OLIMPÍADA ARGENTINA DE FÍSICA 2005

Instancia Nacional

Prueba Teórica
19 de Octubre de 2005

- Escriba su nombre en todas las hojas y enumere las mismas.
- Recuerde que no 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.

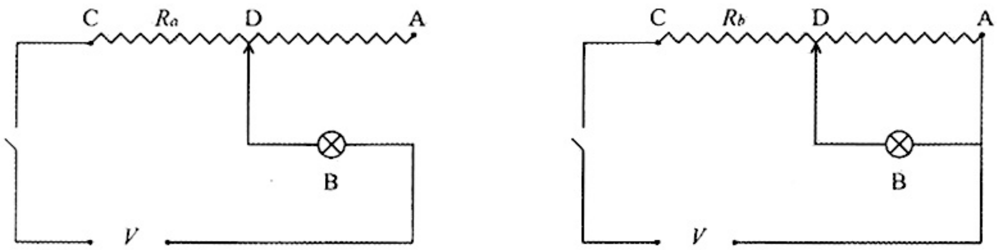
Nombre:

Número total de hojas entregadas (incluyendo la carátula y los enunciados):

Problema 1: ¿Ahorramos energía o dinero?

Una resistencia variable tiene numerosas aplicaciones en circuitos sencillos; por ejemplo, para controlar la iluminación producida por lamparitas incandescentes en ciertos aparatos o ambientes.
En este problema le proponemos dos circuitos simples que pueden usarse para controlar el brillo de una única lámpara, como se muestra en las figuras (a) y (b).

Designemos con R_a y R_b los valores de las resistencias entre C y D en los circuitos (a) y (b), respectivamente; la resistencia entre C y A es R. La diferencia de potencial máxima que se puede aplicar a la lámpara B, para que alcance su brillo máximo, es V_B. Es decir, si la diferencia de potencial aplicada a la lámpara es mayor que V_B, la lámpara se quema. En nuestro caso la diferencia de potencia V de la fuente es mayor que V_B. Suponiendo que en ambos circuitos la lámpara B está encendida con el mismo brillo (no necesariamente el máximo) y su resistencia en esas condiciones es r,



(a) (b)

Se pide:

1. *Encontrar* R_a en término de R_b, R y r en las condiciones de los circuitos, arriba enunciadas.
2. *Demostrar* que R_b es menor que R_a.
3. *Demostrar* que para el mismo brillo de iluminación (la misma potencia desarrollada) de la lámpara B en ambos circuitos, se cumple que
$$(P_b / P_a) = [(R_a + r) / R_T] > 1 \; ; \; R_T = R_b + r\,(R - R_b) / (r + R - R_b) \;,$$
donde P_a y P_b son los valores de la potencia eléctrica suministrada por la fuente de diferencia de potencial V en los circuitos (a) y (b) respectivamente.
4. Es conocido que usualmente las lámparas se queman al encenderlas, ya que su filamento al estar a temperatura ambiente tiene una resistencia sensiblemente menor que en las condiciones de trabajo, cuando están encendidas. Por esto, tanto (a) como (b) pueden pensarse como circuitos protectores de la lámpara B en el momento del encendido.
¿Para qué valores de R_a y R_b la protección mencionada es máxima, en cada circuito?
5. Sea la potencia de trabajo para brillo máximo de la lámpara B igual a 2 W; su resistencia interna, en esas condiciones, es $r_m = 9\Omega$. El valor de $R = 20\Omega$ y $V = 6\ V$. La lámpara tiene una vida útil $T = 1000$ *horas*, si se la enciende a brillo máximo cada vez. Se sabe que si la lámpara se enciende inicialmente, cada vez, con un brillo $b_i = x_i\, b_m$, donde $0 \leq x_i \leq 1$, y luego se le hace alcanzar el brillo máximo b_m, paulatinamente, en un tiempo muy corto que nos permite despreciar

la energía consumida por las lámparas en ese proceso, la vida útil de la lámpara aumenta a

$$T_i = T + (1 - x_i)\ T\ .$$

En el caso del circuito (a) el brillo mínimo posible de B corresponde a $b = 0{,}5\ b_m$.

