|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **­­­­Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas**  **Departamento de Tecnología Industrial y Servicios** | | | |
| **Materia: ÓPTICA Y CALOR** | **Código: 3.3.007** | |  |
| **Guía de Actividades de Formación Práctica Nro 11**  **Nombre:** DILATACIÓN- CONDUCCIÓN DEL CALOR  **Unidad (es) a la que corresponde la guía:** UNIDAD DIDÁCTICA Nº 11.-12-13 | | | |
| **Tipo de Actividad de Formación Práctica** | | **Ejercicios que contribuyen** | |
| Formación Experimental de Laboratorio | |  | |
| Formación Experimental en Campo | |  | |
| Problemas Tipo o Rutinarios | | x | |
| Problemas Abiertos de Ingeniería | |  | |
| Proyecto y Diseño | |  | |
| Sistematización de aspectos teóricos relacionados | |  | |
| **Bibliografía sugerida:**  Básica   * Tipler, Paul Allen. Física para la ciencia y la tecnología . 4a ed. Barcelona : Reverté, c2001.  Código de Biblioteca: 53/T548a. * Resnick, Robert y Halliday, David. Física; 3a ed. México, D.F.: CECSA, 1993. Código de Biblioteca: 53/R442. * Sears, Francis W. y Zemansky, Mark W. y Young, Hugh D.. Física universitaria; 6a ed. en español Delaware : Addison Wesley Iberoamericana, 1988. xxi, 1110 p. Código de Biblioteca: 53/S566b. * Alonso, Marcelo y Finn, Edward J.. Física; . Buenos Aires: Addison Wesley Iberoamericana, 1992. 969 p. Código de Biblioteca: 53/A459a.   **Complementaria**   * Hecht, Eugene y Zajac, Alfred. Optica; . México, D.F. : Addison Wesley Longman, 1998. 586 p.  Código de Biblioteca: 535/H33. * Mauldin, John H.. Luz, láser y óptica; Madrid : McGraw Hill, 1992. 390 p. Serie McGraw Hill de divulgación científica. Código de Biblioteca: 535/M416. * Frank, Nathaniel H.. Introducción a electricidad y óptica; México, D.F: Grijalbo, 1958. 365 p.  Código de Biblioteca: 537/F766. * Greco, Francisco I.. Calor y principios de la termodinámica; 2a ed. Buenos Aires: Nueva Librería, 1981. 498 p. Código de Biblioteca: 536/G754a. * Agrawal, Govind P.. Fiber-optic communication systems; 3rd ed. New York : J. Wiley and Sons, 2002. xviii, 546 p. Wiley series in microwave and optical engineering.  Código de Biblioteca: 621.391/A277a. | | | |
| **Objetivo de la guía:**  Que el alumno aprenda las leyes que rigen la dilatación lineal, superficial y volumétrica de los sólidos como así también se introduzca en el fenómeno de transmisión del calor por conducción en estado estacionario. | | | |

**Nota**: Utilizar los datos contenidos en las tablas al final de la guía en los problemas en que sea necesario.

**Dilatación en sólidos**

**Ejercicio 11-1.**

¿Un puente de acero tiene una longitud de 100 m. Si está construido con una estructura única y continua, ¿cuánto variará su longitud desde los días más fríos del invierno (-30 º C) hasta los días más calurosos del verano (40 º C)?

**Ejercicio 11-2.**

Un reloj con péndulo de latón marcha correctamente a cierta temperatura.

1. ¿Con qué precisión es necesario controlar la temperatura si el reloj no ha de adelantar ni atrasar más de 1 segundo por día? ¿Depende de la respuesta el período del péndulo?
2. ¿Adelantará o retrasará el reloj al aumentar la temperatura?

**Ejercicio 11-3.**

Un agrimensor usa una cinta métrica de acero que tiene 50.000m de largo a 20 º C. ¿Qué longitud tiene en un día de verano en el que la temperatura es de 35 º C?

Si con la misma cinta del ejercicio anterior se mide una distancia de 35.794m cuando la temperatura es de 35 º C. ¿Cuál será la distancia real?

**Ejercicio 11-4**

Se va a rayar una cinta métrica de acero cuyo coeficiente de dilatación lineal es 11x10-6 °C (entre 0°C y 100°C) para que los intervalos de milímetro tengan una precisión de 0.001 mm a 20°C. Determinar la máxima variación de la temperatura permisible.

**Rta:** 90.91°C.

**Ejercicio 11-5**

¿Qué luz debe dejarse en los extremos de rieles de un puente de acero de 50 m de longitud a 25 °C, si la máxima y la mínima temperatura que sufrirán será de 70 a -10°C. El coeficiente de dilatación longitudinal es a = 11x10-6 + 5x10-9 t para dicho acero. Analizar el peso de cada término del coeficiente a en el cálculo.

