

OLIMPIADA ARGENTINA DE FISICA 2000

OAF 2000

PRUEBA TEÓRICA - 18 de Octubre de 2000

- Escriba su nombre en todas las hojas y enumere las mismas.
- Recuerde que no se puede utilizar calculadoras programables ni ningún otro material que no esté incluido en la prueba, aparte de los útiles de escritura.
- Antes de empezar a resolver un problema lea cuidadosamente TODO el enunciado del mismo.
- Ud. Dispone de 4 (cuatro) horas para realizar la prueba.

Nombre:

Número de hojas entregadas:

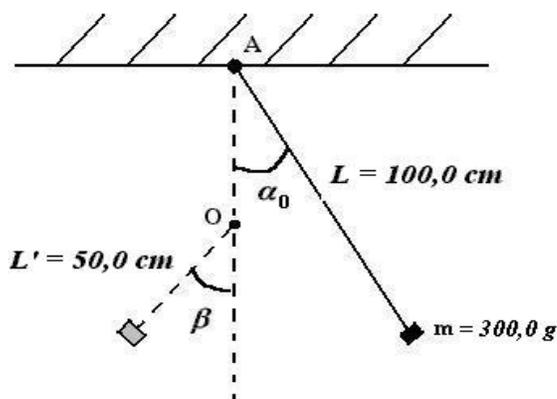
Problema: Herencia italiana

He heredado un reloj de péndulo que trajo mi bisabuelo hace muchos años y quisiera instalarlo en mi casa nueva. Está empotrado en una caja de madera que, en su parte posterior tiene algunas indicaciones de fábrica. Después de traducirlas puedo leer:

“Reloj fabricado en Roma, 1738. Su mecanismo consiste en un péndulo construido con un hilo especial muy delgado de 100,0 cm de longitud y una masa de 300,0 g. El hilo puede soportar una tensión de hasta 3,30 N”.

Para controlar el funcionamiento del reloj, libero la masa desde una amplitud inicial α_0 y encuentro que éste atrasa.

Como no quisiera cambiar la estructura del reloj, un amigo me sugiere interponer un obstáculo, O, sobre la vertical al punto de apoyo y 50 cm por debajo de éste, de manera de modificar el periodo total de oscilación. Me recomienda especialmente que no debe haber fricción entre el hilo del péndulo y el obstáculo al que podría considerar como un cilindro de radio muy pequeño. Para orientarme me hizo el siguiente diagrama:



Antes de realizar los cambios decido hacer algunos cálculos:

- Si colocara el obstáculo y volviera a dejarlo oscilar desde una amplitud inicial $\alpha_0 = 15^\circ$.
¿Cuál sería el ángulo $\beta_{\text{máx}}$ de máximo apartamiento de la vertical?
- Considerando que las amplitudes de oscilación son suficientemente pequeñas como para aceptar que el periodo de un péndulo sin obstáculo se calcula como $T = 2\pi (L/g)^{1/2}$,
¿cuál sería el nuevo período total de oscilación del péndulo modificado?
- ¿Cuál es el valor de la tensión en el hilo para ángulos $0 \leq \beta \leq \beta_{\text{máx}}$?**
- ¿Será posible la modificación sugerida dadas las condiciones especificadas de fábrica para el hilo? Justifique su respuesta por medio de cálculos.**

NOTA: La tensión sobre un hilo es el módulo de la fuerza F_T aplicada en ambos extremos del mismo como se muestra en la figura.



Problema: Fabricando fusibles

En la instalación eléctrica de una fábrica se utilizan fusibles hechos con un cierto material que soportan una corriente máxima de 10 A por encima de la cual este material se funde.

El fusible consiste en un alambre de longitud L y sección circular de 1 mm de diámetro. Se desea construir, con el mismo material, otro fusible, también de sección circular, y de la misma longitud que el anterior, que permita que circule una corriente de hasta 80 A.

¿Cuál debe ser el diámetro de este nuevo fusible para cumplir con la condición requerida?

