

Guía N°6

Temperatura y calor

Problema 1. Convertir las siguientes temperaturas a lecturas en:

(a) °Celsius: 100 °F, 451 °F, -10 °F, -80 °F, 0K, 70K, 400K.

(b) °Fahrenheit: 24 °C, 37 °C, -19 °C, -273 °C, 0K, 70K, 400K.

(c) Kelvin: 102 °C, -110 °C, 85 °F, 550 °F.

_____ o _____

Problema 2. ¿A qué temperatura tendrán el mismo valor numérico los siguientes pares de escalas:

(a) Fahrenheit y Celsius,

(b) Fahrenheit y Kelvin,

(c) Celsius y Kelvin?

_____ o _____

Problema 3. En un termómetro de alcohol en vidrio, la columna de alcohol tiene 8.50 *cm* de longitud a 0 °C y 35.55 *cm* a 70 °C. ¿Cuál será la temperatura si la columna tiene una longitud de a) 10.2 *cm* y b) 25.55 *cm*?

_____ o _____

Problema 4. ¿Cuál de las escalas de temperatura (Celsius, Fahrenheit, Kelvin) tiene el intervalo de unidad más pequeño?

_____ o _____

Problema 5. Una carretera de concreto se construye con placas de 11 *m* de longitud a 20 °C. ¿De qué ancho deben ser las ranuras de expansión entre las placas para evitar torcimiento si la temperatura máxima estimada es de 45 °C?. ¿Cuál es el ancho de las ranuras de expansión cuando la temperatura es de -20 °C?

_____ o _____

Problema 6. Para obtener un ajuste seguro, los remaches suelen ser más grandes que el agujero en el que se introducen y se enfrían (por lo general en hielo seco) antes de colocarse.

(a) Se va a colocar a 20 °C un remache de acero de 1.871 *cm* de diámetro en un agujero de 1.869 *cm* de diámetro. ¿A qué temperatura se debe enfriar el remache para que pueda pasar por el agujero?

(b) Se va a colocar un remache de aluminio en un aeroplano. Si el diámetro de un orificio es de 20 *mm*: ¿cuál debe ser el diámetro del remache a 20 °C si su diámetro es igual al del orificio cuando el remache se enfría a -78 °C, temperatura del hielo seco?

_____ o _____

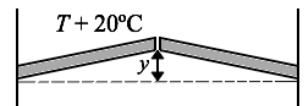
Problema 7. Se construye un termómetro empleando un capilar de 0.4 mm de diámetro en el que hay una columna de mercurio que a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ mide 2 cm . Suponiendo que el coeficiente de dilatación lineal vale $\alpha = 61 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ en el intervalo ($0 \text{ }^\circ\text{C}$, $100 \text{ }^\circ\text{C}$) y despreciando la dilatación del vidrio,

(a) ¿Cuánto mediría la columna a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ si el mercurio fuera sólido? ¿Cuánto mide, teniendo en cuenta que es líquido? ¿Es esto suficiente para hacerlo legible?

(b) Suponga ahora que en el extremo inferior del capilar hay una pequeña esfera que contiene 0.5 cm^3 de mercurio, ¿cuánto medirá en ese caso la columna de mercurio a $100 \text{ }^\circ\text{C}$?

_____ o _____

Problema 8. El tramo superior de un puente de 250 m de largo se realiza con dos tramos de concreto de 124.995 m cada uno un día de $0 \text{ }^\circ\text{C}$, dejando una luz de 1 cm para compensar por dilatación ($\alpha_{\text{concreto}} = 12 \times 10^{-6} \text{ 1/ }^\circ\text{C}$).

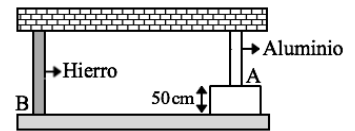


(a) ¿A qué T los tramos están en contacto?

(b) ¿Cuál es la altura y a la que se elevará (ver Figura) si la T es $20 \text{ }^\circ\text{C}$ mayor que la calculada en a)?

_____ o _____

Problema 9. La plataforma de la figura es horizontal y está apoyada en 2 columnas; una de **Aluminio** y otra de **Hierro**. Determine las longitudes de las barras a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ para que la plataforma permanezca horizontal a cualquier temperatura, sabiendo que la diferencia de nivel entre los puntos A y B es de 50 cm y que $\alpha_{\text{hierro}} = 12 \times 10^{-6} \text{ 1/ }^\circ\text{C}$ y $\alpha_{\text{aluminio}} = 24 \times 10^{-6} \text{ 1/ }^\circ\text{C}$.



