por corrientes parásitas, no solo en el conductor sino también en otras capas, alcanzándose en estado estacionario un perfil de temperatura de equilibrio, resultante de la transferencia de calor con los alrededores. Para un cable típico, la temperatura no debe sobrepasar el límite de los  $85 \text{ °C}$ .

Para facilitar el estudio de la transferencia de calor, en nuestro caso, el cable se simplificará de acuerdo al esquema mostrado abajo: 3 capas (conductor, dieléctrico y aislante).

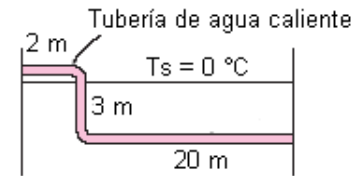
El cable está enterrado a una profundidad de  $1 \text{ m}$  medido desde su centro hasta la superficie del suelo ( $k_{\text{suelo}} = 0,5 \text{ W/m K}$ ). Suponga que el ambiente está a  $25 \text{ °C}$  y que el coeficiente convectivo aire-suelo es muy elevado. En estado estacionario determine la máxima intensidad de corriente que puede transportar el cable sin sobrepasar su temperatura límite.



	Conductor	Dieléctrico	Aislante
Diámetro (cm)	4	6	7
$k \text{ (W/m K)}$	401	2	0,5
Calor generado (W)	$Q_c = I^2 R_e$ $R_e = 5 \times 10^{-3} \Omega/\text{m}$	$Q_d \approx \text{despreciable}$	----

**PROBLEMA 5:** Agua caliente a una temperatura promedio de  $80^\circ\text{C}$  ( $h=200\text{ W/m}^2\text{ K}$ ) y a una velocidad promedio de  $1,5\text{ m/s}$  fluye por una tubería de acero comercial ( $k=43\text{ W/m K}$ ) de  $5\text{ cm}$  de diámetro externo, espesor  $1\text{ cm}$  y  $25\text{ m}$  de largo. El tubo se extiende  $2\text{ m}$  en el aire ambiente arriba del piso, se hunde verticalmente en el suelo ( $k=1,5\text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$ ) una distancia de  $3\text{ m}$  y sigue en forma horizontal a esa profundidad por  $20\text{ m}$  más antes de entrar al siguiente edificio. La primera sección del tubo está expuesta al aire ambiente a  $T_a = 8^\circ\text{C}$ , con un coeficiente de transferencia de calor de  $22\text{ W/m}^2\text{ K}$ .

Si la superficie del suelo está cubierta con nieve a  $0^\circ\text{C}$ , determine en estado estacionario el flujo de calor total que pierde el agua caliente en su recorrido.



**PROBLEMA 6:**

Durante un incendio los troncos de algunos robles secos ( $k = 0,163\text{ W/m}\cdot\text{K}$  y  $\alpha=1,28\times 10^{-7}\text{ m}^2/\text{s}$ ) que están inicialmente a una temperatura uniforme de  $30^\circ\text{C}$  se exponen a gases calientes a  $520^\circ\text{C}$  durante un período de  $6\text{ h}$ , con un coeficiente de transferencia de calor de  $65\text{ W/m}^2\text{ K}$  sobre su superficie. Considerando los troncos de los árboles secos como barras cilíndricas largas con diámetro de  $20\text{ cm}$ , con un punto de ignición de  $410^\circ\text{C}$ , determine si se encenderán al ser barridos por el fuego.

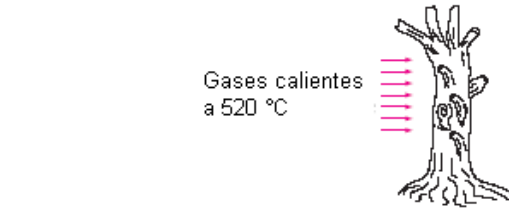
Si la tierra originalmente estaba a  $25^\circ\text{C}$  (uniforme) y el incendio se puede modelar como una elevación repentina de la temperatura superficial hasta unos  $450^\circ\text{C}$  ¿estará a salvo el topo de los efectos del incendio al cabo de las  $6\text{ horas}$ ?

