INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS QUÍMICA Y BIOQUÍMICA
SEMESTRE AGOSTO-DICIEMBRE 2006

Fenómenos de Transporte 2 (6W)
Docente: Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro

Tarea 1B – Perfiles de Temperatura

Fecha de entrega: **21-SEP-2006**

Problema 10B.1

Adaptado de Bird, Stewart & Lightfoot, "Transport Phenomena", second edition, 2001, Ed. Wiley.

Conducción de calor desde una esfera hacia un fluido estacionario

Una esfera de radio R se encuentra suspendida en un fluido estacionario. Se desea estudiar la conducción de calor en el fluido alrededor de la esfera en la ausencia de convección. La superficie de la esfera se mantiene a una temperatura constante T_R mediante calentamiento interno, mientras que el fluido a una gran distancia de la esfera tiene una temperatura T_∞.

(**A**) Encontrar la ecuación diferencial que describe la temperatura T del fluido circundante a la esfera como función de r, la distancia medida desde el centro de la esfera. La conductividad térmica del fluido es tomada como constante.

(**B**) Especificar las condiciones de frontera necesarias en este problema.

(**C**) Integrar la ecuación diferencial y aplicar las condiciones de frontera para encontrar el perfil de temperatura en el fluido.

Problema 11B.4

Adaptado de Bird, Stewart & Lightfoot, "Transport Phenomena", second edition, 2001, Ed. Wiley.

Conducción de calor en un cascarón esférico

Considerar un cascarón esférico de radios interno y externo R_1 y R_2 respectivamente. Una perforación se efectúa en el "polo norte" del cascarón al cortar el segmento cónico en la región $0 \leq \theta \leq \theta_1$. Una perforación similar se hace en el "polo sur" removiendo la porción comprendida en $(\pi - \theta_1) \leq \theta \leq \pi$. Las superficies interna y externa del cascarón se mantienen aisladas. La superficie expuesta en el agujero superior ($\theta = \theta_1$) se mantiene a una temperatura $T = T_1$, y la superficie expuesta en el agujero inferior ($\theta = \pi - \theta_1$) se mantiene a una temperatura $T = T_2$. Encontrar la distribución de temperatura en estado estable en el cascarón.

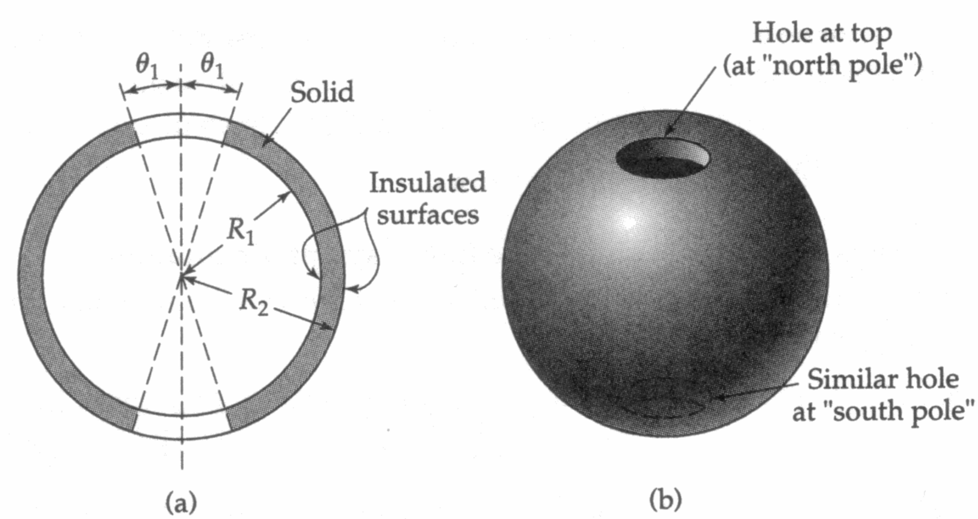


Fig. 11B.4. Heat conduction in a spherical shell: (*a*) cross section containing the *z*-axis; (*b*) view of the sphere from above.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS QUÍMICA Y BIOQUÍMICA
SEMESTRE AGOSTO-DICIEMBRE 2006

Fenómenos de Transporte 2 (6W)
Docente: Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro

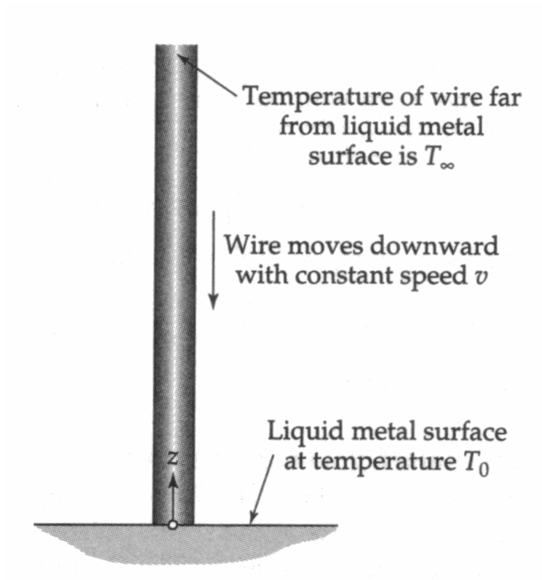
Tarea 1B – Perfiles de Temperatura
Fecha de entrega: **21-SEP-2006**

Problema 11B.5

Adaptado de Bird, Stewart & Lightfoot, "Transport Phenomena", second edition, 2001, Ed. Wiley.

