ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

SEGUNDA EVALUACIÓN DE FÍSICA A
SEPTIEMBRE 9 DE 2015

SOLUCIÓN

Pregunta 1 (2 puntos)

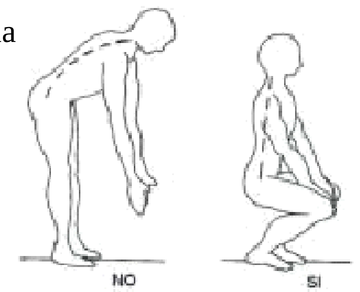
Determine cuál de los siguientes enunciados es falso

a) El *momento de inercia* es una cantidad característica cuyo valor depende de la posición del eje de rotación.
b) El momento de inercia es mínimo cuando el eje de rotación pasa por el centro de masa.
c) El cambio del momento angular respecto al tiempo es igual al producto del momento de inercia por la aceleración angular.
d) Si el momento angular total se mantiene constante, implica que las fuerzas exteriores son cero.

Pregunta 2 (2 puntos)

¿Por qué se recomienda levantar un objeto manteniendo la espalda recta y no inclinada hacia adelante?

a) Al inclinarse la espalda el torque del peso que se levanta es mayor
b) Al inclinarse la espalda el peso del cuerpo es mayor
c) Al inclinarse la espalda la fuerza neta sobre el cuerpo es mayor.
d) Todas las anteriores son válidas.



Pregunta 3 (2 puntos)

Dos cuerpos, de 10 kg y 100 kg, caen atraídos por la Tierra desde la misma altura. Considerando que la única fuerza que los acelera es la fuerza gravitacional, ¿cuál de ellos se acelera más?

a) Se acelera más el de mayor masa.
b) Se acelera más el de menor masa.
c) Las aceleraciones serán iguales.
d) Ninguno se acelerará.

Pregunta 4 (5 puntos)

¿En cuánto cambia la energía de un sistema masa resorte si la masa se duplica y se mantienen iguales tanto la amplitud como el período? **Una respuesta correcta sin justificación recibirá como calificación CERO.**

a) La energía se duplica
b) La energía se multiplica por $\sqrt{2}$.
c) La energía se divide para 2.
d) La energía se divide para $\sqrt{2}$.
e) La energía no cambia.

Si la masa se duplica y el periodo es el mismo, la constante elástica se debe duplicar:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{2k}}$$

La energía de un sistema masa resorte depende de la constante elástica y la amplitud:

$$E = \frac{1}{2}kA^2$$

Pregunta 5 (5 puntos)

Un péndulo que oscila en el laboratorio con periodo $\sqrt{8}\ s$ es suspendido del techo de un elevador que acelera hacia arriba a 10 m/s^2. ¿Cuál será su periodo de oscilación en el elevador? **Una respuesta correcta sin justificación recibirá como calificación CERO.**

a) 1 s
b) 2 s
c) $\sqrt{2}\ s$
d) 3 s
e) $\sqrt{3}\ s$

Un péndulo oscilando en un marco inercial (a = 0) tiene un periodo dado por:

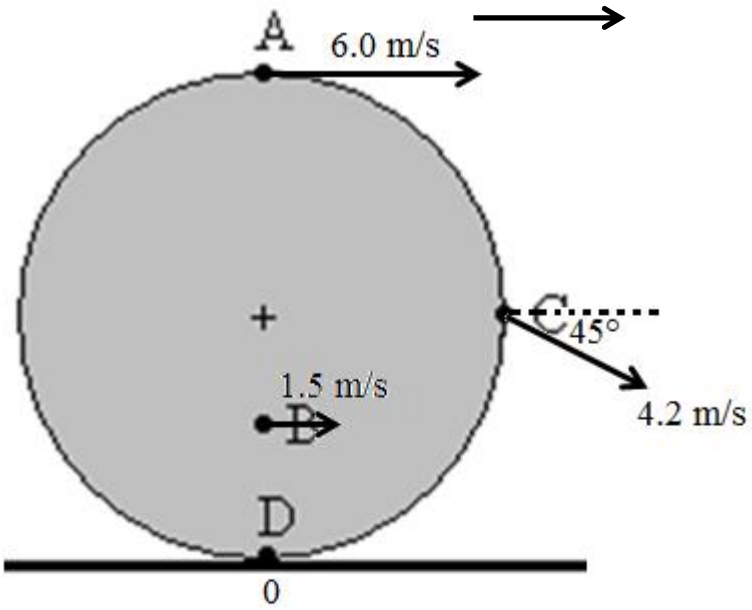
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \sqrt{8}\ s$$