Huyendo del fuego, un topo se interna en la tierra ( $\alpha=1,4\times 10^{-7}\text{ m}^2/\text{s}$ ) hasta una profundidad de  $1\text{ m}$ .



**PROBLEMA 7:**

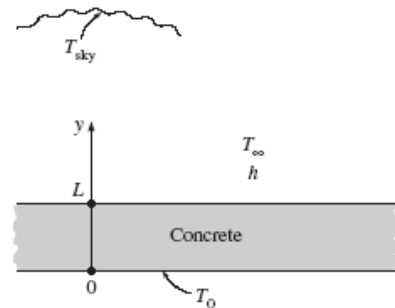
Dos tubos de hierro fundido ( $k = 52\text{ W/m}\cdot^\circ\text{C}$ ) de  $3\text{ m}$  de largo,  $0,4\text{ cm}$  de espesor y  $10\text{ cm}$  de diámetro que conducen vapor de agua están conectados entre sí por medio de dos bridas de  $1\text{ cm}$  de espesor cuyo diámetro exterior es de  $20\text{ cm}$ . El vapor fluye en el interior del tubo a una temperatura promedio de  $200^\circ\text{C}$  con un coeficiente de transferencia de calor de  $180\text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ . El coeficiente de transferencia de calor externo es de  $25\text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$



- a) Si se descartan las bridas, determine la temperatura promedio de la superficie exterior del tubo ( 3 puntos).
- b) Compare las pérdidas de calor hacia el ambiente con y sin bridas (4 puntos).

**PROBLEMA 8:**

El techo de la casa consta de una losa de concreto de  $0,8\text{ ft}$  de espesor ( $k = 1,1\text{ Btu/h}\cdot\text{pie}\cdot^\circ\text{F}$ ) que tiene  $25\text{ ft}$  de ancho y  $35\text{ ft}$  de largo. La emisividad de la superficie exterior del techo es de  $0,8$  y se estima que el coeficiente de transferencia de calor por convección es  $3,2\text{ Btu/h}\cdot\text{pie}^2\cdot^\circ\text{F}$ . En una noche clara de invierno el aire ambiente está a  $50^\circ\text{F}$ , en tanto que la temperatura del cielo nocturno para la transferencia de calor por radiación es de  $310^\circ\text{R}$ . Si la temperatura de la superficie interior del techo es  $T_0 = 62^\circ\text{F}$ , determine la temperatura de la superficie exterior y la velocidad de pérdida de calor a través del mismo cuando se alcanza las condiciones estables de operación.



**PROBLEMA 9** A través de un tubo de acero comercial de  $3/4\text{ in}$  de diámetro nominal, catálogo 40, fluye vapor de agua con una calidad de  $98\%$  a una presión de  $20\text{ psia}$  y una velocidad de  $3\text{ ft/s}$ . El coeficiente de transferencia de calor del fluido interno es  $1000\text{ BTU/hr ft}^2\cdot^\circ\text{F}$ . Una película de sedimento en la superficie interior agrega una resistencia térmica de  $1\text{ hr ft}^2\cdot^\circ\text{F}/\text{BTU}$ . Estimar la pérdida de calor por pie de longitud del tubo si:

- a) El tubo está desnudo.
- b) Si el tubo está cubierto por una capa de aislante de magnesita al  $85\%$  y de  $2\text{ in}$  de espesor.

Para ambos casos suponer que la conductancia por unidad de superficie exterior es de  $2\text{ BTU/hr ft}^2\cdot^\circ\text{F}$  y que la temperatura del ambiente es  $70^\circ\text{F}$ . Estimar también en ambos casos el cambio de calidad por  $10\text{ ft}$  de longitud del tubo.

Datos adicionales: a  $20\text{ psi}$ ,  $T_{\text{sat}} = 227,96^\circ\text{F}$ ;  $h_f = 196,26\text{ BTU/lbm}$ ;  $h_g = 1156,4\text{ BTU/lbm}$ ;  $v_f = 0,016830\text{ ft}^3/\text{lbm}$ ;  $v_g = 20,09\text{ ft}^3/\text{lbm}$ .