_____ o _____

Problema 10. Un reloj cuyo péndulo efectúa una oscilación en 2 segundos, marca exactamente el tiempo cuando la temperatura es de $25 \text{ }^\circ\text{C}$. La varilla del péndulo es de acero y su momento de inercia puede despreciarse frente al de la lenteja.

(a) ¿Cuál es la variación relativa de la longitud de la varilla cuando se enfría hasta $15 \text{ }^\circ\text{C}$?

(b) ¿Cuántos segundos por día adelantará o retrasará el reloj a $15 \text{ }^\circ\text{C}$?

_____ o _____

Problema 11. Una rueda maciza de hierro de 23.4 kg y 0.45 m de radio gira con respecto a su eje central en cojinetes sin fricción, con una velocidad angular de $\omega = 32.8 \text{ rad/seg}$. Si su temperatura se eleva de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $80 \text{ }^\circ\text{C}$, ¿cuál será el cambio fraccionario de ω ?

_____ o _____

Problema 12. ¿Cuántas calorías se necesitarán para elevar la temperatura de 3 kg de aluminio desde $20 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta $50 \text{ }^\circ\text{C}$?

_____ o _____

Problema 13. ¿Cuál es el calor específico de un metal, si se necesitan 135 kJ de calor para elevar la temperatura de 5.1 kg de metal de $20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $30 \text{ }^\circ\text{C}$?

_____ o _____

Problema 14. Un trozo de hierro que pesa 30 lb se saca de un horno de recocido y se temple introduciéndolo en un depósito que contiene 100 libras de aceite a una temperatura de $72 \text{ }^\circ\text{F}$. La temperatura del aceite llega a $116 \text{ }^\circ\text{F}$. El calor específico del aceite es de 0.45 BTU por libra $^\circ\text{F}$. Desprecie la capacidad calorífica del depósito y las pérdidas de calor al medio ambiente. Calcule la temperatura del horno de recocido.

_____ o _____

Problema 15. La capacidad calorífica específica c de una sustancia está dada por la ecuación empírica $c = a + bt^2$, en la que a y b son constantes y t representa la temperatura en grados centígrados.

(a) Calcule la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de una masa m de sustancia desde $0 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta $t \text{ }^\circ\text{C}$.

(b) ¿Cuál es el calor específico medio de la sustancia en el intervalo de temperaturas comprendido entre $0 \text{ }^\circ\text{C}$ y $t \text{ }^\circ\text{C}$?

(c) Compare éste con el verdadero calor específico que corresponde a la temperatura media entre $0 \text{ }^\circ\text{C}$ y $t \text{ }^\circ\text{C}$.

_____ o _____

Problema 16. Se calientan tachas de cobre, cada una con una masa de 1 g , a una temperatura de $100 \text{ }^\circ\text{C}$. ¿Cuántas tachas se deben agregar a 500 g de agua inicialmente a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ para que la temperatura final de equilibrio sea de $25 \text{ }^\circ\text{C}$? (*Despreciar la capacidad calorífica del contenedor*).

_____ o _____

Problema 17. Una bala de plomo de masa 5 g , que se mueve con una velocidad de 70.993 m/s , choca contra el blanco y queda en reposo. ¿Cuál sería la elevación de temperatura de la bala, si no hubiera pérdidas por el calor que pasa al medio?

_____ o _____

Problema 18. A temperaturas muy bajas, en la proximidad del cero absoluto, el calor específico de los sólidos está dado por la ecuación de Debye

$$c = kT^3$$

siendo T la temperatura absoluta o temperatura Kelvin y k , una constante, distinta para cada sustancia.

(a) Calcule el calor necesario para elevar la temperatura de una masa m de un sólido desde 0 K hasta 10 K .

(b) Determine el calor específico medio en el intervalo de temperaturas comprendido entre 0 K y 10 K .

(c) Calcule el verdadero calor específico a la temperatura de 10 K .

