AÑO: 2020	PERIODO: Segundo
MATERIA: FÍSICA I	PROFESOR:
EVALUACIÓN: SEGUNDA	
TIEMPO DE DURACIÓN: 120min	FECHA: 29 de enero de 2020

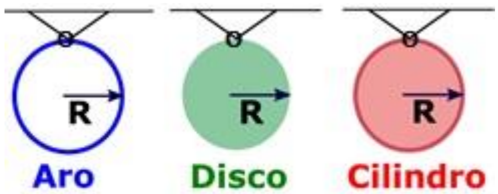
*NOTA: Todos los temas de opción múltiple deben presentar su **justificación en palabras en base a principios físicos**, caso contrario el tema vale CERO.* Las preguntas de opción múltiple valen 6 puntos cada una y tienen sólo una respuesta correcta, la misma que debe ser marcada.

Rúbrica para las preguntas de opción múltiple.

Niveles de dominio			Puntaje máximo
Inicial	En desarrollo	Desarrollado	
1) Escoge alternativa incorrecta (justifica de forma correcta o no justifica). 2) Escoge más de una alternativa. 3) Escoge la alternativa correcta pero NO justifica o justifica incorrectamente. 4) No escoge ninguna alternativa, sin embargo, justifica de forma correcta (0 puntos)	Escoge la opción correcta, pero explica PARCIALMENTE su respuesta. (Hasta 3 puntos)	Escoge la opción correcta, y explica CORRECTAMENTE su respuesta. (6 puntos)	6 puntos

Pregunta 1

Considere un aro, un cilindro y un disco. Todos son uniformes, de radio **R** y masa **M.** Ellos oscilan con respecto a un eje que es perpendicular al plano de la figura que pasa por el punto O. Si describen un movimiento armónico simple, con periodos T_a, T_c y T_d, respectivamente, escoja la opción correcta.



A. $T_a = T_c = T_d$
B. $T_a > T_c > T_d$
C. $T_a < T_c < T_d$
D. $T_a > T_c = T_d$
E. $T_a < T_c = T_d$

Justificar

Solución: Para un péndulo físico, el periodo depende de la raíz cuadrada del cociente I_e/D, siendo **D** la posición del centro de masas respecto al origen, en este caso ubicado en el punto superior e I_e el momento de inercia respecto a ese mismo eje. A partir del enunciado, en todos los casos, el centro de masa está a una distancia **D=R**. Por ende, el sólido que tenga mayor momento de inercia tendrá el mayor período. Por lo visto antes en clase, el aro es el de mayor momento de inercia, mientras que el disco y el cilindro tienen igual momento de inercia.

Entonces, se cumple la relación $\mathbf{T_a} > \mathbf{T_b} = \mathbf{T_d}$. Es decir, la opción correcta corresponde con la opción **D)**.

Pregunta 2

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

A. El torque depende del eje de rotación del cuerpo rígido
B. Si el torque sobre un cuerpo rígido respecto a cierto origen es nulo, también será nulo respecto a cualquier otro origen.
C. Si la fuerza neta sobre un cuerpo rígido es cero, también será cero el torque respecto a un origen que pasa por su Centro de Masa
D. Si aplicamos a un cuerpo dos fuerzas de igual magnitud y de sentidos opuestos, el cuerpo no girará
E. El torque no depende del eje de rotación del cuerpo rígido

Justificar

La respuesta correcta es la A, dado que el momento de torsión depende del brazo de palanca y de la fuerza aplicada

Pregunta 3

Si el momento angular de un sistema es constante, ¿Cuál de las siguientes afirmaciones debe ser verdadera?

A. El torque neto sobre el sistema es igual a cero
B. Un torque externo constante, diferente de cero, actúa sobre el sistema
C. Un torque constante actúa sobre cada parte del sistema
D. Ningún torque actúa sobre cualquier parte del sistema.
E. Un torque neto igual a cero actúa sobre cada parte del sistema

Justificar

La respuesta correcta es la A. Dado que el momento de torsión sobre un sistema es igual al cambio de la cantidad de movimiento angular y como la cantidad de movimiento angular es constante, entonces el torque neto que actuará sobre el sistema es cero.

Pregunta 4

La ecuación para el movimiento armónico de un sistema masa-resorte está dada por la siguiente expresión $x = Acos(\omega t + \varphi)$. Si en este sistema se duplica la amplitud (2A), ¿qué cambios ocasiona? Escoja la alternativa correcta.