NOTA:

1) Un alambre cilíndrico (como el del fusible) disipa hacia el ambiente una potencia, P , dada por la siguiente expresión:

$$P = k S (T_{\text{alambre}} - T_{\text{ambiente}})$$

Donde: * k es una constante (característica del material)

* S es la sección lateral del alambre (en contacto con el aire)

* T_{alambre} y T_{ambiente} son la temperatura del alambre y del ambiente, respectivamente.

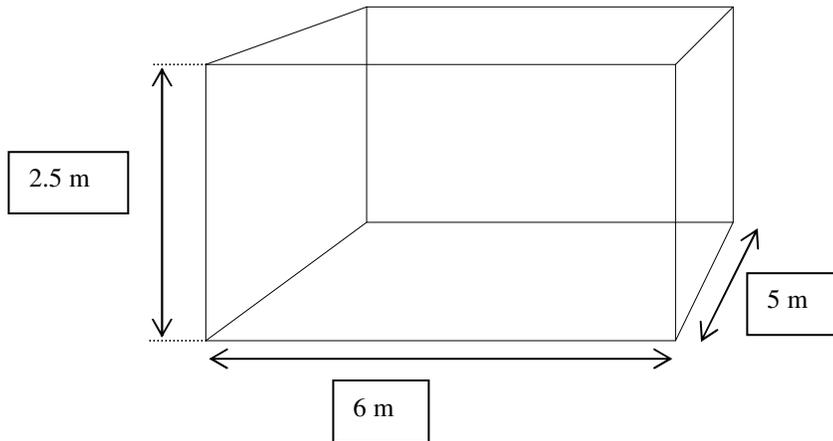
2) Recuerde que la resistencia de un conductor de longitud L y sección a está dada por la expresión:

$$R = \rho L/a$$

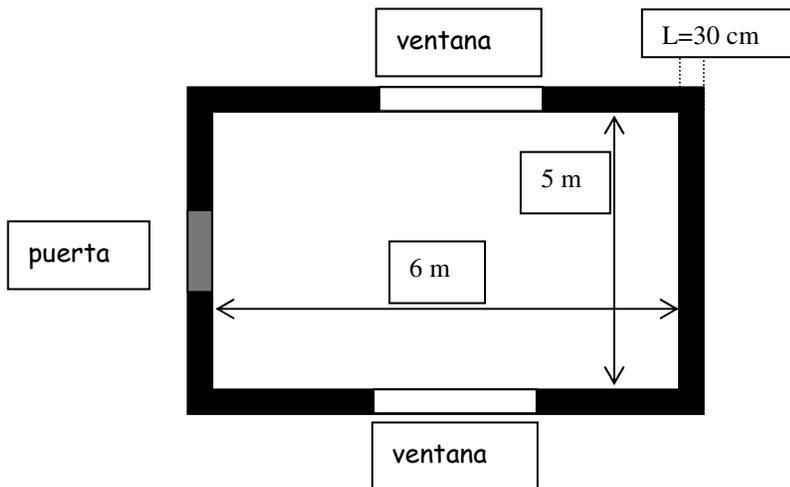
Donde ρ es la *resistividad* del material.

Problema: Vacaciones de Invierno

Todos los inviernos suelo ir a mi cabaña, la cual está ubicada en las montañas. La temperatura en esta estación del año suele ser muy baja. Debido a que gasto mucho combustible, este año quiero implementar un sistema automático de regulación de temperatura. Para optimizar el sistema, debo hacer unos estudios previos. Las dimensiones de la cabaña, idealizada por un paralelepípedo, se muestran en la figura 1.



Una imagen en planta de la misma se muestra en la figura 2.



