



Física General III

Ayudantía 9

Elasticidad, Calorimetría y Gases ideales

El alumno una vez finalizado la guía debe ser capaz:

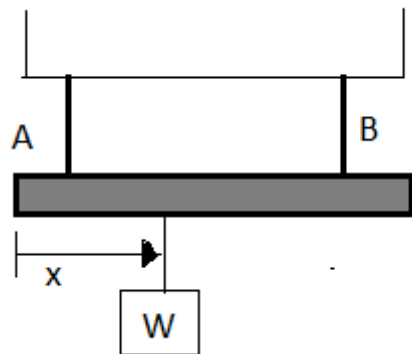
- Modelar y reconocer la validez de las expansiones que describen a un cuerpo sometido a Esfuerzos.
- Definir y reconocer los parámetros que describen las propiedades elasticidad: **Modulo de Young, Poisson, Corte y Volumétrico**.
- Desarrollar habilidades para el cálculo de tensiones y deformaciones en sistemas sencillos.
- Relacionar la expansión lineal con la temperatura.
- Reconocer variables termométricas y su relación con termómetros
- Reconocer y aplicar el concepto de calor en Balance de Energías, absorción y transferencia, para procesos de mezcla de estados de la materia y en su procesos de termalización

ELASTICIDAD

Problema 1.- Una barra rígida (indeformable) de longitud $L=1$ [m] y peso despreciable, está sostenida de sus extremos por alambres A y B de igual longitud, como se muestra en la figura. La sección transversal del alambre A es 2 mm^2 y su módulo de Young es de $2 \cdot 10^{11}$ [Pa]. La sección transversal del alambre B es 4 mm^2 y su módulo de Young es de $1 \cdot 10^{11}$ [Pa].

En qué posición “x” de la barra debe ser colgado un peso W con el objeto de producir:

- a) Esfuerzos iguales en ambos alambres
- b) Deformaciones iguales en ambos alambres.



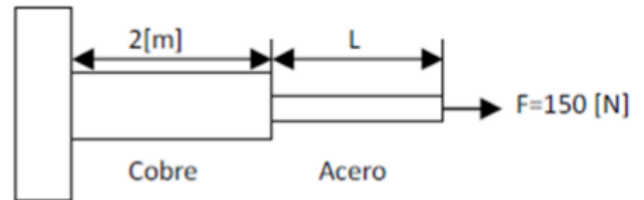
Problema 2.- Una barra de sección circular cilíndrica, de radio $R = 0,01$ [m] se coloca entre dos paredes rígidas separadas por una distancia $L = 1$ [m], exactamente igual a la longitud de la barra a 20 [°C]. Luego se eleva la temperatura hasta 100 [°C] manteniendo constante la distancia entre las paredes. Considere que en la barra el coeficiente de dilatación térmica lineal es $\alpha = 1 \cdot 10^{-6} \left[\frac{1}{^\circ\text{C}} \right]$ y el módulo de Young es $Y = 1 \cdot 10^{10} \left[\frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right]$.

- Calcule la fuerza que ejerce la barra sobre las paredes a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Se sabe que el esfuerzo crítico de pandeo (esfuerzo a la cual la barra se comienza a “doblar” debido al esfuerzo de compresión) es de $\sigma_{\text{critico}} = 1\text{ Mpa}$. Determinar la temperatura máxima a la cual se puede calentar la barra antes de que comience a presentarse el efecto de pandeo.

Problema 3.- Una barra compuesta de dos materiales, cobre y acero, se encuentra empotrada en un extremo, tal como se muestra en la figura. Esta barra es sometida a una fuerza axial de 150 [N] .

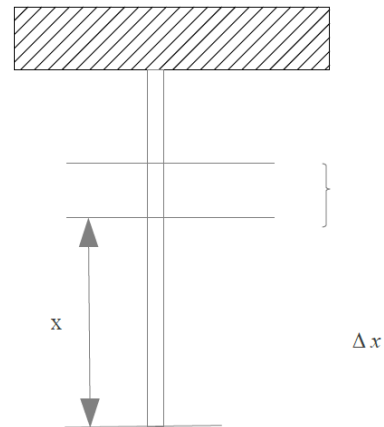
La sección transversal en la porción de cobre es de $2\text{ [cm}^2\text{]}$ y en la de acero es de $1\text{ [cm}^2\text{]}$. Los módulos de Young respectivos son $Y_{\text{cobre}} = 10^5\text{ [MPa]}$, $Y_{\text{acero}} = 2 \cdot 10^5\text{ [MPa]}$.

- Determine la longitud “L” de la porción de acero, para que los alargamientos de ambos tramos (acero y cobre) sean iguales.



- ¿Cuánto se alarga cada una de las barras?
- ¿Dónde se produce el mayor esfuerzo?

Problema 4.- Una cuerda de masa M, largo L y área de sección transversal A, se cuelga verticalmente desde el techo como se muestra en la figura.



- Explique por qué se alarga la cuerda y calcule su alargamiento.
- Calcule el alargamiento de la cuerda cuando se cuelga desde su extremo inferior un bloque de masa “M”
- Como cambia su resultado si todo el cuerpo está en un fluido?