A. El periodo y la frecuencia angular no experimentan ningún cambio.
B. Se duplica la frecuencia angular
C. Se duplica el periodo
D. Se reduce a la mitad la frecuencia angular
E. Se reduce a la mitad el periodo

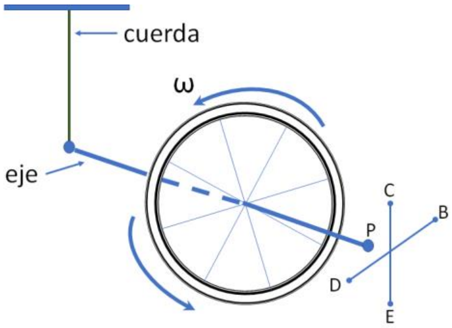
Justificar

En el movimiento armónico simple el periodo es independiente de la amplitud. Por lo tanto, el periodo y la frecuencia angular no cambian.

Pregunta 5

Una rueda de bicicleta que se hace girar rápidamente está suspendida de una cuerda atada al eje, como se muestra en la figura. Inicialmente el eje se fija en la posición mostrada. Cuando el eje es soltado, el punto P del eje va hacia:

A. se mueve hacia el punto D.
B. se mueve al punto C
C. se mueve al punto B
D. permanece donde está.
E. se mueve hacia el punto E.



Justificar

Considerando que la torca generada por el peso es: $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{w}$, apunta hacia B.

Ejercicio 1 (20 puntos)

Inicialmente sobre una balanza se encuentra un recipiente lleno completamente de agua como se ilustra en la figura de la izquierda. La lectura que registra la balanza es de 10N. Si después se introduce un bloque de hierro, con $\rho_{Fe} = 7860\frac{kg}{m^3}$ de 200g y se hunde hasta el fondo, derramándose el agua. Calcular:

a) El empuje que experimenta el bloque
b) La fuerza que ejerce el fondo del recipiente sobre el bloque
c) La nueva lectura de la balanza 1

Solución:

a)

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V_{Fe} = \frac{m}{\rho} \rightarrow V_{Fe} = \frac{0.2 \ kg}{4860 \ \frac{kg}{m^3}}$$

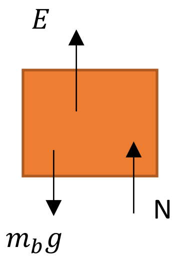
$$V_{Fe} = V_{obj} = 2.54 \, x \, 10^{-5} \, m^3 \rightarrow V_{obj} = 25.4 \, cm^3$$

Dado a que el volumen del líquido desalojado corresponde al volumen del objeto, entonces el empuje que experimenta el bloque de Hierro es:

$$E = \rho_{agua} V_{obj} g \rightarrow E = (1000)(2.54 \, x \, 10^{-5})(9.8)$$

$\boldsymbol{E = 0.25 \, [N]}$ **(6 puntos)**

b) Las fuerzas que actúan sobre el bloque sumergido en el fondo de recipiente:



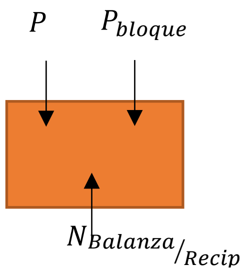
$$\sum F_y = 0$$

$$E + N - m_b g = 0 \rightarrow N = m_b g - E$$

$$\rightarrow N = (0.2)(9.8) - 0.25$$

$\boldsymbol{N = 1.71 \, [N]}$ **(6 puntos)**

c) Las fuerzas que actúan sobre el sistema, recipiente-agua-bloque:
Sea P el nuevo peso del recipiente con agua, dado que el empuje que experimenta el bloque corresponde al peso del líquido desalojado o derramado, entonces



$$P = L_1 - E \rightarrow \quad P = 10 - \ 0.25$$
$$P = 9.75\ N$$

$$\sum F = 0$$
$$N_{B/R} - P - P_b = 0 \rightarrow \quad N_{B/R} = 9.75 + (0.2)(9.8)$$
$$\rightarrow \boldsymbol{L_1'} = \quad N_{B/R} = \mathbf{11.7}\ [\boldsymbol{N}]$$ (8 puntos)

