



OLIMPIADA ARGENTINA DE FÍSICA 2002

EXAMEN LOCAL



PRUEBA TEÓRICA

El examen de realizarse teniendo en cuenta las siguientes pautas:

- El examen debe estar resuelto en tinta.
- Todo cálculo debe estar hecho en la hoja.
- Las resoluciones deben ser claras y prolijas.
- Todas las hojas deben tener nombre, apellido y curso.
- Cada problema debe ser resuelto en hojas separadas.
- Todos los problemas deben tener el planteo correspondiente.
- Lea atentamente todo el enunciado del problema antes de comenzar a resolverlo.

PROBLEMA 1: VELOCIDAD CONTROLADA

Para detectar los excesos de velocidad, un policía emplea un instrumento que emite pulsos de ultrasonido (que se propagan en el aire con velocidad de 340m/s) cada 0,005 segundos. Al llegar al auto, éstos rebotan y vuelven al instrumento. El equipo está montado sobre un móvil policial que se encuentra estacionado a un costado de una avenida.

En determinado instante, un automóvil pasa a 80km/h, siendo la velocidad máxima de la avenida por la que circula de 60km/h.

- Si cuando el auto se encuentra alejándose del patrullero a 30 metros se emite un pulso, ¿cuánto tarda en recibir de vuelta el mismo?**
- ¿Cada cuánto tiempo recibirá un pulso?**

Supongamos que la situación descrita anteriormente se repite pero ahora el móvil policial marcha a 60km/h por la avenida en el mismo sentido que el infractor.

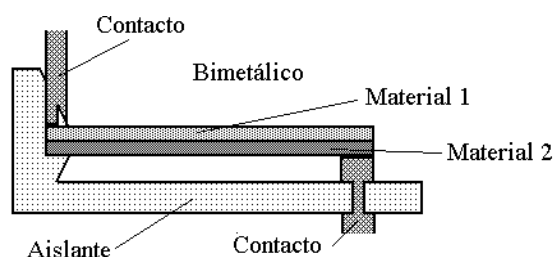
- ¿Cada cuánto tiempo debería recibir ahora los pulsos?**
- ¿Y si marchan en sentidos contrarios?**

En lugar de emplear pulsos de ultrasonido el dispositivo también podría utilizar sonido de frecuencia perfectamente definida de 42kHz. De esta forma, el sonido “rebotaría” contra el automóvil y el aparato registraría una frecuencia diferente.

- Si el auto marcha a 80km/h y el móvil policial se encuentra detenido, ¿qué frecuencia debería medirse en el aparato al recibir la onda reflejada en el auto?**

PROBLEMA 2: CONSTRUYENDO UN BIMETÁLICO

Se desea construir un bimetálico formado por dos láminas planas de cobre y hierro soldadas entre ellas por una de sus caras de forma tal que a 25°C la lámina permanece plana (como muestra la figura). El mismo será empleado en una llave térmica, cuya función es interrumpir el paso de corriente cuando la que circula por ella supera un cierto valor límite I_L . Para ello se aprovecha la



dilatación térmica producida por el aumento de la temperatura de acuerdo a la corriente que atraviesa el bimetálico.

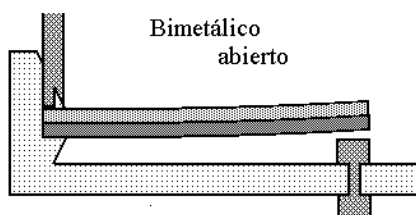
a. ¿Cuál debería ser el cobre y cuál el hierro? Justifique.

Supongamos que se alimenta un circuito de corriente continua cuya tensión es de 220V. La llave térmica debe funcionar en un circuito que a plena carga requiere una potencia de 4750W. Si se desea que la presencia de la llave térmica no altere en más de 0,02% la resistencia total del circuito.

b. Determine la máxima resistencia máxima que podría tener el bimetálico.

La resistencia del bimetálico, a 25°C, es la cuarta parte de la calculada en el punto b). A 25°C cada metal tienen una longitud (a) de 25mm y un ancho (b) de 0,8mm como muestra la figura.

c. Estime el espesor de cada metal (c_1 y c_2) sabiendo que el del cobre es cuatro veces menor al del hierro.



Si aumenta la temperatura, la lámina se curva formando un arco circular. Para abrir el circuito, el arco circular del bimetálico debe formar un ángulo de aproximadamente 2°15'.