_____ o _____

Problema 19. Cuando un trozo de hierro de 290 g a $180\text{ }^\circ\text{C}$ se coloca en un calorímetro de aluminio de 100 g con 250 g de glicerina a $10\text{ }^\circ\text{C}$, la temperatura final es de $38\text{ }^\circ\text{C}$. ¿Cuál es el calor específico de la glicerina?.

_____ o _____

Problema 20. Si 0.05 kg de hielo a $0\text{ }^\circ\text{C}$ se añade a 0.3 kg de agua a $25\text{ }^\circ\text{C}$ en un vaso de calorímetro de 0.1 kg hecho de aluminio, ¿qué temperatura final tendrá el agua?.

_____ o _____

Problema 21. ¿Cuánto tarda una cafetera de 600 W en hacer llegar al punto de ebullición a 0.6 litros de agua que inicialmente estaban a $8\text{ }^\circ\text{C}$?. Suponga que la cafetera está fabricada con 360 gramos de aluminio.

_____ o _____

Problema 22. Se debe transportar un hígado de 0.6 kg , inicialmente a $30\text{ }^\circ\text{C}$, cuyo calor específico es de $3500\text{ J/kg}^\circ\text{C}$. Se lo rodea de 4 kg de hielo que estaba inicialmente a $-5\text{ }^\circ\text{C}$. ¿Cuál es la temperatura de equilibrio?.

_____ o _____

Problema 23. En un recipiente aislado térmicamente se mezclan 20 g de vapor de agua a $110\text{ }^\circ\text{C}$ y 100 g de hielo a $-5\text{ }^\circ\text{C}$. Despreciando la interacción con el recipiente, determine la temperatura final de la mezcla.

_____ o _____

Problema 24. Dos cuartos comparten una pared de ladrillos de 12 cm de grosor, pero están aislados en las demás paredes. Cada cuarto es un cubo de 4 m de arista. Si el aire de uno de los cuartos está a $10\text{ }^\circ\text{C}$ y el del otro a $30\text{ }^\circ\text{C}$, ¿cuántas bombillas eléctricas de 100 W se necesitarán tener encendidas en el cuarto más caliente para mantener la misma diferencia de temperatura?.

_____ o _____

Problema 25. Una olla de cobre contiene 0.8 litros de agua hirviendo y cuando se le entrega calor el agua se evapora totalmente en 10 minutos. Suponiendo que todo el calor se transmite a través del fondo plano de cobre de 15 cm de diámetro y 3 mm de espesor y que no hay pérdidas de calor por las otras caras de la olla, ¿cuál será la temperatura en la parte exterior del fondo de cobre cuando todavía queda algo de agua en ella?. $K_{cu} = 400\text{ W/mK}$.

_____ o _____

Problema 26. Una bombilla de 100 W genera 95 W de calor, que se disipan a través del bulbo de vidrio, que tiene un radio interno de 3 cm y un espesor de 1 mm . ¿Cuál es la diferencia de temperatura entre las superficies interna y externa del vidrio? (*Suponga el bulbo esférico*).

_____ o _____

Problema 27. Un tubo de agua caliente de 6 cm de radio esta rodeado por lana de vidrio de 0.5 cm de espesor. El tubo conduce agua a 82 °C pasando por un sótano donde la temperatura es de 15 °C. ¿Cuál es la pérdida de calor por metro de tubo?.

————— ○ —————

Problema 28. Una batisfera es un dispositivo que se utiliza para explorar las profundidades del mar. En primera aproximación a modelamos como un cascarón esférico de aluminio, cuyos radios interno y externo son 2 m y 2.33 m respectivamente. Si se usa en un lugar del mar donde la temperatura del mar es de 3 °C,

(a) ¿qué potencia debe tener el calentador en el interior para mantener una temperatura de 15 °C si se desprecia la convección en la pared exterior?

(b) ¿qué potencia debe tener el calentador en el interior si la convección del agua es $h=25\text{W}/\text{m}^2\text{K}$?

(c) Si aislamos la batisfera recubriéndola con fieltro, y sabemos que el ocupante produce 100 W de potencia térmica, ¿de qué espesor debe ser el fieltro para no necesitar encender el calentador?

————— ○ —————

Problema 29. Un horno panadero se realiza con paredes de ladrillo refractario ($k = 0.5 \text{ W}/\text{mK}$) de 0.5 m de espesor. En la pared interior del horno se alcanzan temperaturas de hasta 500 °C. Considerando que la temperatura ambiente es de 25 °C, y que el coeficiente de convección del aire libre es de $20 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$, ¿cuál será la temperatura de la superficie externa de la pared del horno?

