Olimpiada de Física - Fase estatal Yucatán 2013

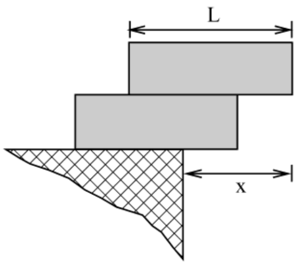
Nombre:____ Fecha: Junio 17 de 2013

Dirección:____________________________________ Teléfono:___________________

Escuela:______________________________________ E-mail: ____________________

Problemas:

1. Bloques en equilibrio



Imagina que tienes varios bloques al borde de una mesa. Si tienes un solo bloque y lo acercas al borde de la mesa, perderá el equilibrio y caerá justo cuando su centro geométrico esté al borde de la mesa. Asumiendo que el largo de los bloques es L, se te pide lo siguiente:

a) Con un sistema de 2 bloques, calcula la máxima distancia que puede sobresalir el bloque superior del borde de la mesa en términos de L.
b) Halla la distancia máxima con 3 bloques.
c) Ahora, imagina que tienes un número ilimitado de bloques y quieres apilarlos de tal forma que cada uno sobresalga por encima del que está debajo ¿Cuál es el saliente máximo que se puede obtener?

2. Up!: una aventura de altura

En la película Up: una aventura de altura, el señor Fredricksen decide cumplir su promesa y llevar su casa a las Cataratas del Paraíso, ubicado en Venezuela, tal y como una vez quiso su esposa en su niñez.
Sin embargo, ante la orden judicial que le mandaba internarse en un geriátrico, no le quedaba mucho tiempo e inició con el inflado de globos con helio, para que su casa se eleve y pueda llevarla hasta Sudamérica.
Según él, realizando una estimación burda, su casa tiene un peso de 50 toneladas. Para fines prácticos su masa y la de Russel son muy pequeñas comparadas con la casa, así que puede despreciarlas.

a) Determina el número de globos que infló el señor Fredricksen, si se percató que su casa se elevaba con una aceleración ascendente de 0.10 m/s^2.
Después de haber alcanzado la altura idónea para su travesía, el señor Fredricksen decide cortar algunos globos para dejar de ascender y estabilizarse a cierta altura.
b) Determina el número de globos que debe cortar para que su casa se quede estable en el aire.
Tenga en cuenta que:

- La densidad del helio es de 0.18 kg/m^3 y la del aire de 1.29 kg/m^3.
- El diámetro promedio del globo que usó es de 50 cm y cada uno tiene una masa al estar desinflado de 10 g.

3. Corredora en pista circular

La aceleración es una magnitud vectorial que nos indica el cambio de velocidad por unidad de tiempo. En tanto que el vector velocidad v es tangente a la trayectoria, el vector aceleración a puede descomponerse en dos partes:

Una componente tangencial a_t (en la dirección de la tangente a la trayectoria), llamada aceleración tangencial, y una componente normal a_n (en la dirección de la normal principal a la trayectoria), llamada aceleración normal o centrípeta (este último nombre en razón a que siempre está dirigida hacia el centro de curvatura).

Cuando una partícula se mueve, su rapidez puede cambiar y este cambio lo mide la aceleración tangencial. Pero si la trayectoria es curva también cambia la dirección de la rapidez y este cambio lo mide la aceleración normal. Se puede demostrar que para aceleración constante:

$$a_t = \frac{v}{t} \qquad y \qquad a_n = \frac{v^2}{\rho}$$

Donde v es la velocidad de un cuerpo o partícula, y ρ es el radio de curvatura de la trayectoria.

Parte 1. Conceptos

a) ¿Puede un cuerpo tener aceleración, teniendo rapidez constante? Explique su respuesta.
b) ¿Puede un cuerpo tener aceleración negativa, aunque su velocidad sea positiva? Las respuestas a estas preguntas las puedes apoyar con diagramas explicativos.

Parte 2: Aceleración en una pista circular

En una pista al aire libre de forma circular con un diámetro de 130m, una corredora inicia desde el reposo y alcanza su máxima rapidez en 4s con una aceleración tangencial constante, y después mantiene la rapidez hasta que completa el círculo en un tiempo de 54s.

a) Determine la velocidad máxima de la corredora.
b) ¿Cuánto habrá recorrido la corredora cuando llegue a su velocidad máxima?
c) Determine la magnitud de la aceleración total máxima de la corredora.

4. Huevo duro

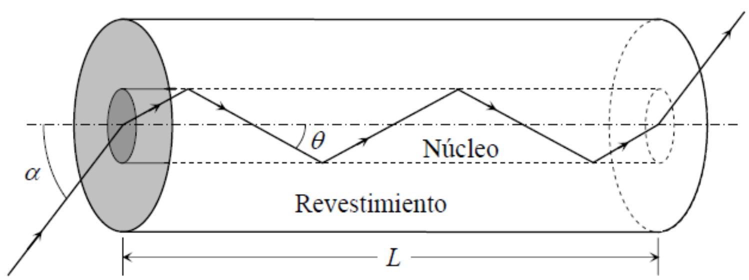
Un huevo de densidad 10^3 kg m^{-3}, capacidad calorífica C=4,200 $JK^{-1}kg^{-1}$ y radio R=2.5 cm, tomado directamente del refrigerador a temperatura T_0=4°C, es depositado en un recipiente con agua que se mantiene a la temperatura de ebullición T_1=100°C. Para simplificar el análisis considere que el huevo es de forma esférica.

a) Si la temperatura de solidificación del huevo es T_c=65°C, ¿Cuánta energía interna (U) se necesita para que comience a solidificarse?
b) Determine el flujo de calor (J) en este proceso.
c) Determine la potencia calorífica (P) transferida al huevo.
d) ¿Por cuánto tiempo es necesario calentar el huevo para que inicie el proceso de cocción?