	Niveles de dominio			Puntaje máximo
Criterio	Inicial	En desarrollo	Desarrollado	
Literal a) Calcular empuje	Al menos calcula correctamente el volumen del objeto **(Hasta 2 puntos)**	Define correctamente el empuje, pero el valor es incorrecto **(Hasta 4 puntos)**	Calcula correctamente el empuje **(6 puntos)**	6 puntos
Literal b) Identificar la fuerza que el recipiente ejerce sobre el bloque	Al menos elabora el DCL del bloque **(Hasta 2 puntos)**	Plantea la ecuación de equilibrio correctamente, pero la fuerza que ejerce el recipiente sobre el bloque es incorrecta **(Hasta 4 puntos)**	Calcula correctamente la fuerza que ejerce el recipiente sobre el bloque **(6 puntos)**	6 puntos
Literal c) Determinar la fuerza que ejerce la balanza sobre el recipiente	Calcula el nuevo peso del sistema recipiente-agua **(2 puntos)**	Al menos elabora el DCL del sistema recipiente-agua-bloque **(5 puntos)**	Calcula correctamente la fuerza que la balanza ejerce sobre el recipiente **(hasta 8 puntos)**	8 puntos

Ejercicio 2 (20 puntos)
Una partícula de masa $m = 0.10\ kg$ realiza un movimiento armónico simple en torno a un punto de equilibrio. La partícula pasa por el punto de elongación $x_1 = 1.0\ m$ con velocidad $v_1 = 2.0\ m/s$, y cuando pasa por $x_2 = 2.0\ m$ con velocidad $v_2 = 1.0\ m/s$.
Determinar:

a) La frecuencia angular del movimiento ω.
b) La aceleración máxima.
c) La energía mecánica.

Solución: a) La frecuencia angular del movimiento ω .

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}kx_1^2 = \frac{1}{2}kA^2$$

$$mv_1^2 + kx_1^2 = kA^2$$

$$v_1^2 + \frac{k}{m}x_1^2 = \frac{k}{m}A^2$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$

$$v_1^2 + \omega^2 x_1^2 = \omega^2 A^2$$

Reemplazando los valores

$(2\frac{m}{s})^2 + \omega^2(1m)^2 = \omega^2 A^2$

$4 + 1\omega^2 = \omega^2 A^2$ ec 1

De igual forma, evaluando en esta condición:

$x_2 = 2.0\ m$, $v_2 = 1.0\ m/s$. Se tiene:

$$(1\frac{m}{s})^2 + \omega^2(2m)^2 = \omega^2 A^2$$

$1 + 4\omega^2 = \omega^2 A^2$ ec 2.

Resolviendo las ecuaciones 1 y 2, se tiene:

$$4 + 1\omega^2 = 1 + 4\omega^2$$

$$\omega = 1\ \frac{1}{s}$$

La amplitud se despeja de la ec 1 o ec 2.

$$4 + 1\omega^2 = \omega^2 A^2$$

$$\omega = 1\ \frac{1}{s}$$

$$4 + 1(1)^2 = (1)^2 A^2$$

$$A = \sqrt{5}\ m$$

Para calcular la aceleración máxima:

$$a_{max} = \pm A\omega^2$$

$$a_{max} = \pm\sqrt{5}\ m\left(1\ \frac{1}{s}\right)^2 = \pm\sqrt{5}\ \frac{m}{s^2}$$

b) La energía mecánica.

Se usa la ecuación de la energía mecánica $E = \frac{1}{2}kA^2$

$$\omega^2 = \frac{k}{0.1kg} = 1\frac{1}{s} \rightarrow k = 0.10\ \left[\frac{N}{m}\right]$$

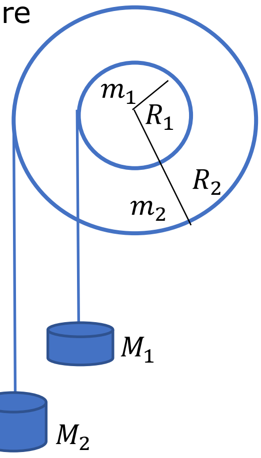
$$E = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}0.10\ \left[\frac{N}{m}\right](\sqrt{5}m)^2 = 0.25\ [J]$$