**Rta:** Dlmáx=2.53 cm, luzmáxima = 2 Dl (el segundo término introduce un error menor que el 2%).

**Ejercicio 11-6.**

Si un área medida sobre la superficie de un cuerpo sólido es A0 a cierta temperatura inicial y cambia en ΔA cuando la temperatura cambia en ΔT, demuestre que:

ΔA = (2α) A0 ΔT

**Ejercicio 11-7.**

**11-7** Demostrar que, si despreciamos las cantidades notablemente pequeñas, el cambio en volumen de un sólido al dilatarse debido a un aumento de la temperatura ΔT está dado por:

ΔV = (3α) V0 ΔT

donde α es el coeficiente de dilatación lineal.

**Ejercicio 11-8.**

¿Qué se dilata más porcentualmente?

1. ¿una esfera maciza o una hueca?
2. ¿el radio o la longitud de un cilindro de pared delgada?
3. ¿un disco de radio R o un agujero de igual radio?

**Rta:** en todos los casos las dilataciones porcentuales correspondientes son iguales.

**Ejercicio 11-9**

En una lámina de latón se taladra un orificio de 1 pulgada de diámetro a una temperatura de 20 º C ¿Cuál es el diámetro del orificio cuando la temperatura de la lámina se eleva a 200 ºC? Admítase que el coeficiente de dilatación permanece constante.

**Ejercicio 11-10**

Los remaches de aluminio utilizados en la construcción de aviones se fabrican a 20 °C al introducirlos se los lleva a la temperatura de “hielo seco” (-78 °C) logrando un ajuste perfecto con un orificio de superficie S a dicha temperatura. Si el coeficiente de dilatación volumétrica del aluminio se mantiene constante entre -78 °C y 20 °C calcular el diámetro con el que deben fabricarse los remaches.

**Rta:** 

**Ejercicio 11-11.**

Una esfera de vidrio de 20.04 cm de radio descansa sobre un aro de aluminio de 20 cm de radio, de manera que no puede caer a través de él. Despreciando el espesor del alambre calcular cuánto debe elevarse la temperatura para que la esfera pase a través del aro. bvidrio = aaluminio = 3 x 10-5 °C-1

**Ejercicio 11-12.**

a) La relación entre la densidad r, la masa m y el volumen V es:

r = m/V.

Demostrar que:

b = - 1/r ( Jr/JT)

b) La densidad de la sal gema entre -193 ºC y –13 ºC viene dada por la fórmula empírica:

r = 2.1680 x (1 – 11.2x10-5t – 0.5x10-7 t-2)

Calcular b a –100 ºC.

**Ejercicio 11-13.**

Demostrar que, si se eleva la temperatura de un cuerpo sometido a presión hidrostática sin permitirle dilatarse, el aumento de presión es:

DP = B b Dt

Suponiendo constantes y positivos el módulo de compresibilidad B y el coeficiente medio de dilatación cúbica b.

**Dilatación en líquidos**

**Ejercicio 11-14.**

Demostrar que cuando la temperatura de un líquido en un barómetro cambia en una cantidad ΔT, y la presión es constante, entonces la altura h cambia por:

Δh = β η ΔT

en donde β es el coeficiente de expansión volumétrica.

**Ejercicio 11-15.**

Un frasco de vidrio de 1l se llena hasta el borde de alcohol a 10 º C. Si la temperatura aumenta hasta 30 º C. ¿Cuánto alcohol se derramará del frasco?

**Ejercicio 11-16.**

La caldera y cañerías de un sistema de calefacción por losa radiante contiene 100m3 de agua a 20 °C ¿Qué volumen mínimo debe tener el tanque de expansión si el agua utilizada para calefaccionar se eleva a 90 °C ( suponer que la caldera y la cañería no se dilatan)

**Rta:** Vmin= 3.5m3.

**Ejercicio 11-17.**

Un tanque de acero de 0.1m3 está lleno de alcohol a 20°C. ¿Cuál será la presión que debe soportar si la temperatura se eleva a 60 °C? Calcular para los casos:

a) se dilata todo el alcohol

b) se dilatan ambos

**Rtas:** aalcohol = 75x10-5 (1/°C), kalcohol = 11.8 x 10-5 (1/atm), a tanque= 8.6 x10-5 (1/°C)

1. Dpa = 254.24 atm
2. Dp=242.03atm

**Conducción del calor**

(1)

(2)

(1)

2 cm

30 cm

2 cm

**Fig. 1**

**Ejercicio 11-18.**

Calcular el coeficiente de conducción total de la pared compuesta de la figura 1 donde (1) es de yeso y (2) de ladrillo hueco.