Ayuda: Usted puede utilizar una aproximación de la Ley de Fourier J=k ΔT/r, donde ΔT es la diferencia de temperatura del centro del huevo y el exterior; r, el radio del huevo y k, una constante denominada coeficiente del flujo de calor k=0.64 $WK^{-1}m^{-1}$. El flujo de calor J tiene como unidades Wm^{-2}.

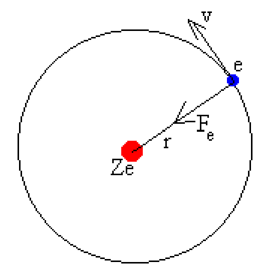
5. Modelo Básico de Fibras Ópticas

Las fibras ópticas son hoy en día un elemento importante en las telecomunicaciones, su funcionamiento es regido por las leyes de la reflexión y refracción. La fibra óptica está compuesta de un hilo fino de material transparente, llamado núcleo, en el cual se propaga la luz sufriendo sucesivas reflexiones totales, el cual está rodeado a su vez de un revestimiento, de menor índice de refracción.



a) Si el núcleo y el revestimiento poseen un índice de refracción n_{nuc}=1.465 y n_{rev}=1.460, respectivamente. Obtenga el ángulo θ, con que puede viajar la luz dentro del núcleo para que se produzcan reflexiones totales internas al alcanzar el revestimiento.
b) ¿A qué ángulo de iluminación α_m desde el exterior (n_{aire}=1.000) corresponde esta situación?
Todos los rayos que inciden sobre la entrada del núcleo con ángulos de 0 a α_m se propagarán dentro de la fibra con tiempos diferentes, pues al tener un ángulo θ dentro de la fibra solo una componente de la velocidad es paralela a la horizontal.
c) Calcule la diferencia de los tiempos de tránsito correspondientes a α=0 y α= α_m para una fibra de longitud L=1000m. Tenga en cuenta que la velocidad de la luz en el vacío es c=2.998x10^8 m/s. Este fenómeno es conocido como dispersión y puede causar problemas en la transmisión de información.

6. El modelo de Bohr para el átomo de hidrógeno.



En 1913, el físico danés Niels Bohr propuso su modelo para el átomo de hidrógeno, modelo influenciado por el modelo planetario de Rutherford y las teorías cuánticas de Planck y Einstein. Su importancia radica en que explica como los electrones pueden tener órbitas estables alrededor del núcleo, y la razón por la que los átomos presentan espectros de emisión característicos.
Entre sus postulados se encuentra:

1. El electrón se mueve alrededor del núcleo en órbitas circulares estacionarias bajo la fuerza electrostática del protón.

2. Las únicas orbitas posibles sobre las que se mueve el electrón son tales que el momento angular del electrón esta cuantizado; es decir, solo puede tomar los siguientes valores:

$$L = \frac{hn}{2\pi}$$

donde L es el momento angular; h la constante de Planck con un valor de 6.63×10^{-34} Js; y n es el número cuántico que denota los posibles estados cuánticos del electrón en el átomo de hidrogeno.
Dada la importancia de este modelo en la Física Moderna, en este problema analizaremos el aspecto de la cuantización de las orbitas del electrón.

a) Determina la velocidad tangencial v del electrón en términos del radio r y otras constantes.

b) Determina la expresión para la velocidad tangencial v en términos del radio r, m, y el número cuántico n.

Ayuda: Recuerda que el momento angular de un cuerpo que gira en una trayectoria circular es igual a L=rmv, donde r es el radio de giro, m la masa y v su velocidad tangencial.

c) Con lo anterior, determina r en términos de n y otras constantes. Lo anterior es una expresión que se refiere a la cuantización del radio, esto genera que las orbitas del electrón en el átomo de hidrogeno estén cuantizadas.

d) Calcula el radio del electrón para n=1, el cual es conocido como el estado base. Este radio se le conoce como radio de Bohr.

Puede utilizar las siguientes constantes

Carga de un protón	$q= 1.60 \times 10^{-19}$ C
Masa de un electrón	$m= 9.11 \times 10^{-31}$ kg
Permitividad en el vacio	$\varepsilon_o= 8.85 \times 10^{-12}$ C/ V m

7. ¿Cuánto se desgastan tus zapatos?

Los problemas o estimaciones de Fermi son aquellos que involucran el cálculo de cantidades que parecen imposibles dada la cantidad limitada de datos. El siguiente problema busca realizar una estimación del desgaste de las suelas de tus zapatos; fundamenta cada una de tus respuestas.

a) Estima la distancia total que recorres en un día promedio.
b) ¿Cuántos milímetros se desgasta aproximadamente la suela de tu zapato en un año?
c) Estima el desgaste de la suela en cada paso.
d) El radio atómico del carbono es de aproximadamente 10^{-10} m. Comparando este dato con la estimación que realizaste en el inciso c ¿Qué conclusiones puedes obtener con el análisis anterior?