**PROBLEMA 10:** Los animales de sangre caliente mantienen su temperatura interna superior a la del ambiente en virtud de que su metabolismo produce energía. Un modelo muy crudo plantea que los animales pueden aproximarse a esferas con una fuente distribuida de energía térmica por unidad de volumen uniforme, y que el calor en su interior se transfiere exclusivamente por conducción con conductividad térmica constante y uniforme ( $k = 10 \text{ W/mK}$ , valor característico del tejido animal).

En líneas de lo expuesto anteriormente, se desea determinar cómo influyen las características del recubrimiento de cada animal sobre la transferencia de calor al ambiente. Para ello, se seleccionan tres animales diferentes y se modelan como esferas de 10 cm radio: una rata (piel prácticamente desnuda), un armadillo (coraza externa rígida de 0.5 cm de espesor y  $k = 2 \text{ W/mK}$ ) y un puerco espín (espinas sobre su superficie externa que pueden suponerse como cilindros de 5 cm de largo y 1 mm de diámetro, aproximadamente, una relación 25 espinas/cm<sup>2</sup> y  $k = 2 \text{ W/mK}$ ).

Si se supone que la generación de calor es la misma para los tres animales seleccionados ( $\dot{q} = 4000 \text{ W/m}^3$ ) y que están expuestos al mismo ambiente ( $T_\infty = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $h = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), determine la máxima temperatura que alcanzan cada uno de ellos y discuta la efectividad de su mecanismo de transferencia de calor. ¿Qué opinión le merece el modelo propuesto? ¿Podría mejorarlo?

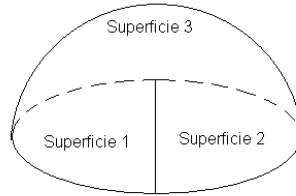
**PROBLEMA 11:** Se van a colocar en un autoclave latas cilíndricas llenas de espinacas ( $D = H = 12 \text{ cm}$ ) a fin de esterilizarlas con vapor a  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $h$  muy elevado). Si la temperatura inicial de las latas y su contenido es de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , determine:

- ¿Cuánto tiempo deben permanecer en el autoclave a fin de asegurar que la temperatura del punto más frío esté a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
- ¿Qué cantidad de calor habrá que suministrar a cada lata?

Datos para la espinaca:  $k = 0,7 \text{ W/m K}$ ;  $\rho = 1200 \text{ kg/m}^3$ ;  $C_p = 400 \text{ J/kg K}$ .

**PROBLEMA 12:** La siguiente figura muestra una superficie hemisférica (3) de radio 1 m que cubre completamente a las superficies (1) y (2) ( $A_1=A_2$ ) con las cuales intercambia calor por radiación. Suponiendo que todas las superficies se comportan como grises, opacas y difusas, en estado estacionario, determine:

- El calor neto por radiación de la superficie (1).
- La temperatura de la superficie (3).



Superficie	1	2	3
T (K)	1000	600	
$\epsilon$	0,35	1	refractaria

**NOTA:** Dibuje el esquema eléctrico indicando claramente todas las resistencias involucradas. Complete la siguiente tabla:

$F_{11} =$	$F_{21} =$	$F_{31} =$
$F_{12} =$	$F_{22} =$	$F_{32} =$
$F_{13} =$	$F_{23} =$	$F_{33} =$

**PROBLEMA 13:** Una superficie gris, opaca y difusa en forma de concha se usa para proteger una tubería que transporta un fluido de proceso caliente, tal como se muestra en la figura. La concha tiene un diámetro  $D_e = 60 \text{ mm}$  (espesor despreciable) y emisividades diferentes en el interior y el exterior, siendo éstas  $\epsilon_i = 0,01$  y  $\epsilon_e = 0,1$ , respectivamente. El tubo puede considerarse como una superficie negra de diámetro  $D_t = 20 \text{ mm}$  y la región entre éste y la concha está evacuada. La superficie exterior de la concha experimenta una transferencia de calor por convección con aire a  $T_i = 27 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $h = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) y por radiación con las paredes del cuarto donde está ubicada la tubería, las cuales se encuentran a  $T_p = 17 \text{ }^\circ\text{C}$ . Determine la temperatura de equilibrio de la concha si la temperatura del tubo es constante e igual a  $T_t = 480 \text{ }^\circ\text{C}$ .