¿Qué espesor de amianto tiene el mismo coeficiente? (considerar que h amiento-aire = h yeso-aire).

**Rta**. 22.41 cm.

**Ejercicio 11-19.**

Para la pared plana de la figura 2 se dan como datos: el material (2) es hormigón, t1 = 20 °C, t3 = 0 °C, la cantidad de calor que se transmite es:

3 cm

15 cm

(1)

(2)

t1

t2

t3

**Fig. 2**



Calcular:

1. el material (1)
2. la temperatura t2

**Rtas**: el material puede ser madera, t2 =11.08 °C.

**Ejercicio 11-20.**

En un cilindro de hierro de radio R1 = 5cm y R2 = 10cm, el gradiente de temperatura para r = 7 cm es de 100 °C/m. Calcular:

1. la cantidad de calor por unidad de tiempo y de longitud que el cilindro transmite a régimen permanente.
2. Trazar el diagrama de temperatura si t2 = 0 °C.
3. Calcular el radio para el cual:

****

**Rta:** a) 2419 kcal/mh. b) t1 = 4.85 °C ( en el gráfico), c) R = 7.07 cm

**Ejercicio 11-21.**

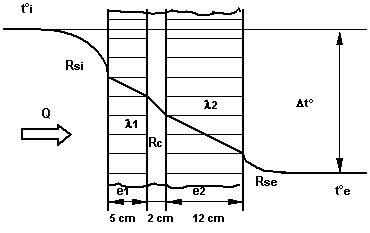
Una esfera de cristal de R1 = 5cm y R2 = 10cm tiene para r = 9 cm un gradiente de 100 °C/m. Calcular a régimen permanente:

1. t1 si t2 = 0°C
2. la temperatura para r = (R1x R2) 1/2

**Rtas.** 3.31°C .

**Ejercicio 11-22.**

Calcular la resistencia térmica total de un muro, formado por mampostería de 12 cm de espesor, una cámara de aire de 2 cm y un panderete de mampostería de 5 cm interior.



**Fig. (problema 22)**

**Rta:** 21 cal/ m2.h.C

**Ejercicio 11-23**

Calcular la cantidad de calor que fluye a través de una lámina de aluminio de 2 mm de espesor, si la diferencia de temperatura es de 20 °C. Resuelva por unidad de área.

**Rta:** 49 cal/s.

**Ejercicio 11-24**

Se tiene un recipiente cúbico de vidrio de 1 m ² de superficie en sus 6 caras, calcular la temperatura final si entrega 80 Kcal/h y su temperatura inicial es de 20 °C.

**Rta:** 21.18 C

**Ejercicio 11-25**

Según Normas IRAM el K de un ladrillo en una pared de 30 cm de espesor es de 1,62 kcal/m ². h.°C, entonces hallar el coeficiente de conductividad termina de una mampostería de 1 m ² y luego el flujo de calor para una variación térmica de 1 °C.

**Rta:** λ = 0,00135 cal/cm.s.°C, b) = 0,45 cal/s

**Ejercicio 11-26**

Se tiene un termotanque de 0,5 m de diámetro, 1,2 m de altura y una aislación térmica de espuma de poliestireno de 2 cm de espesor; calcular:

a) La cantidad de calor necesaria para elevar su temperatura en 20 °C.

b) Si se desea mantener una temperatura interior de 60 °C y la temperatura media exterior es de 20 °C, calcular las pérdidas de calor hacia el exterior.

c) Calcular el rendimiento del equipo.

d) Calcular el gas consumido anualmente para cubrir las pérdidas.

**Rta:** a) 4710 kcal., b) 29,96 kcal/h, c) R = 50,65 %, d) 13,93 m ³/año.

**Ejercicio 11-27**

a) El mecanismo de conducción por radiación es el único que existe en vacío. La potencia emitida por un cuerpo a la temperatura absoluta T es:

P = s A e T4

Siendo:

s la constante universal de Stefan-Boltzman (5.67x10-8 J/sm2 K4), A el área, e el coeficiente de emisividad <1.