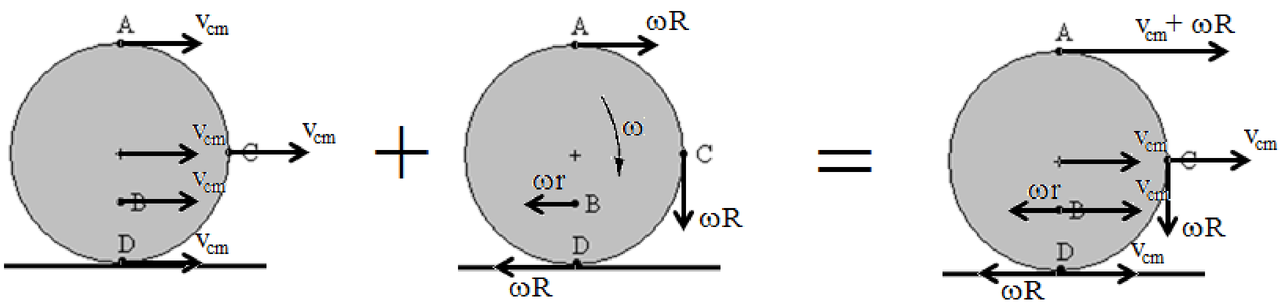
Cuando el péndulo es acelerado verticalmente hacia arriba con aceleración "a", la tensión del hilo aumenta porque a la fuerza de gravedad ***mg*** que actúa sobre el péndulo se le suma la fuerza inercial (ficticia) ***ma*** provocada por la aceleración. Al tomar en cuenta la aceleración vertical del péndulo, el nuevo periodo será:

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g+a}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{2g}} = \frac{T}{\sqrt{2}} = 2\ s$$

Ejercicio 1 (8 puntos)

El disco rueda sin deslizar, tiene un radio de 5.0 cm, y se mueve (su centro de masa) con una velocidad de 3.0 m/s hacia la derecha. Hallar y dibujar el vector velocidad de los puntos del disco que se indican en la figura: A (arriba), C (a la derecha) y D (abajo) están en la periferia, y B se encuentra a 2.5 cm por debajo del centro del disco.





Traslación del centro de masa

Rotación alrededor de un eje que pasa por el centro de masa

Rodar sin deslizar

$$\omega = \frac{v_{cm}}{R} = 60\, rad/s$$

$$v_A = v_{cm} + \omega R = 6.0\, m/s$$

$$v_B = v_{cm} - \omega r = 1.5\, m/s$$

$$v_C = \sqrt{(v_{cm})^2 + (\omega R)^2} = 4.2\, m/s$$

$$v_D = v_{cm} - \omega R = 0$$

Ejercicio 2 (8 puntos)

Dos satélites artificiales de masas m y $2m$ se lanzan desde la superficie de la Tierra.

a) ¿Qué satélite tendrá una mayor velocidad de escape? (4 puntos)

La velocidad de escape es aquella que se requiere para permitir al satélite escapar de la atracción gravitacional de la Tierra. Esto ocurre cuando el satélite logra llegar al infinito.

$$\tfrac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{R} = 0$$

$$v_{esc} = \sqrt{2G\frac{M}{R}}$$

Esta velocidad no depende de la masa del satélite, por lo que ambos tendrán la misma velocidad de escape.

b) Estos satélites describen órbitas circulares, alrededor de la Tierra, del mismo radio r. Determine la diferencia de energía mecánica de ambos satélites (4 puntos)

La fuerza centrípeta necesaria para que el satélite se mantenga en órbita circular está dada por la fuerza de atracción gravitacional producida por la Tierra:

$$G\frac{mM}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{G\frac{mM}{r}}$$

La energía mecánica en esa órbita es:

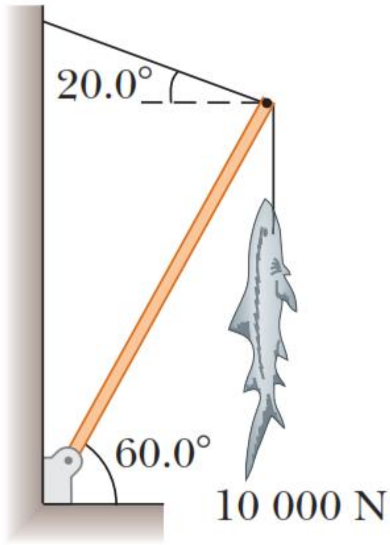
$$E = \tfrac{1}{2}mv^2 - G\frac{Mm}{r} = \tfrac{1}{2}mG\frac{Mm}{r} - G\frac{Mm}{r} = -G\frac{Mm}{2r}$$