Criterio	Nivel de dominio bajo	Nivel de dominio medio	Nivel de dominio alto
a) Conservación de la energía para determinar la	No tiene idea como determinar la frecuencia angular ω	Utiliza las condiciones $x_1 = 1.0\ m$ con velocidad $v_1 = 2.0\ m/s$, y $x_2 = 2.0\ m$ con velocidad $v_2 = 1.0\ m/s$, en la ecuación de conservación de la energía para las dos condiciones.	Utiliza las condiciones $x_1 = 1.0\ m$ con velocidad $v_1 = 2.0\ m/s$, y $x_2 = 2.0\ m$ con velocidad $v_2 = 1.0\ m/s$, en la

frecuencia angular ω	**(0 puntos.)**	$$\frac{1}{2}mv_1^2+\frac{1}{2}kx_1^2=\frac{1}{2}kA^2$$ $$4+1\omega^2=\omega^2A^2$$ $$\frac{1}{2}mv_2^2+\frac{1}{2}kx_2^2=\frac{1}{2}kA^2$$ $$1+4\omega^2=\omega^2A^2$$ Pero comete errores para determinar la frecuencia angular la frecuencia angular ω **(Hasta 6 puntos)**	ecuación de conservación de la energía para las dos condiciones. $$4+1\omega^2=\omega^2A^2$$ $$1+4\omega^2=\omega^2A^2$$ $$4+1\omega^2=1+4\omega^2$$ Y obtiene el valor correcto de: $$\omega=1\ \frac{1}{s}$$ **(Hasta 10 puntos)**
b) La aceleración máxima. $$a_{max}=\pm A\omega^2$$	Utiliza una de las ecuaciones que provienen de la energía y determina la amplitud. $$4+1\omega^2=\omega^2A^2$$ $$\omega=1\ \frac{1}{s}$$ $$4+1(1)^2=(1)^2A^2$$ $$A=\sqrt{5}\ m$$ **(Hasta 30 % puntos)**	Aplica el concepto de aceleración máxima $$a_{max}=\pm A\omega^2$$, pero comete errores y no obtiene el valor correcto. **(Hasta 2 puntos)**	Aplica el concepto de aceleración máxima $$a_{max}=\pm A\omega^2$$ y no obtiene el valor correcto. $$a_{max}=\pm\sqrt{5}\ \frac{m}{s^2}$$ **(Hasta 5 puntos)**
c) La energía mecánica en términos de la masa m. $$E=\frac{1}{2}kA^2$$	No tiene idea como determinar la energía mecánica. **(Hasta 0 % puntos)**	Aplica el concepto de energía $$E=\frac{1}{2}kA^2$$, pero comete errores y no obtiene el valor correcto. **(Hasta 2 puntos)**	Aplica el concepto de energía $$E=\frac{1}{2}kA^2=0.25\ [J]$$, y obtiene el valor correcto. **(Hasta 5 puntos)**

Ejercicio 3 (20 puntos)

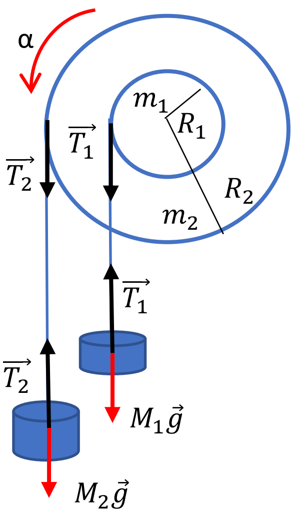
Dos masas $M_1 = 2\,kg$ y $M_2 = 4\,kg$ cuelgan como se muestra en la figura, considere que las dos poleas forman una polea compuesta cuyo momento de inercia con respecto al centro de masa es $I = m_1 {R_1}^2 + m_2 {R_2}^2$, de masas $m_1 = 5\,kg$ y $m_2 = 10\,kg$ y radios $R_1 = 5\,cm$ y $R_2 = 10\,cm$. El sistema se deja libre, sin velocidad inicial.



a) Elaborar el diagrama de cuerpo libre de la polea compuesta y de las dos masas colgantes.
b) Calcular la aceleración angular de la polea compuesta.
c) Calcular las aceleraciones de las masas M_1 y M_2.

Nota: use $g = 10\,m/s^2$

a) El DCL:



b) Aplicamos la segunda Ley de Newton sobre el sistema de masas:

$$\sum \vec{F} = m\,\vec{a}$$

Para ambas masas:

$$T_1 - M_1 g = -M_1\,\alpha\,R_1 \rightarrow T_1 = M_1 g - M_1\,\alpha\,R_1 \;\; (1)$$

$$T_2 - M_2 g = -M_2\,\alpha\,R_2 \rightarrow T_2 = M_2 g - M_2\,\alpha\,R_2 \; (2)$$