Las ventanas están construidas de tal forma que tienen las mismas propiedades térmicas que las paredes y el techo de la cabaña (el piso es aislante del calor). El calefactor que tengo, entrega 10000 cal/h. El sistema está diseñado de manera tal que temperatura del aire dentro de la cabaña se homogeneiza casi instantáneamente. El día que

yo llego la temperatura dentro de la cabaña es de 0°C al igual que la temperatura del exterior. En lo que sigue, llamaré T a la temperatura del aire en el interior de la cabaña. Durante todo el tiempo en que realicé los estudios, la temperatura exterior se mantuvo constante, e igual a 0°C .

- a) Prendo el calefactor y me pregunto: **¿qué tiempo necesitaré esperar** para que el aire en el interior de la cabaña alcance una temperatura de 15°C , si las diferentes partes que componen la casa (paredes y techo) estuvieran fabricadas con materiales aislantes perfectos que no permiten la pérdida de calor?
- b) Mientras se calienta el aire en la cabaña, mido con un termómetro la temperatura (T) del mismo y registro su valor en función del tiempo. Puedo observar que en realidad, el aire tarda más tiempo en alcanzar la temperatura deseada, que el calculado en el ítem anterior. Los datos registrados se presentan en la tabla 1 y en la Figura 3.

A partir de esta información:

b1. **¿Cuál es la cantidad de calor (P)** que, por unidad de tiempo, fluye desde el interior hacia el exterior en cada intervalo de tiempo registrado?

Para responder a esta pregunta **complete con sus cálculos la Tabla 2**. El tiempo t_{medio} es el punto medio del intervalo de tiempos entre dos mediciones sucesivas de temperatura. A su vez, T_{media} es el valor medio de la temperatura interior en el mismo intervalo de tiempo. Suponga que en cada intervalo de tiempo considerado la temperatura cambia linealmente con el tiempo. Esto es equivalente a unir con líneas rectas los puntos de la figura 3.

Tabla 1.

t [h]	T [$^{\circ}\text{C}$]
0	0.
12	5.86
24	10.37
36	13.83
48	16.49

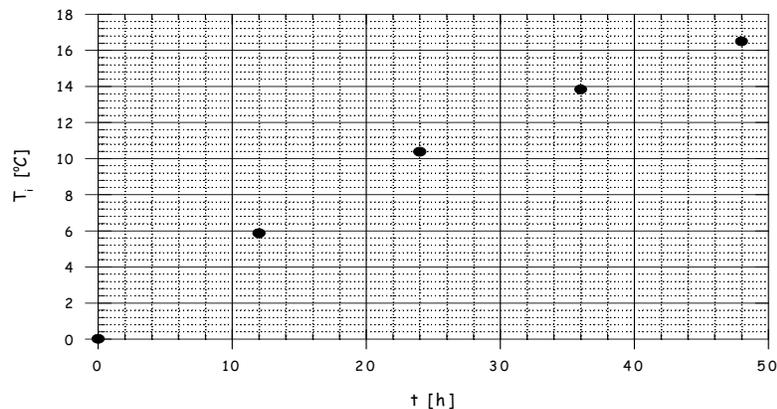


Figura 3

Tabla 2

$t_{\text{medio}}[\text{h}]$	$T_{\text{final}}-T_{\text{inicial}} [^{\circ}\text{C}]$	$T_{\text{media}} [^{\circ}\text{C}]$	$P [\text{cal/hora}]$

- c) A partir de los datos de la tabla 1, **calcule el tiempo necesario** para que el aire de la cabaña alcance los 15°C.
- d) Por otro lado, me han informado que la cantidad de calor por unidad de tiempo que escapa hacia el exterior de la cabaña depende de las propiedades térmicas y geométricas de sus paredes, aberturas y techo en la forma

$$P = k A/L (T_{\text{media}} - T_e),$$

donde k es una constante, A es el área total (paredes, aberturas y techo) de la cabaña, L el espesor de las paredes y T_e es la temperatura exterior. Si se grafica P en función de T_{media} , se podrá determinar k. **Utilice el cuadrículado provisto** en la figura 4 para realizar el gráfico y **determinar k**.