La diferencia de energía mecánica entre estos satélites será:

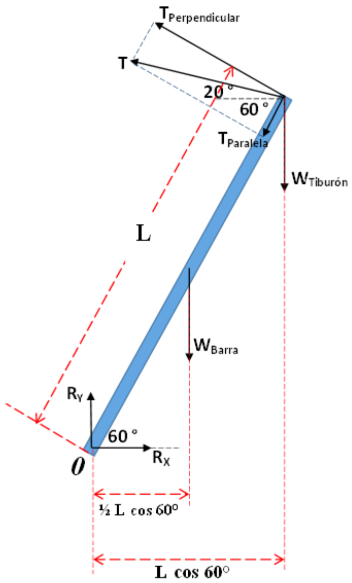
$$E_2 - E_1 = -G\frac{Mm}{2r} - \left(-G\frac{M2m}{2r}\right) = G\frac{Mm}{2r}$$

Ejercicio 3 (12 puntos)

Un tiburón de 10 kN de peso está sostenido mediante un cable unido a una barra de 4.00 m de longitud y de 1 kN de peso que se articula en la base.



a) Realice el diagrama de cuerpo libre de la barra articulada (4 puntos)



b) Determine la tensión en la cuerda entre la barra y la pared (4 puntos)

$$\sum \tau_o = 0$$

$$(T\ \sin 80°)(L) - (W_{Barra})\left(\frac{1}{2}L\ \cos 60°\right) - (W_{Tiburón})(L\cos 60°) = 0$$

$$T = \frac{(W_{Barra})\left(\frac{1}{2}\cos 60°\right) + (W_{Tiburón})(\cos 60°)}{\sin 80°}$$

$$T = 5.33\ kN$$

c) Determine las fuerzas horizontal y vertical que se ejercen sobre la base de la barra (4 puntos)

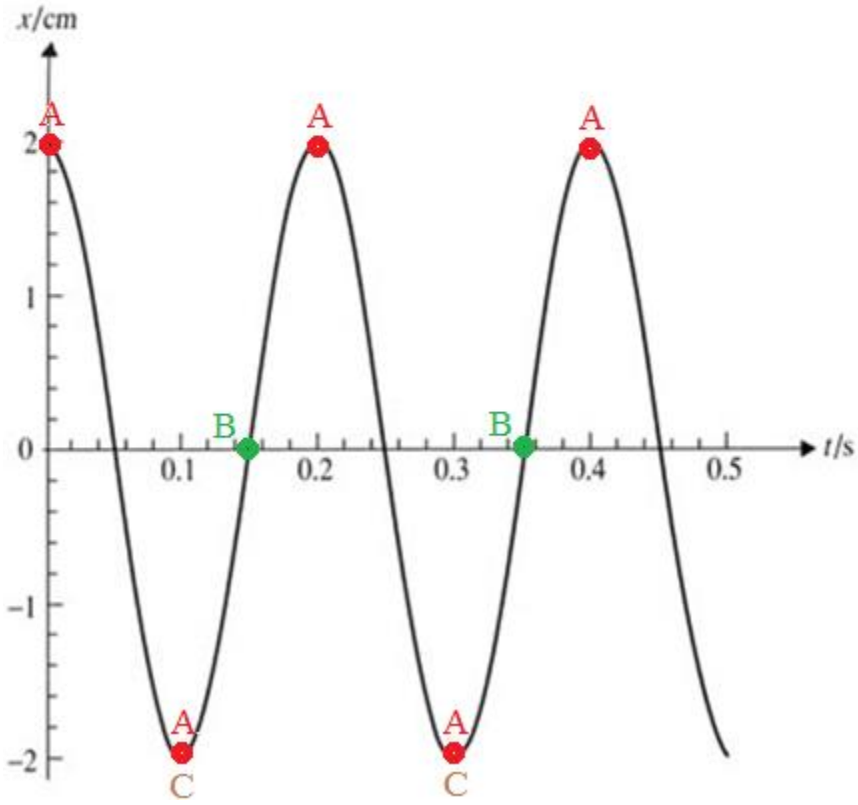
$$\sum F_X = 0 \qquad \sum F_Y = 0$$

$$R_X = T\cos 20° \qquad R_Y + T\sin 20° = W_{Barra} + W_{Tiburón}$$

$$R_X = 5.01\ kN \qquad R_Y = 9.18\ kN$$

Ejercicio 4 (12 puntos)

