ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

Año: **2017**	Período: Primer Término
Materia: **Física I**	Profesor:
Evaluación: **Segunda**	Fecha: 30 de agosto de 2017

COMPROMISO DE HONOR

Yo, ……….…………… al firmar este compromiso, reconozco que el presente examen está diseñado para ser resuelto de manera individual, que puedo usar una calculadora *ordinaria* para cálculos aritméticos, un lápiz o esferográfico; que solo puedo comunicarme con la persona responsable de la recepción del examen; y, cualquier instrumento de comunicación que hubiere traído, debo apagarlo y depositarlo en la parte anterior del aula, junto con algún otro material que se encuentre acompañándolo. No debo además, consultar libros, notas, ni apuntes adicionales a las que se entreguen en esta evaluación. Los temas debo desarrollarlos de manera ordenada.
Firmo al pie del presente compromiso, como constancia de haber leído y aceptar la declaración anterior.

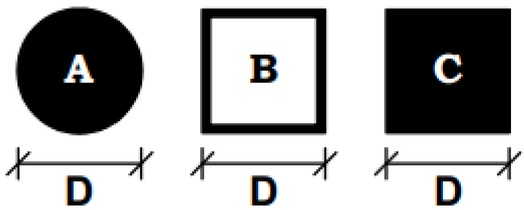
"Como estudiante de ESPOL me comprometo a combatir la mediocridad y actuar con honestidad, por eso no copio ni dejo copiar".

Firma ***NÚMERO DE MATRÍCULA:…………………. PARALELO:…………***

Cada una de las preguntas de opción múltiple son de única respuesta y vale 4 puntos.

Pregunta 1
Un disco (A), una espira cuadrada (B) y una placa cuadrada, todos tienen el mismo peso, las dimensiones indicadas en cada uno de los dibujos son iguales. Determine la relación correcta entre los tres momentos de inercia, I_A, I_B, I_C, con respecto a un eje de rotación que es perpendicular al plano del papel y pasa por el centro de masa de cada uno de los cuerpos.

A. $I_C > I_A > I_B$
B. $I_C = I_B > I_A$
C. $I_C = I_A > I_B$
D. $I_B > I_C > I_A$
E. $I_A = I_B = I_C$



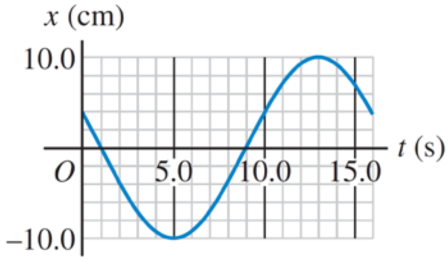
Respuesta: Literal D

La relación que existe entre la masa y la inercia en el movimiento de traslación, es equivalente en la rotación, al momento de inercia y a la inercia rotacional, esto es, a mayor momento de inercia menor es la rapidez con la que rota el cuerpo, además, el momento de inercia depende de cómo está distribuida la masa alrededor del eje de rotación, así, el cuerpo que presenta mayor momento de inercia es B, seguido de C y el de menor momento de inercia es A

Pregunta 2

En la figura se muestra el desplazamiento de un objeto oscilante en función del tiempo. Señalar el literal que contiene las respuestas correctas respecto: a) al periodo, b) la frecuencia, c) la amplitud y d) la frecuencia angular de este movimiento..

A. $T = \frac{1}{16}s; f = 16Hz; A = 10cm;\ \omega = 100.5\ rad/s$
B. $T = 8s; f = \frac{1}{8}Hz; A = 10cm;\ \omega = 0.785\ rad/s$
C. $T = 16s; f = \frac{1}{16}Hz; A = 10cm;\ \omega = 0.39\ rad/s$
D. $T = 8s; f = \frac{1}{8}Hz; A = 20cm;\ \omega = 0.785\ rad/s$
E. $T = 16s; f = \frac{1}{16}Hz; A = 20cm;\ \omega = 0.39\ rad/s$



Respuesta correcta literal C

Pregunta 3

La figura muestra una partícula moviéndose en una línea recta con velocidad constante. El origen O como se muestra en la figura no está en la línea. La magnitud de las velocidades angulares de la partícula (**respecto** a O) en los puntos A y B son $\omega_A\ y\ \omega_B$ respectivamente. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

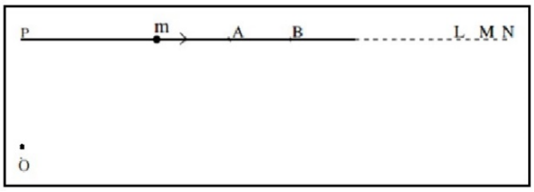
A. $\omega_A > \omega_B$ porque el desplazamiento angular en A es mayor que el desplazamiento angular en B para el mismo intervalo de tiempo.

B. $\omega_A > \omega_B$ porque $v = \omega r,\ v$ es constante y $r_A < r_B$

C. $\omega_A = \omega_B$ porque no hay aceleración.

D. $\omega_A = \omega_B = 0$ porque el movimiento es lineal.

E. Falta más información para responder.



Respuesta correcta literal A

Pregunta 4

Un submarino yace en el fondo del océano. La fuerza normal ejercida por el fondo del océano sobre el submarino es igual a.