- e) Cuando la temperatura alcance los 15.5°C el sistema regulador de la temperatura hará que el calefactor interrumpa el suministro de calor y cuando la temperatura llegue a los 14.5°C, se activará nuevamente. **Determinar a qué intervalos de tiempo se activa y desactiva el calefactor después de haber entrado en régimen.** Para ésto, suponga que el valor medio de la temperatura de la cabaña es de 15°C.

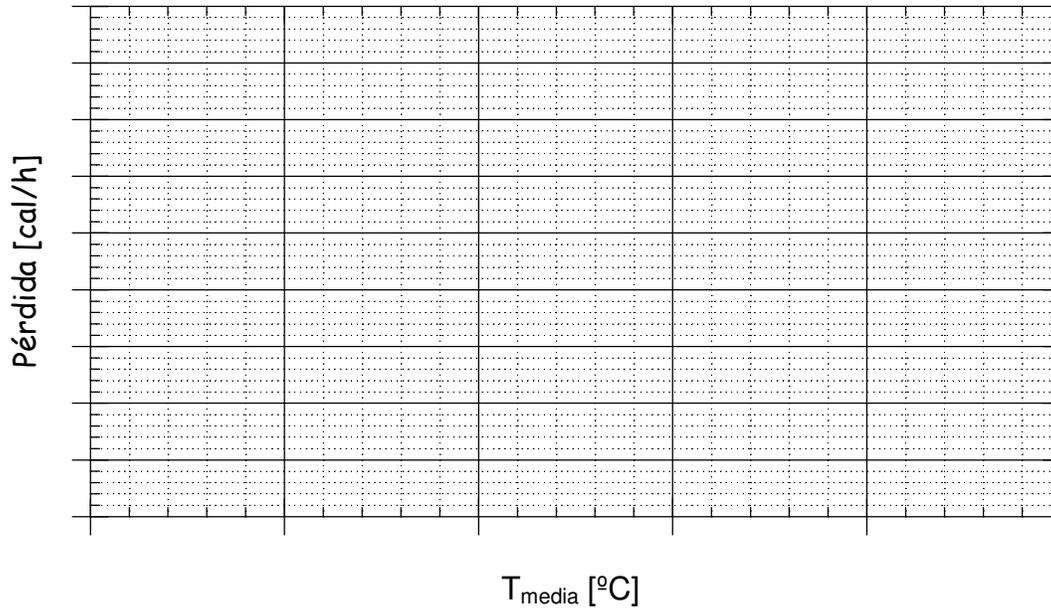


figura 4

Datos:

Propiedades térmicas del aire:

Densidad $\rho = 1\text{kg/m}^3$

Capacidad calórica $c_a = 240\text{ cal/K kg}$

Propiedades térmicas de la cabaña:

Capacidad calórica $c_m = 0\text{ cal/K kg}$

OLIMPIADA ARGENTINA DE FISICA 2000

OAF 2000

PRUEBA EXPERIMENTAL - 16 de Octubre de 2000

- Escriba su nombre en todas las hojas y enumere las mismas.
- Recuerde que no se puede utilizar calculadoras programables ni ningún otro material que no esté incluido en la prueba, aparte de los útiles de escritura.
- Antes de empezar a resolver cada problema lea cuidadosamente TODO el enunciado del mismo.
- Ud. Dispone de 4 (cuatro) horas para realizar la prueba.

Nombre:

Número de hojas entregadas:

Olimpiada Argentina de Física – Instancia Nacional – 16 de Octubre de 2000

PRUEBA EXPERIMENTAL

Viscosímetro, ¡otra vez!

Introducción:

Es posible determinar el coeficiente de viscosidad de un fluido, haciéndolo pasar a través de un tubo cilíndrico mediante la aplicación de una diferencia de presión entre los extremos del mismo.

Cuando se tiene un tubo por el cual circula un fluido, el volumen de éste que abandona el extremo del tubo, por unidad de tiempo se denomina *caudal*. Cuando el caudal es constante, el estado de movimiento del fluido se dice *estacionario*.