Problema 5.- Considere una banda elástica de goma (constituido de polímeros) con las siguientes propiedades bajo esfuerzos:

$$\sigma = \frac{F}{A} = (Kk_B T) \left(\frac{L}{L_0} - \left(\frac{L_0}{L} \right)^2 \right)$$

Dónde: L_0 es la longitud natural, L es la longitud con una carga a temperatura ambiente T , k_B constante de Boltzman y K es una constante elástica.

Experimentalmente se encuentra que una banda de goma de 10 cm de largo, con un diámetro de 4 mm y a una temperatura 298 K se le suspende una masa de 0,2 kg, en equilibrio se encuentra que la longitud final es de 20 cm.

- Calcule la constante elástica de la goma con unidades y el esfuerzo de la masa sobre esta.
- Explique si al aumentar la temperatura la banda se expande o contrae. Cuidado, no confunda con el coeficiente de expansión lineal que es de $50 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ y recuerde que la masa del cuerpo es constante.
- Si la longitud natural a temperatura ambiente 296 K es $L_0 = 0,205 \text{ m}$ y soportando una masa M es $L_1 = 0,753 \text{ m}$ entonces, al aumentar la temperatura se encuentra que la longitud de la banda tiene una variación de 0,077 m. Entonces determine el cambio de temperatura.

CALORIMETRÍA

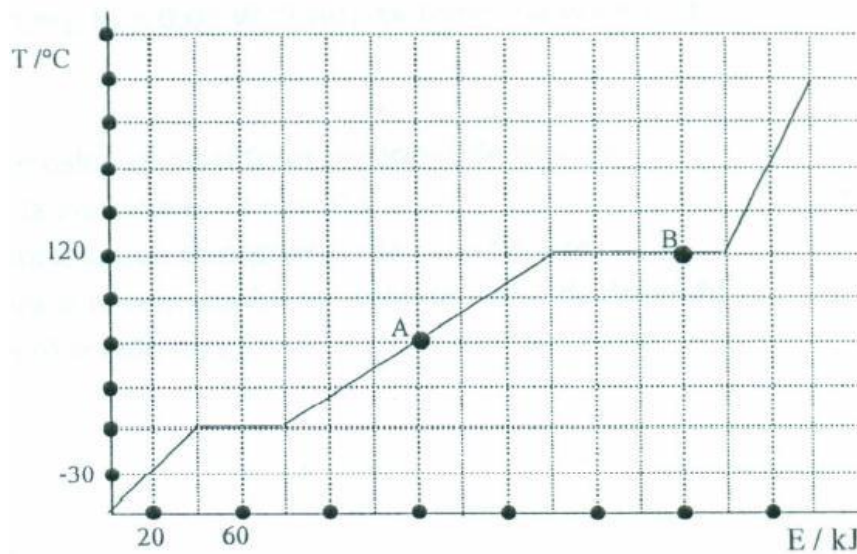
Problema 6.- Las barras de combustible nuclear de la central termonuclear de Fukushima emiten una potencia térmica total de 50 Mega Watt, y están sumergidas en un depósito abierto a la atmósfera que contienen 100 toneladas de agua. El sistema de refrigeración mantiene el líquido a una temperatura promedio de 40 [°C]. Si el sistema de refrigeración falla, a partir de ese momento (Dato: Calor Latente de Evaporación de agua = 2257 [kJ/kg]):

- Determine el tiempo en que el agua llega a la temperatura de ebullición (100[°C])
- Determine el tiempo que demora en evaporarse el 60% del agua, desde que comienza a hervir.

Problema 7.- En la gráfica adjunta se observa el comportamiento de 2 [kg] de una sustancia sometida a una fuente de calor externa.

- Determine el calor específico de la sustancia en su fase líquida y sólida
- Determine el calor latente de fusión.
- Explique qué sucede en el estado B y determine la temperatura de coexistencia de los diferentes estados de la materia. Además determine la razón entre las masas asociadas a cada

estado de la materia en B.



Problema 8.- Un calorímetro de cobre de 0,1 kg cuyo calor específico es de 0,386 J/grK contiene 0,16 kg de agua a una temperatura de 25°C

- Determine la cantidad de hielo cuya temperatura inicial es de -3°C, que debemos agregar al recipiente para tener en equilibrio agua con la mitad de la cantidad de hielo agregado.
- Si ahora tenemos solo el calorímetro con un kilogramo de hielo a temperatura inicial de 0°C y se introduce 0,75 kg de plomo a 225°C cuyo calor específico es de 0,13 J/gr K. Entonces determine la condición de equilibrio final: Temperatura y masa de agua.
- Si el cobre tiene una masa de 63,6 gr/mol y el plomo 207 gr por mol, demuestre que el calor específico molar del cobre y del plomo son muy similares: $\approx A R$. Determine aproximadamente el valor de A.
- De c) se demuestra que los calores específicos del cobre y plomo son aproximadamente a $A R$, además se puede demostrar que la energía interna de los sólidos se puede aproximar por la expresión: $U(T) = 3 a R / (e^{a/T} - 1)$, donde T es la temperatura. Entonces demuestre que el calor específico del sólido es:

$$C_v(T) = 3a^2 R e^{a/T} / T^2 (e^{a/T} - 1)^2$$

Encuentre el valor límite de $C_v(T)$ para $a/T \gg 1$ (baja T)