Si utilizamos el análogo rotacional de la segunda Ley de Newton, tendremos:

$$\sum \vec{\tau} = I\,\vec{\alpha}$$

Entonces,

$$T_1\,R_1 + T_2\,R_2 = (m_1 {R_1}^2 + m_2 {R_2}^2)\,\alpha \;\; (3)$$

Sustituyendo (1) y (2) en (3):

$$(M_1 g - M_1\,\alpha\,R_1)\,R_1 + (M_2 g - M_2\,\alpha\,R_2)\,R_2 = (m_1 {R_1}^2 + m_2 {R_2}^2)\,\alpha$$

Resolviendo, se tiene que:

$$\alpha = \frac{M_1 g \ R_1 \ + \ M_2 g \ R_2}{(m_1 {R_1}^2 + \ m_2 {R_2}^2 + \ M_1 {R_1}^2 + \ M_2 {R_2}^2 \ )}$$

$$\alpha = \frac{10 \ ((2)(\ 0.05) + (4) \ (0.1) \ \ )}{(5 \ 0.05^2 + \ 10 \ 0.1^2 + \ 2 \ 0.05^2 + \ 4 \ 0.1^2 \ )} rad/s^2$$

$$\alpha = \ 31.75 \ rad/s^2$$

c) Ahora bien, la aceleración de cada masa será:

$$a_1 = \ \alpha \ R_1 \ = \ \ 31.75 \ (0.05) \frac{m}{s^2} = 1.59 \ \frac{m}{s^2}$$

$$a_2 = \ \alpha \ R_2 \ = \ 31.75 \ (0.1) \frac{m}{s^2} = 3.18 \ \frac{m}{s^2}$$

Rúbrica:

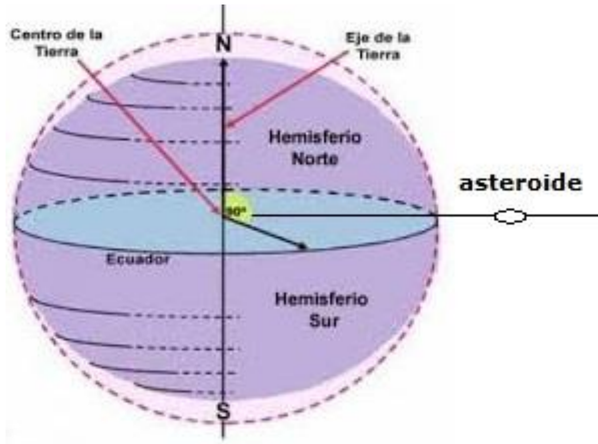
Criterio	**Nivel de dominio bajo**	**Nivel de dominio medio**	**Nivel de dominio alto**
a) Diagrama de cuerpo libre	El DCL es incorrecto **(0 %)**	Excluyendo las fuerzas de reacción en el punto de apoyo de la polea, cada una de las 6 fuerza valdrán 0.5 puntos	Reconoce todas las fuerzas, reconoce que la reacción de la articulación tiene dos componentes y realiza correctamente el DLC **(hasta 3 puntos)**
b) Aplicación de la Segunda Ley de Newton y la ecuación fundamental de la Dinámica Rotacional	Reconoce la condiciones para rotación $\sum \vec{\tau} \ = I \ \vec{\alpha}$ $\sum \vec{F} \ = m \ \vec{a}$ Y reconoce que la aceleración angular es igual para ambas poleas. **(hasta 2 puntos)**	Realiza bien el procedimiento para el cálculo de la aceleración angular pero se equivoca parcialmente. **(hasta 12 puntos)**	Calcula y obtiene correctamente el valor de la aceleración angular $\alpha = \frac{M_1 g \ R_1 \ + \ M_2 g \ R_2}{(m_1 {R_1}^2 + \ m_2 {R_2}^2 + \ M_1 {R_1}^2 + \ M_2 {R_2}^2 \ )}$ $\alpha = \ 31.75 \ rad/s^2$ **(hasta 15 puntos)**

c) Cálculo de las aceleraciones de cada masa	Reconoce que las aceleraciones son: $a_1 = \alpha R_1$ $a_2 = \alpha R_2$ **(hasta 1 punto)**		Calcula correctamente y obtiene: $a_1 = 1.59 \frac{m}{s^2}$ $a_2 = 3.18 \frac{m}{s^2}$ **(hasta 2 puntos)**

Ejercicio 4 (10 puntos)

Un asteroide de masa $\boldsymbol{m}$ se mueve en dirección radial hacia el centro de la Tierra, chocándola en la línea ecuatorial y quedándose adherido al planeta. Suponga que el radio del asteroide es despreciable comparado con el radio de la Tierra, $\boldsymbol{R_T} = \boldsymbol{6.37x10^3 km}$. $(\boldsymbol{M_{Tierra}} = \boldsymbol{5.97x10^{24} kg})$ $\left(I_{esfera} = \frac{2}{5}MR^2\right)$

a) ¿Cuál debería ser la masa del asteroide de tal forma que el periodo de rotación de la Tierra, sobre su propio eje, aumente en un 10%?
b) ¿El día tendría una duración más larga o corta? Explique.
c) ¿Si este asteroide chocara con la Tierra de forma perpendicular en uno de sus polos (misma línea de acción con el eje de rotación) como se afectaría la duración del día? Explique.