La fuerza que resulta de la diferencia de presión entre los extremos del tubo favorece el movimiento del fluido, mientras que otra fuerza, debida a la viscosidad del mismo, actúa en sentido opuesto. Se tendrá un estado estacionario cuando estas fuerzas estén equilibradas entre sí.

Cuando el diámetro del tubo es mucho menor que su longitud (tubo capilar), es posible relacionar el caudal con la diferencia de presión en los extremos del tubo mediante la siguiente ecuación:

$$\eta \cdot Q = k \cdot \Delta p$$

Con

$$k = \frac{\pi \cdot a^4}{8 \cdot L}$$

Donde:

- η es coeficiente de viscosidad del fluido
- L es la longitud del tubo
- Q es el caudal
- a es el radio interno del tubo
- Δp es la diferencia de presión entre los extremos del tubo.

Esta es la fórmula de Hagen-Poiseuille y sólo vale en régimen estacionario, es decir, cuando Q es constante.

Objetivo:

El objetivo de esta prueba es determinar el coeficiente de viscosidad del agua (η_{agua}) con su correspondiente error.

Elementos disponibles:

Para realizar la experiencia se dispone de los siguientes elementos:

- Jeringa graduada, con pistón de masa conocida (verificar que este valor esté consignado)
- Aguja (la que se utiliza como “tubo cilíndrico”)
- Cronómetro
- Regla
- Pesas de valores conocidos
 - a) Una pesa cilíndrica, cuya masa se indica en la misma.
 - b) Una tuerca grande; masa: $(11,5 \pm 0,3)$ g
 - c) Una tuerca mediana; masa: $(6,1 \pm 0,2)$ g
 - d) Dos tuercas chicas; masa: $(1,80 \pm 0,03)$ g cada una
 - e) Recipiente con agua
- Soporte

Indicaciones adicionales:

- Siempre que se verifique que el caudal es constante, puede despreciarse el rozamiento del émbolo con el interior de la jeringa.
- Para la realización de la experiencia utilice el soporte para posicionar la jeringa verticalmente.
- La contribución a Δp debida a la masa de fluido en la jeringa puede despreciarse frente a la debida al émbolo con o sin carga (pesas colocadas en su parte superior).
- Considerando que la fórmula de Hagen-Poiseuille relaciona la viscosidad del fluido con el caudal Q , la diferencia de presión Δp , y la constante k , podrá utilizarse el valor conocido del coeficiente de viscosidad del aire,

$$\eta_{\text{aire}} = 1,8 \times 10^{-5} \text{ N s m}^{-2}$$

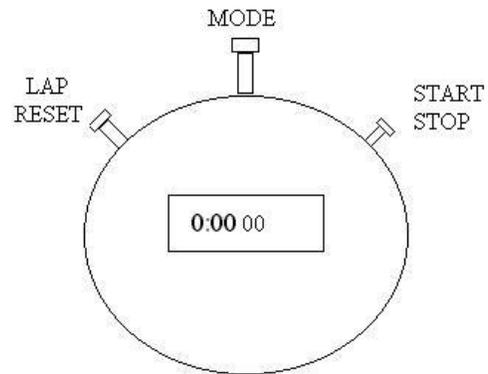
para **determinar el valor de k** .

- Cuando trabaje con aire, puede utilizar las tuercas para “cargar” el émbolo de la jeringa. Para trabajar con agua, la carga a utilizar es la pesa suministrada.

Precauciones:

- Tener cuidado al manipular la aguja, utilizando la vaina de protección.
- Realizar las mediciones necesarias con aire ANTES de utilizar agua en la jeringa.

Utilización del cronómetro:



MODE: determina el modo del reloj. Ya está seteado en modo cronómetro

START/STOP: Arranca y detiene el cronómetro

LAP/RESET: Cuando el cronómetro está corriendo, muestra el tiempo parcial sin detener el cronómetro. Si el cronómetro está detenido, vuelve el reloj a cero.