Conducción axial en un alambre en movimiento

Un alambre de densidad constante ρ se mueve hacia abajo con velocidad v, entrando en un baño de metal líquido a una temperatura T_0. Se desea encontrar el perfil de temperatura $T(z)$. Asumir que $T \to T_\infty$ cuando $z \to \infty$, y que la resistencia a la conducción radial de calor se puede despreciar. También asumir que la temperatura del alambre es $T = T_0$ en $z = 0$. Asumir que las propiedades físicas del alambre son constantes.



(**A**) Demostrar que el perfil de temperaturas buscado está dado por:

$$T(z) = T_\infty + (T_0 - T_\infty)\exp\left(-\frac{\rho c_P v z}{k}\right)$$

(**B**) Encontrar el perfil de temperaturas en estado estable cuando el alambre no se mueve ($v = 0$), y cuando se introduce a una velocidad muy alta ($v \to \infty$).

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS QUÍMICA Y BIOQUÍMICA
SEMESTRE AGOSTO-DICIEMBRE 2006

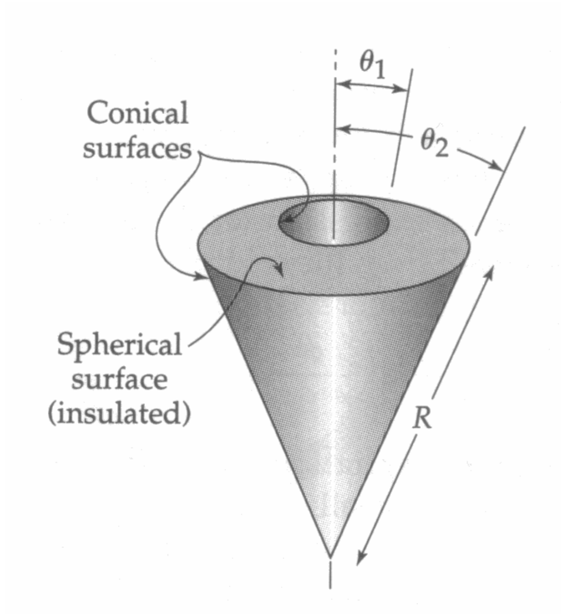
Fenómenos de Transporte 2 (6W)
Docente: Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro

Tarea 1B – Perfiles de Temperatura
Fecha de entrega: **21-SEP-2006**

Problema 11B.9
Adaptado de Bird, Stewart & Lightfoot, "Transport Phenomena", second edition, 2001, Ed. Wiley.

Conducción de calor en un sólido limitado por dos superficies cónicas

Un objeto sólido tiene la forma mostrada en la figura. Las superficies cónicas $\theta = \theta_1 =$ constante y $\theta = \theta_2 =$ constante se mantienen a temperaturas T_1 y T_2, respectivamente. La superficie esférica en $r = R$ está aislada. Para el caso de conducción de calor en estado estable, encontrar:



(**A**) la ecuación diferencial parcial que debe satisfacer el perfil de temperaturas $T(\theta)$.

(**B**) la solución general de la ecuación diferencial de (A), conteniendo dos constantes de integración.

(**C**) las expresiones para las dos constantes de integración.

(**D**) la expresión para el componente θ del vector de densidad de flujo de calor.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE DURANGO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS QUÍMICA Y BIOQUÍMICA
SEMESTRE AGOSTO-DICIEMBRE 2006

Fenómenos de Transporte 2 (6W)
Docente: Dr. Carlos Francisco Cruz Fierro

Tarea 1B – Perfiles de Temperatura
Fecha de entrega: **21-SEP-2006**

Problema 11B.14

Adaptado de Bird, Stewart & Lightfoot, "Transport Phenomena", second edition, 2001, Ed. Wiley.

Calentamiento transitorio de una esfera

Una esfera de radio R y difusividad térmica α se encuentra inicialmente a una temperatura uniforme T_0. Para $t > 0$, la esfera se sumerge en un baño de agua con agitación mantenido a temperatura constante $T_1 > T_0$. La temperatura dentro de la esfera es entonces función de la distancia radial r y del tiempo t. Un estudiante de ingeniería química encuentra que la solución a este problema está dada por:

$$\frac{T - T_0}{T_1 - T_0} = 1 + 2\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \left(\frac{R}{n\pi r}\right) \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi r}{R}\right) \exp\left(-\frac{\alpha n^2 \pi^2 t}{R^2}\right)$$

Se desea verificar que esta es en realidad la solución buscada.

(**A**) Simplificar la ecuación de conservación de la energía térmica para encontrar la ecuación diferencial que describe este proceso de calentamiento. Listar todas las suposiciones necesarias para la simplificación. No se pide que se resuelva la ecuación.

(**B**) Demostrar que la solución propuesta satisface la ecuación diferencial de (A).

(**C**) Demostrar que se cumple la condición de frontera en $r = R$.

(**D**) Demostrar que T es finito cuando $r = 0$.