Con esta información,

determinar cuál de los dos circuitos resulta más económico, al cabo de 6000 horas de uso de la lámpara, ya que si ésta se quema hay que reemplazarla inmediatamente. El precio de la lámpara es de \$2 y el costo de la energía, que se consume en los circuitos es de \$0,20 por kW-hora.

Problema 2: Un trabajo en el aire bajo el agua

Una campana de buceo es utilizada por un equipo de trabajo para descender hasta una cierta profundidad en un lago o bien en el mar y realizar diversas tareas ayudados con herramientas en un ambiente libre de agua.
Un modelo sencillo de dicha campana lo constituye un cilindro de altura D cerrado en su parte superior y abierto en su parte inferior. Dentro de dicho cilindro (la campana) se ubican los trabajadores, junto con sus herramientas y materiales, sobre un piso tipo rejilla que está encima de la marca de seguridad ubicada a la distancia a de la parte superior. (Ver figura)

Suponga que se hace descender la campana para reparar la avería de un submarino, que se encuentra a una profundidad H en el mar. Se sabe que la temperatura disminuye con la profundidad h de acuerdo con

$$t(h) = t_0 - k\,h \;,$$

donde t y t_0 se expresan en ºC ; t_0 es la temperatura del aire sobre la superficie del agua; k es una constante.

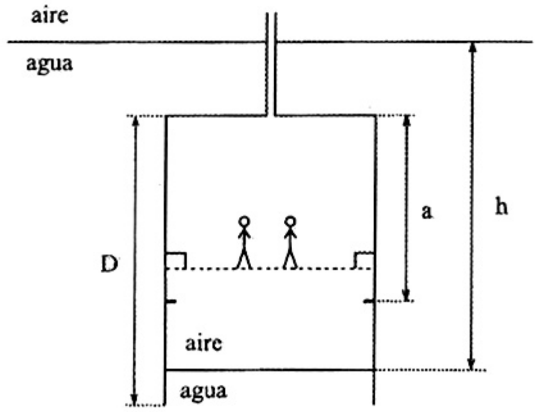
Suponga que el aire en el interior de la campana se comporta como un gas ideal y que éste alcanza, rápidamente, en cada posición de la campana, la temperatura del agua que corresponde a la profundidad del nivel de agua en el interior de la campana. La campana es perfectamente rígida y su cambio de volumen con la temperatura es despreciable.

Preguntas:

1. ¿A qué profundidad h_s el agua alcanza la marca de seguridad en la campana cuando ésta es sumergida?
2. Si $H > h_s$,
   ¿qué porcentaje de aire, respecto del aire inicial contenido en la campana, se debe agregar para que el nivel de agua en el interior de la campana no sobrepase la marca de seguridad?

Realice primero sus cálculos sin asignarles valores numéricos a los diferentes parámetros y variables, y luego reemplace los mismos por los siguientes datos numéricos para dar su respuesta numérica.

Datos numéricos:
La presión atmosférica al nivel del mar es $p_0 = 1.033 \times 10^5$ pascales; $a = 2.0\ m$; $k = 0.5$ $ºC/m$; $t_0 = 20\ ºC$; la densidad del agua es $\rho = 1.0\ g/cm^3$; la aceleración de la gravedad se puede suponer como $g = 10.0\ m/s^2$; la altura de la campana es $D = 4.0\ m$; $H = 20.0\ m$.


aire
agua
a
h
D
aire
agua

Problema 3: Salta ruedita, salta.

Un medidor de distancia lineal, usualmente utilizado por compañías de instalación de cañerías o cableados subterráneos, puede ser construido empleando una rueda de masa *M* y de *un metro de circunferencia*, a la que se le agrega un dispositivo de lectura para registrar el número de vueltas de la rueda, correspondiente a la distancia a medir (en este caso el número de vueltas es igual a la distancia medida, expresada en metros).