————— ○ —————

Problema 30. Se desea calcular la calefacción para una habitación cuadrada de 25 m² cuyas paredes están hechas con ladrillos aislantes de 15 cm de espesor y que tiene un cielorraso de pino de 4 cm de espesor a una altura de 4 m. El cuarto tiene una ventana de vidrio de 2 m² y 4 mm de espesor y se supone el piso muy bien aislado de modo que se desprecian las pérdidas por el mismo.

(a) Calcule cuántas calorías debe brindar un calefactor por segundo para sostener una temperatura interior de 20 °C si la temperatura exterior es de 0 °C.

(b) ¿Cómo varía este resultado si el cielorraso se cubre con una capa de lana de vidrio de 1 cm de espesor?

(c) ¿Y si además se utilizara en la ventana un vidrio doble agregando otro vidrio idéntico separado del original por una capa de aire de 0.5 cm de espesor?.

————— ○ —————

Problema 31. La conductibilidad térmica de todas las sustancias varía algo con la temperatura. Supongamos que la conductibilidad térmica de una cierta sustancia está dada por la ecuación

$$K = K_0 (1 + aT)$$

donde a es una constante y T la temperatura en grados centígrados.

(a) Deduzca la ecuación de la corriente calorífica a través de una lámina plana de esta sustancia, de área A y espesor L cuando las temperaturas de sus caras opuestas son T_1 y T_2 .

(b) Calcule la temperatura en el plano medio comprendido entre las caras de la lámina, si $T_1 = 100 \text{ °C}$ y $T_2 = 0 \text{ °C}$, $a = 0.02 (\text{°C})^{-1}$.

————— ○ —————

Problema 32. La estrella Sirio B tiene 25000 K de temperatura y $6 \times 10^{25} W$ de luminosidad. Suponiendo que es un emisor perfecto, estime su radio.

_____ o _____

Problema 33. Un atleta está dentro de un vestidor cuyas paredes oscuras están a una temperatura de 15 °C. Estime su tasa de pérdida de calor por radiación, suponiendo que la temperatura de la piel del atleta es de 34 °C y que $e = 0.70$. Considere que el área superficial del su cuerpo es de $1.5 m^2$.

_____ o _____

Problema 34. *Mostrar que el balance de la energía que procede del Sol e incide sobre la Tierra y la energía que abandona la Tierra, conduce a la siguiente expresión que relaciona las temperaturas de la Tierra y el Sol:

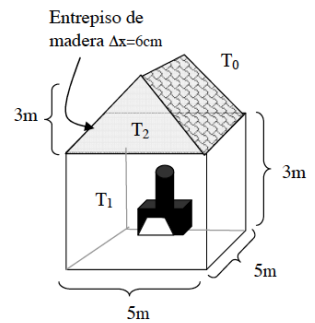
$$T_T^4 = (1 - \sigma_{refl}) T_S^4 \frac{R_S^2 e_S}{4D^2 e_T}$$

En la ecuación anterior T_T es la temperatura de la Tierra, T_S la temperatura del Sol, R_S el radio del Sol, D la distancia Sol-Tierra, $e_{S,T}$ es la emisividad del Sol y la Tierra respectivamente y σ_{refl} la fracción de radiación reflejada principalmente por las nubes.

Calcular la temperatura de la Tierra si $T_S = 5800 K$, $R_S = 6.96 \times 10^8 m$, $D = 1.5 \times 10^{11} m$, $e_S = 0.965$, $e_T = 0.612$ y $\sigma_{refl} = 0.3$.

_____ o _____

Problema 35. Se construye una casa con altillo según se indica en la figura. Las paredes externas son de ladrillo de 30 cm de espesor. El techo es de tejas por fuera (2 cm de espesor) y tiene por dentro una capa de fibra de vidrio de 10 cm de espesor. El entrepiso es de pino y tiene 6 cm de espesor. La temperatura exterior media en invierno es de 10 °C y, para calefaccionar toda la casa, en la planta baja se ha instalado una salamandra. Despreciando la pérdida calorífica por el piso, puertas y ventanas, como así también el mecanismo de convección:



(a) Se desea que en la planta alta la temperatura sea de 22 °C. ¿Cuál deberá ser la temperatura ambiente en la planta baja?

