



Termodinámica (LFIS 224)

Licenciatura en Física

Profesor: J.R. Villanueva

e-mail: jose.villanueva@uv.cl

Tarea 9

1. Dos depósitos de calor con $T_1 = 325$ K y $T_2 = 275$ K se ponen en contacto mediante una varilla de hierro de 200 m de longitud y 24 cm^2 de sección transversal. Calcular el flujo de calor entre los depósitos cuando el sistema alcanza el estado estacionario. La conductividad térmica del hierro a 25°C es $0.804 \text{ W}/(\text{cm K})$.
2. Supongamos que a través de la pared de un cilindro hueco de radio interior R_1 y de radio exterior R_2 tiene lugar el fenómeno de conducción de calor a una velocidad constante \dot{Q} . Las temperaturas en las caras interior y exterior de la pared son T_1 y T_2 , respectivamente. Demostrar que para un cilindro de longitud L y conductividad térmica κ , la diferencia de temperaturas entre las dos caras de la pared es

$$T_1 - T_2 = \frac{\dot{Q}}{2\pi L\kappa} \ln \frac{R_2}{R_1}.$$

3. A través de un aislante cilíndrico, de radio exterior R_2 , que envuelve una conducción de vapor, de radio exterior R_1 , existe radialmente un flujo de calor hacia afuera. La temperatura de la superficie interior del aislante es T_1 y la de la otra superficie es T_2 . ¿A qué distancia radial, del centro de la conducción, es la temperatura exactamente la semisuma?
4. Suponga que en una esfera hueca de radio interior R_1 y exterior R_2 tiene lugar la conducción del calor a una velocidad constante \dot{Q} . La temperatura de la cara interior de la esfera es T_1 y en la exterior T_2 . Demostrar que para una conductividad térmica constante κ , la diferencia de temperaturas entre las dos caras es

$$T_1 - T_2 = \frac{\dot{Q}}{4\pi\kappa} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right).$$

5. El espacio anular situado entre dos capas esféricas concéntricas, de radios 0.05 y 0.15 m, respectivamente, está relleno de carbón. Cuando se suministra energía a la velocidad de 10.8 W en estado estacionario a un calentador situado en el centro se origina una diferencia de temperatura de 50°C entre las esferas. Calcular la conductividad térmica del carbón.
6. Una pared, mantenida a temperatura constante t_w , se recubre con una capa de material aislante de espesor x y de conductividad térmica κ . La parte exterior del aislamiento está en contacto con el aire a la temperatura t_a . El calor se transmite por conducción a través del aislamiento y por convección natural en el aire.

- (a) Demostar que, en estado estacionario,

$$\frac{\dot{Q}}{A} = v(t_w - t_a),$$

siendo v el *coeficiente global de transmisión de calor*, dado por

$$\frac{1}{v} = \frac{x}{\kappa} + \frac{1}{h}.$$

(b) ¿Cómo se determina t , la temperatura de la superficie exterior del aislamiento?

7. El aire situado sobre la superficie de un lago de agua dulce está a la temperatura T_a , mientras que el agua se encuentra en su punto de solidificación T_i ($T_a < T_i$). Al cabo de un tiempo τ se ha formado una capa de hielo de espesor y . Suponiendo que el calor liberado cuando el agua solidifica fluye hacia arriba por conducción a través del hielo y luego pasa al aire por convección natural, demostrar que

$$\frac{y}{h} + \frac{y^2}{2\kappa} = \frac{T_i - T_a}{\rho l} \tau,$$

siendo h el coeficiente de convección por unidad de área, que se supone constante mientras se forma el hielo, κ es la conductividad térmica del hielo, l su calor de fusión y ρ la densidad.

(Indicación: La temperatura T de la superficie superior del hielo es variable. Suponer que el hielo tiene un espesor y y que en el tiempo $d\tau$ se forma un espesor dy .)

8. La temperatura de funcionamiento de un filamento de Wolframio es 2460 K, y su coeficiente de absorción es 0.35. Calcular el área de la superficie del filamento de una lámpara de 100 W.
9. El Sol, por sus características de radiador, puede asimilarse a un cuerpo negro a la temperatura $T_{\odot} = 6200$ K.
- Determinar la energía, en Joule, que irradia por m^2 y por segundo, y la potencia total si $R_{\odot} = 6.96 \times 10^8$ m.
 - ¿A qué longitud de onda λ_m y frecuencia ν_m corresponde el máximo de intensidad?
 - Desde la Tierra el Sol se presenta como un disco cuyo diámetro aparente es $\alpha = 32'$. Calcular la constante solar (energía por centímetros cuadrados y por minuto, por encima de la atmósfera terrestre), y la energía que absorbe, por segundo, 1 m^2 de un cuerpo colocado en la Tierra, cuyo poder absorbente es $A = 0.85$ y considerando que la atmósfera transmite el 65% de la radiación.
 - Con las condiciones indicadas en (c) ¿qué temperatura alcanza el cuerpo en el equilibrio (supuesto despreciables las pérdidas de calor por conducción y por convección), y cuál es la longitud de onda λ'_m en que la energía que emite el cuerpo es máxima?
10. Un cuerpo negro se mantiene a 1000 K. Determinar:
- La energía total que irradia por hora y m^2 hacia el vacío.
 - La longitud de onda λ_m y frecuencia ν_m en que la energía emitida por este cuerpo es máxima.
 - La energía que emite el cuerpo por segundo en todas direcciones en una banda de longitudes de onda que está comprendida en el intervalo $\lambda_m \pm 1\text{\AA}$.
11. Calcular la presión total que ejerce la radiación en la proximidad inmediata a la superficie radiante.
12. Una esfera de cobre, maciza y ennegrecida, de radio 0.02 m, está colocada en un recinto en el que se ha hecho vacío y cuyas paredes se mantienen a 100°C . ¿En cuánto tiempo desciende la temperatura de 103 a 102°C ? ($c_p = 3.81 \text{ kJ/kg K}$; $\rho = 8.93 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$)