Solución

a) Antes del choque: $L_0 = L_{Tierra} + L_{asteroide} = \frac{2}{5}M_T R_T^2 \omega_0 + m(\vec{r}x\vec{v}_{asteroide})$

Dado que el asteroide choca en la línea ecuatorial y con dirección al centro de la Tierra, entonces, $\vec{r}x\vec{v}_{asteroide} = 0$, por lo que $L_0 = \frac{2}{5}M_T R_T^2 \omega_0$

Después del choque (asteroide queda incrustado en la Tierra):

$$L_f = L_{Tierra+asteroide} = \left(\frac{2}{5}M_T R_T^2 + mR_T^2\right)\omega_f$$

Por conservación del momento angular, $L_0 = L_f$

$$\frac{2}{5}M_T R_T^2 \omega_0 = \left(\frac{2}{5}M_T R_T^2 + mR_T^2\right)\omega_f$$

$$m = \frac{2}{5}M_T\left(\frac{\omega_0 - \omega_f}{\omega_f}\right)$$

Cambiando velocidad angular en términos del periodo, y $T_f = 1.10T_0$:

$$m = \frac{2}{5}M_T\left(\frac{T_f - T_0}{T_0}\right) = \frac{2}{5}M_T(0.10) = 2.39x10^{23}kg$$

b) ¿El día tendría una duración más larga o corta? Explique.

Respuesta: El día tendría una duración del 10% más larga que antes del choque ya que el periodo de rotación de la Tierra aumentó en esa cantidad.

c) ¿Si este asteroide chocara con la Tierra de forma perpendicular en uno de sus polos (misma línea de acción con el eje de rotación) como se afectaría la duración del día? Explique.

Respuesta:

Antes del choque: $L_0 = L_{Tierra} + L_{asteroide} = \frac{2}{5}M_T R_T^2\omega_0 + m(\vec{r}x\vec{v}_{asteroide}) = \frac{2}{5}M_T R_T^2\omega_0$

Después del choque: $L_f = L_{Tierra+asteroide} = \left(\frac{2}{5}M_T R_T^2 + mr_a^2\right)\omega_f$, siendo la linea de choque la misma que el eje de rotación, entonces, $r_a^2 = 0$, quedando $L_f = \frac{2}{5}M_T R_T^2\omega_f$

Por conservación del momento angular, $L_0 = L_f$

$$\frac{2}{5}M_T R_T^2\omega_0 = \frac{2}{5}M_T R_T^2\omega_f$$

$$\omega_0 = \omega_f$$

Por lo que no habría ninguna diferencia en la velocidad angular, por ende, en el periodo de la Tierra (duración del día) se mantiene igual.

Rúbrica:

	Niveles de dominio			Puntaje máximo
Criterios	Inicial	En desarrollo	Desarrollado	
Literal a)	NO plantea conservación del momento angular. No tiene idea de cómo resolver el problema. **0 pts.**	Plantea correctamente cada momento angular y su conservación, pero falla en el cálculo de la masa. **Hasta 4 puntos**.	Plantea correctamente cada momento angular y su conservación, y encuentra el valor correcto de la masa. **Hasta 6 puntos**	**6 puntos**
Literal b)	NO responde la pregunta o contesta que el día es más corto que antes del choque. **0 pts.**	Contesta que el día es más largo, PERO no explica correctamente la razón. **Hasta 0.5 puntos**	Contesta que el día es más largo, y explica correctamente la razón. **Hasta 1 punto**	**1 punto**
Literal c)	NO responde la pregunta o contesta de forma equivocada sin	Plantea conservación del momento angular, pero se equivoca en el cálculo por lo que	Plantea conservación del momento angular para argumentar su respuesta,	**3 puntos**

	argumentar su respuesta **0 pts.**	responde mal la pregunta. **Hasta 1 punto**	y responde bien a la pregunta. **Hasta 3 puntos**	