(b) ¿Qué potencia deberá entregar la salamandra para mantener las condiciones de temperatura deseada? Justifique.

(c) Considerando que la salamandra es de hierro fundido (emisividad = 0.81), y tiene una superficie de $2 m^2$, ¿cuál será la temperatura que deberá alcanzar la misma? $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} W/m^2 K^4$. Datos: $K_{ladrillo} = 0.81 W/Km$, $K_{madera} = 0.13 W/Km$, $K_{tejas} = 0.07 W/Km$, $K_{fibradevidrio} = 0.03 W/Km$

_____ o _____

Problema 36. Considere el problema de un caño de agua caliente de plástico ($K = 0.3 W/m^{\circ}C$) 1/2 pulgada (1 mm de espesor) que está en el exterior de una vivienda (15 metros lineales), y por el cual circula agua a una temperatura de 80 °C. Como promedio representativo de la temperatura exterior considere en invierno un valor de 8 °C. Calcule la pérdida calorífica en 1 día, si deja el caño solo o si lo envuelve con una funda de poliuretano ($K = 0.023 W/m^{\circ}C$) de 1 cm de espesor. Considere la contribución del mecanismo de conducción y de convección ($h = 10 W/m^2 \text{ }^{\circ}C$). **Ayuda:** Considere flujo estacionario a través del poliuretano y a través de la sección de convección. Esta situación es análoga a pared múltiple. Deberá calcular un H_1 y H_2 donde obtendrá una expresión para la temperatura en la superficie del aislante (que no es $T_{exterior}$!) y el reemplazo en H_1 o H_2 le permitirá obtener H .

_____ o _____

Problema 37. Considere un muro compuesto por dos capas cuyas características son las siguientes: *Capa 1*: espesor 0.4 m , conductividad: $k_1 = 0.9(1 + 0.006T)$ [W/mK]. *Capa 2*: espesor 0.05 m , conductividad: $k_2 = 0.04\text{ W/mK}$. Dicho muro se encuentra sometido a un flujo solar en la cara exterior de 300 W/m^2 . Esta cara se encuentra en contacto con aire a $40\text{ }^\circ\text{C}$ (Coeficiente convectivo exterior: $10\text{ W/m}^2\text{K}$). La cara interior se encuentra en contacto con aire a $20\text{ }^\circ\text{C}$ (Coeficiente convectivo interior: $5\text{ W/m}^2\text{K}$).

Calcule:

- (a) El flujo de calor por unidad de área que atraviesa el muro.
- (b) La temperatura en las dos superficies extremas y en la interfase entre las dos capas.

————— o —————

Problema 38. Usted es un detective y es llamado a la escena de un crimen, arribando a las $10 : 23\text{ pm}$, donde entra en contacto con el cuerpo de la víctima e inmediatamente se pone a trabajar. Al tomar la temperatura, la lectura es de $26.7\text{ }^\circ\text{C}$. Tras chequear el termostato programable de la habitación, nota que la temperatura ha permanecido constante a $20\text{ }^\circ\text{C}$ durante los últimos 3 días. Tras juntar más evidencia de la escena del crimen, a las $11 : 23\text{ pm}$ toma nuevamente la temperatura del cuerpo la cual arroja el valor de $25.8\text{ }^\circ\text{C}$. Las personas relacionadas con la víctima aseguran que no acusaba enfermedad ni fiebre. Asumiendo que la temperatura de su cuerpo era de $36.5\text{ }^\circ\text{C}$, brinde una estimación para la hora de la muerte.

————— o —————

Problema 39. Se extrae un objeto de un horno que está a $300\text{ }^\circ\text{C}$ y pasados 10 min está a $100\text{ }^\circ\text{C}$. Si la temperatura ambiente es de $25\text{ }^\circ\text{C}$,

- (a) ¿cuánto tiempo más habrá que esperar para poder tomarlo con las manos? ($T = 50\text{ }^\circ\text{C}$)
- (b) Si el objeto cambiara su forma tal que duplicara su área, ¿cuánto tiempo pasará hasta que se pueda tomar con las manos desde el momento que se extrae del horno? *Nota: tenga en cuenta que la constante de enfriamiento está relacionada con los mecanismos de transferencia de calor.*