Calcular la pérdida de calor por radiación, por hora de un hombre desnudo en una habitación a 20 °C. El área de piel de un hombre es de 1.8m2, e hombre= e habitación =1 (no olvidar que el hombre absorbe la radiación de las paredes, también en proporción al área de su piel según la Ley de Stefan- Boltman). La temperatura de la piel se puede suponer de 34 °C. Comparar con la producción metabólica de un hombre que realiza una actividad liviana (400cal/hora)

b) el segundo mecanismo que se produce en fluidos es la convección, que consiste en un movimiento circulatorio en el fluido como consecuencia de la disminución de la densidad con la temperatura. ¿será más rápido un piso o un cielorraso radiante para uniformizar la temperatura de una habitación con este tipo de calefacción?

1. en cuanto a la conducción, si se supone que una frazada tiene un coeficiente de 0.1J/msK, qué espesor deberá tener, si cubre a un hombre dormido (metabolismo 70kcal/h) para que elimine el calor de metabolismo por conducción, si la habitación de halla a 10C?

**Ejercicio 11-27**

¿Qué cantidad de calor se perderá de un recipiente que contiene 500 cm ³ de agua a 70 °C durante 45´?. Si la temperatura ambiente es de 18 °C y el recipiente esta recubierto de poliestireno expandido de 9,52 mm de espesor. λ = 0,03 kcal/h.m.°C

**Rta:** 6,83 kcal

**Ejercicio 11-28**

Hallar la pérdida por convección en el siguiente caso:

T ° i = 70 °C

T °e = 10 °C

T °s = 25 °C

S = 1 m ²

t = 1 h

# Rta: 45,05 kcal

**tabla 1**

**Valores medios de los coeficientes de dilatación (a), de tensión (b) y de compresión (k) en condiciones normales**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **SUSTANCIA** | **a (1/°C)** | **b(1/°C)** | **K (1/atm)** |
| Hierro forjado | 36x10-6 |  | 0.69x10-6 |
| Cobre | 48x10-6 |  | 0.863x10-6 |
| Aluminio | 69x10-6 |  | 1.478x10-6 |
| Agua | 5x10-4 |  | 5x10-5 |
| Mercurio | 18x10-5 |  | 0.38x10-5 |
| Alcohol | 75x10-5 |  | 11.8x10-5 |
| Gases perfectos | 1/273 =3.6x10-3 | 1/273 =3.6x10-3 |  |

**Tabla 2**

**Coeficientes medios de dilatación lineal de algunos sólidos**

**als = a + b t**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **SUSTANCIA** | **RANGO DE TEMPERATURA** | **a (10-6/°C)** | **b (10-9/°C)** |
| Aluminio | 0-610 | 23.54 | 7.07 |
| Cobre | 10-90 | 15.94 | 10.20 |
| Iridio | 0-1750 | 6.697 | 1.16 |
| Plomo | 10-90 | 28.29 | 11.95 |
| Cinc | 10-90 | 29.69 | -6.35 |
| Bronce | 16-100 | 17.09 | 3.65 |
| Latón | 0-415 | 17.476 | 8.77 |

**Tabla 3**

**Coeficiente de dilatación absoluta de algunos líquidos**

**avl = a + bt + ct2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **SUSTANCIA** | **a (1/°C)** | **b (1/°C)** | **c (1/°C)** |
| Glicerina | 5.39x10-6 |  |  |
| Etanol | 1.04x10-3 | 1.57x10-6 | 5.15x10-6 |
| Mercurio | 181.16x10-6 | 11.55x10-9 | 21.18x10-12 |
| Agua | 5x10-4 |  |  |

**Tabla 4**

**Coeficiente de conductividad**

**en unidades prácticas (kcal/m °C hora)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Sustancia** | **l** |
| Aceite lubricante | 0.10 |
| Petróleo | 0.13 |
| Agua | 0.50 |
| Hielo | 1.50 |
| Madera normal a fibras | 0.15 |
| Madera, paralelo a fibras | 0.30 |
| Amianto | 0.19 |
| Ladrillo hueco | 0.28 |
| Ladrillos comunes | 0.35 |
| Ladrillos prensados | 0.45 |
| Hormigón | 0.65 |
| Pared de mampostería | 1.70 |
| Yeso | 0.37 |
| Revoque | 0.68 |
| Mármol | 2.50 |
| Cristal | 0.80 |
| Mercurio | 6.50 |
| Plomo | 30 |
| Hierro | 55 |
| Cinc | 95 |
| Latón | 75 |
| Aluminio | 175 |
| Cobre | 330 |
| Plata | 360 |
| Piedra pómez | 0.075 |
| Corcho aglomerado | 0.061 |
| Aserrín de madera | 0.055 |
| Magnesia | 0.051 |
| Lana de vidrio | 0.064 |
| Vidrio común | 0.060 |

Aire l = 0.01894 (1+0.00288t)

Vapor de agua: l = 0.01405 (1+0.00369 t)