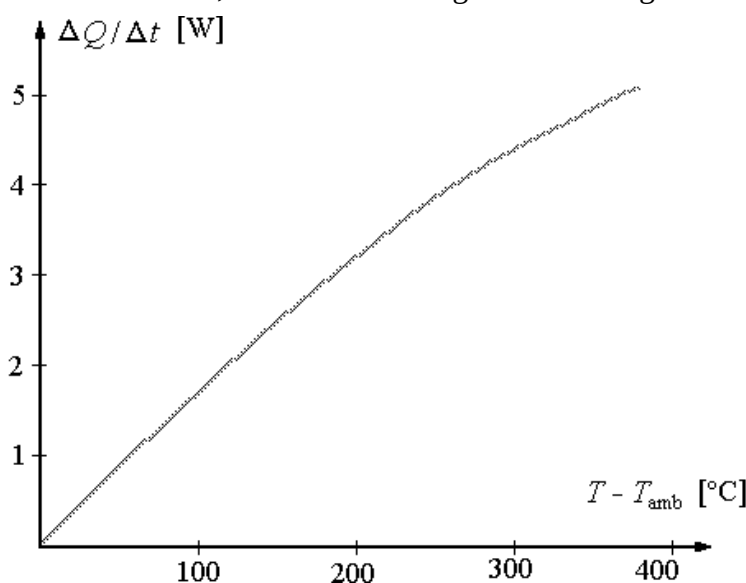
d. Calcule la temperatura a la que el circuito se abre.

La resistencia R de un metal varía con la temperatura T de acuerdo a la expresión:

$$R(T) = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)]$$

donde R_0 es la resistencia a temperatura T_0 y α es el coeficiente térmico de la resistividad que depende del material.

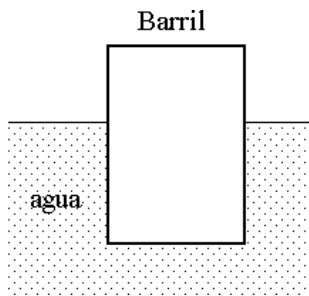
La disipación de calor de este bimetálico depende, según la diferencia entre la temperatura del mismo y la temperatura ambiente, como muestra el gráfico de la figura.



e. Estime el valor de corriente I_L circula por el bimetálico para que abra el circuito cuando la corriente eléctrica a la temperatura calculada en c).

Datos de los materiales del bimetálico		
Propiedad	Cobre (Cu)	Hierro (Fe)
Coef. de dilatación lineal [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]	0,000019	0,000012
Resistividad [$\Omega \cdot \text{cm}$]	$1,68 \cdot 10^{-6}$	$9,7 \cdot 10^{-6}$
Coef. térmico de la resistividad [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]	0,004	0,006

PROBLEMA 3: BARRIL AL AGUA



Un tanque cilíndrico de chapa de peso 152N tiene un diámetro de 55cm y una altura de 90cm. Un caluroso día en que la temperatura ambiente es de 32°C y la presión atmosférica normal (101300Pa), a un trabajador portuario se le cae al río accidentalmente el recipiente cerrado y vacío, es decir, con aire en su interior, quedando como muestra la figura.

a. Calcular el volumen sumergido del recipiente.

La tapa inferior del tanque, cuya masa es de 2,25kg no estaba bien sujeta, con lo que al cabo de un tiempo, se desprende y queda el recipiente flotando como muestra la figura. Debido a un pequeño orificio a 50cm de la tapa inferior del tanque, comienza a salir aire del tanque manteniéndose el gas del interior a 32°C y a presión atmosférica y quedando el nivel de agua dentro del tanque, justo a nivel del orificio. Luego debido al peso del tanque, el gas se comprime isotérmicamente.

b. Calcule la altura sumergida ahora.

Una vez alcanzada esta altura, el aire ya no sale más del tanque, pero debido a que la temperatura del río es de 8°C, el gas en el interior comienza a enfriarse hasta alcanzar la temperatura del agua.

c. Determine la altura sumergida luego del enfriamiento.

Un pájaro cansado de volar decide reposar por un instante sobre la tapa libre del recipiente sumergiéndose ligeramente el barril. Luego continúa con su vuelo y el barril comienza a oscilar verticalmente.

d. Considerando que el gas en el interior se comprime y expande adiabáticamente, determine el período de la oscilación.

Ayudas:

- Un movimiento armónico simple está regido por la ecuación dinámica:

$$a = -\omega_0^2 x$$

donde a es la aceleración del cuerpo, ω_0 es la frecuencia angular del movimiento y x es la posición medida a partir de la posición de equilibrio.

- Si $x \ll 1$ la expresión se puede aproximar $(1+x)^\alpha \approx 1+\alpha x$

Datos: $g = 9,80\text{m/s}^2$ $\delta_{\text{agua}} = 1020 \text{ kg/m}^3$ $\delta_{\text{aire}} = 1,29 \text{ kg/m}^3$ (a 101300Pa y $T = 0^\circ\text{C}$)
 $\gamma_{\text{aire}} = 1,40$ $R = 8,31 \text{ J/K}\cdot\text{mol}$