El dispositivo de lectura incluye, entre otras cosas, colocarle en el interior de la circunferencia de la rueda, un aparato de masa *m* cuyo paso es registrado en cada vuelta por un contador, sin ninguna acción mecánica entre ellos. A la rueda se le aplica sobre su centro O (ver figuras) una fuerza horizontal *f*, en general variable, de tal manera que la rueda avanza con velocidad constante *v*, sobre un camino horizontal. La velocidad *v* corresponde también al módulo de velocidad tangencial de revolución de la circunferencia de la rueda y por consiguiente es el módulo de la velocidad de la masa *m* vista desde un sistema de referencia, S, que avanza con el centro de la rueda.

Se reconoce a partir de un cierto valor mínimo, v_a, de la velocidad de la rueda, ésta se puede despegar del suelo, ocurriendo entonces un pequeño salto vertical de la misma, visto desde el mismo sistema de referencia S ya mencionado.

Preguntas:

a) Dibujar cualitativamente, en la figura 1, los vectores que representan las fuerzas actuantes sobre la masa *m*, en la posición que se indica en la figura, y su resultante, sabiendo que la masa *m* describe un movimiento circular uniforme de radio igual al de la rueda en el sistema de referencia S.
b) ¿Cuánto vale el módulo de la resultante de las fuerzas sobre la masa *m*, en términos de los parámetros del problema?
c) Dibujar cualitativamente, en la figura 2, los vectores que representan las fuerzas actuantes *sobre la rueda solamente*, teniendo en cuenta que el sistema se desplaza con velocidad constante *v* en la dirección horizontal, sin resbalar, en el instante que corresponde a la figura.
d) ¿En qué posición de la masa *m*, la rueda está en condiciones de despegarse del suelo (saltar) cuando se alcanza la velocidad mínima v_a?
e) En las condiciones del punto d), ¿cuál es la condición que se tiene que satisfacer para que la rueda se despegue del suelo?
f) Determinar el valor de v_a para $m = 50\ g$ y la masa de la rueda $M = 450\ g$.

Suponga que la aceleración de la gravedad es $g = 10.0\ m/s^2$.

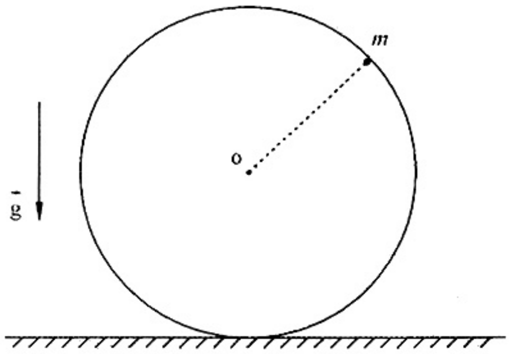


figura 1

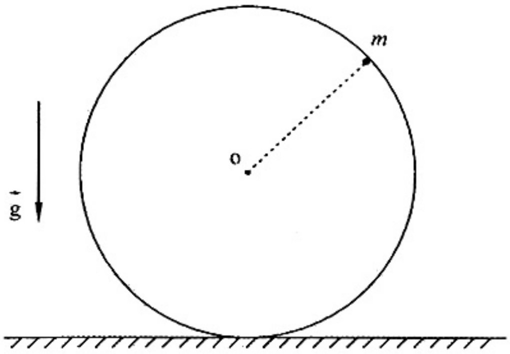


figura 2

OLIMPÍADA ARGENTINA DE FÍSICA 2005

Instancia Nacional

PRUEBA EXPERIMENTAL
17 de Octubre de 2005

- Escriba su nombre en todas las hojas y enumere las mismas.
- Recuerde que no 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.

Nombre:

Número total de hojas entregadas (incluyendo la carátula y los enunciados):

Determinación de la densidad del alcohol relativa a la del agua.