El gráfico adjunto muestra el desplazamiento de una partícula desde una posición de equilibrio fija.



a) Use el gráfico para determinar:

(i) el periodo del movimiento,

Del gráfico se observa que los ciclos se cumplen cada 0.2 s

(ii) la máxima velocidad de la partícula durante una oscilación, y

$$v_{max} = \omega A = \frac{2\pi}{T}A = \frac{2\pi}{0.2}(2) = 62.8\ cm/s$$

(iii) la máxima aceleración experimentada por la partícula.

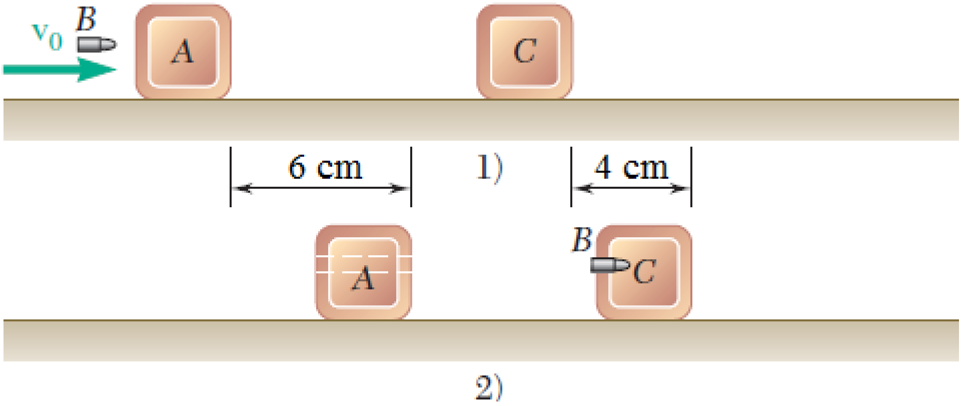
$$a_{max} = \omega^2 A = \frac{4\pi^2}{T^2}A = \frac{4\pi^2}{(0.2)^2}(2) = 1974\ cm/s^2$$

b) Marque sobre el gráfico: (i) un punto donde la velocidad es cero (A), (ii) un punto donde la velocidad es positiva y tiene la mayor magnitud (B), y (iii) un punto donde la aceleración es positiva y tiene la mayor magnitud (C).

Ver el gráfico

Ejercicio 5 (14 puntos)

La bala B tiene una masa de 0.0300 kg y los bloques A y C tienen una masa de 3.00 kg cada uno. El coeficiente de fricción entre los bloques y el plano es $\mu_k = 0.250$. En un inicio, la bala se mueve con una velocidad v_0 y los bloques A y C se encuentran en reposo (figura 1). Después de que la bala pasa a través de A se incrusta en el bloque C y los tres objetos se detienen en las posiciones mostradas (figura 2). Determine la rapidez inicial v_0 de la bala.



Asumiendo que las fuerzas entre los cuerpos son mucho mayores que las externas, podemos ignorar las fuerzas externas y tratar los cuerpos como un sistema aislado. Entonces, el momento lineal se conserva.

Primera colisión: $mv_0 = mV_B + MV_A$

Segunda colisión: $mV_B = (m + M)V_C$

Resolviendo para v_0 el sistema de ecuaciones:

$$v_0 = \frac{MV_A + (m + M)V_C}{m} \qquad (1)$$

Durante el movimiento de los bloques, la única fuerza que realiza trabajo es la fuerza de fricción. De acuerdo al teorema del trabajo y la energía cinética:

$$W_{neto} = \Delta K \Rightarrow -\mu_k Mgd = -\tfrac{1}{2}MV^2 \Rightarrow V = \sqrt{2\mu_k gd}$$

Para el bloque A: $V_A = \sqrt{2(0.250)(9.8)(0.06)} = 0.542\ m/s$

Para el bloque C: $V_C = \sqrt{2(0.250)(9.8)(0.04)} = 0.443\ m/s$

Sustituyendo en la ecuación (1):

$$v_0 = \frac{(3.00)(0.542) + (0.0300 + 3.00)(0.443)}{0.0300} = 98.9\ m/s$$