El principio de Arquímedes nos expresa

"Un cuerpo sumergido en un fluido recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso del volumen de fluido desalojado". Con esta información y utilizando los siguientes

Elementos disponibles

- Alcohol
- Una jeringa de 10 cm^3
- Un vaso plástico conteniendo agua común a la temperatura ambiente. Se puede obtener más agua si es necesario.
- Un vaso plástico más pequeño donde se puede verter alcohol para cargar la jeringa.
- Un tubo de ensayo, supuesto de sección transversal y espesor de pared uniforme en su parte cilíndrica.
- Un marcador no soluble en agua.
- Una escuadra graduada en milímetros.
- Hojas de papel milimetradas. Se pueden solicitar más si es necesario.
- Papel absorbente.
- Hojas de papel en blanco. Se pueden solicitar más si es necesario.

Se pide

Determinar la densidad del alcohol relativa a la del agua a la temperatura de la habitación mediante el siguiente

Procedimiento experimental

a) En un lugar próximo al extremo cerrado del tubo de ensayo, en la parte cilíndrica del mismo, marque una línea transversal de referencia (A). Ver la figura 1.
b) Sumerja el tubo de ensayo vacío en agua y agregue en el mismo la mínima cantidad de agua de manera que quede en posición vertical (ver la figura 1).
c) A partir de este nivel, agregue una pequeña cantidad de agua con la jeringa y mida las distancias L_1 y L_2. Repita mediciones similares para diferentes cantidades de agua en el tubo de ensayo.
d) Grafique los valores medidos de L_1 en función de L_2 y trace la recta que, a su criterio, mejor ajuste a los mismos.
e) Determine el valor de la pendiente de la recta trazada y dé una estimación de su error.
f) Deduzca la expresión de la pendiente de la recta en términos de las variables físicas y geométricas del experimento. Explicite claramente las variables y/o parámetros que utilice en sus cálculos. Por ejemplo, designe con g la aceleración de la gravedad y con ρ_a la densidad del agua.

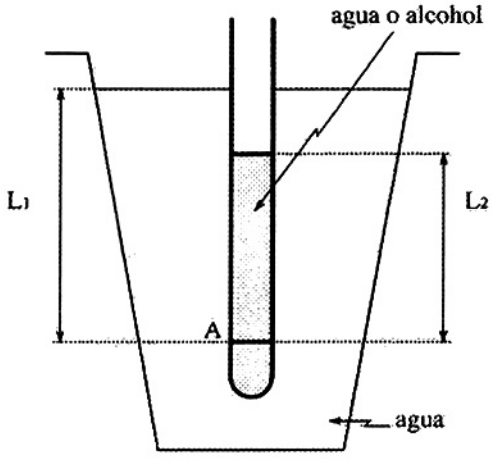


figura 1

Ahora con Alcohol:

g) Sumerja el tubo de ensayo vacío en el agua y agregue en el mismo la mínima cantidad de alcohol de manera que quede en posición vertical (ver la figura 1).
h) A partir de este nivel, agregue una pequeña cantidad de alcohol con la jeringa y mida las distancias L_1 y L_2. Repita mediciones similares para diferentes cantidades de alcohol en el tubo de ensayo.
i) Grafique los valores medidos de L_1 en función de L_2 y trace la recta que, a su criterio, mejor ajuste a los mismos.
j) Determine el valor de la pendiente de la recta trazada y dé una estimación de su error.
k) Deduzca la expresión de la pendiente de la recta en términos de las variables físicas y geométricas del experimento. Explicite claramente las variables y/o parámetros que utilice en sus cálculos. Por ejemplo, designe con g la aceleración de la gravedad, con ρ_a la densidad del agua y con ρ la densidad del alcohol.

Determinación de la densidad del alcohol relativa a la del agua:

l) Utilizando las pendientes determinadas arriba encuentre la densidad del alcohol relativa a la del agua, con la correspondiente estimación de su error.

Recomendaciones:

Si cambia de líquido en la jeringa o en el tubo de ensayo, séquelos bien antes de los cambios.

Al terminar la prueba deje sobre la mesa <u>todos</u> los elementos provistos para el experimento.