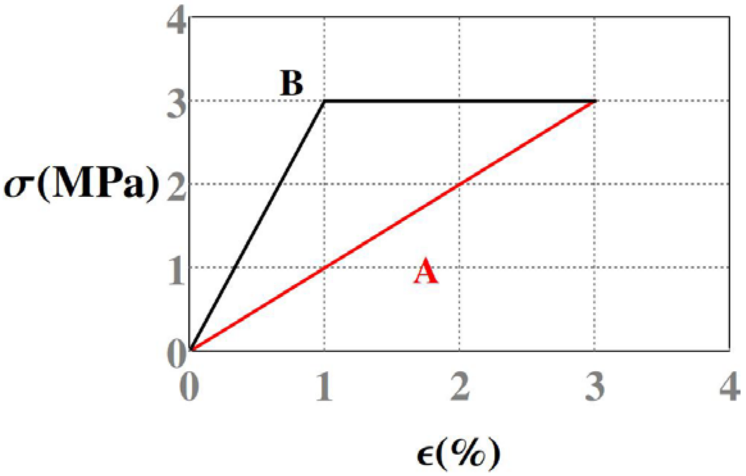
A. el peso del submarino.
B. el peso del agua desplazada.
C. el peso del submarino más el peso del agua desplazada.
D. la fuerza de flotabilidad menos una atmósfera que actúa en el submarino.
E. el peso del submarino menos el peso del agua desplazada.

Respuesta correcta literal E

El submarino se encuentra sometido a tres fuerzas, su peso que está dirigida hacia abajo y dos fuerzas que están dirigidas hacia arriba que son, el empuje (peso del agua desplazada o fuerza de flotabilidad) y la normal que le ejerce el fondo del mar. Por lo tanto, la fuerza normal será, el peso del submarino menos el peso del agua desplazada

Pregunta 5

Dos materiales de tipo A y B se someten a un experimento de esfuerzo y al medir su deformación se encuentra el resultado mostrado en el grafico



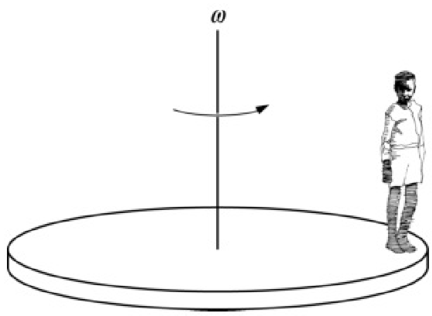
Entonces, se puede concluir que:

A. El material A tiene mayor módulo de Young que el material B
B. El material A tiene mayor límite elástico que el material B
C. El material A soporta mayor esfuerzo que el material B
D. El material A se rompe primero que el material B
E. El material A tiene menor límite elástico que el material B

Respuesta correcta literal B
Para poder hablar de módulo de Young tenemos que analizar la pendiente en el régimen lineal. Por ende, el material B tiene mayor módulo de Young. De igual manera, el límite elástico es la deformación máxima, dentro del régimen lineal. En este caso, se obtiene 1% para el material B y 3% para el material A; por tanto, *la opción B es correcta*. Los dos materiales soportan el mismo esfuerzo igual a 3MPa y tienen el mismo punto de ruptura que corresponde a una deformación igual al 3%.

Problema 1 (10puntos)

Un niño está parado en el perímetro de un carrusel que tiene la forma de un disco sólido, como se muestra en la figura. La masa del niño es de 40 kg. La masa del carrusel es de 200 kg y el radio de 2.5 m y está girando con una velocidad angular de $\omega = 2\,rad/s$. Luego el niño camina lentamente hacia el centro del carrusel ¿Cuál será la rapidez angular del carrusel cuando el niño llega al centro. (El tamaño del niño puede ser ignorado)



Solución
Se conserva la cantidad de movimiento angular, dado que $\sum \tau_{cm} = 0$

Luego calculamos la cantidad de movimiento angular del sistema, cuando el niño está en el perímetro del carrusel.

$$\vec{L}_i = \vec{L}_{niño} + \vec{L}_{disco} \rightarrow \vec{L}_i = \vec{r} x \vec{p} + I_{cm\,disco}\vec{\omega} \rightarrow \vec{L}_i = R^2 m_{niño}\omega_i + \frac{1}{2} m_{disco} R^2 \omega_i$$

$$\vec{L}_i = R^2\omega_i\left(m_{niño} + \frac{1}{2}m_{disco}\right) \to \vec{L}_i = (2.5)^2(2)\left[40 + \frac{200}{2}\right] \to \vec{L}_i = 1750(kg.m^2/s)$$

Ahora escribimos la expresión para la cantidad de movimiento angular del sistema, cuando el niño se encuentra en el centro del carrusel.

$$\vec{L}_f = \frac{1}{2}m_{disco}R^2\omega_f \to \omega_f = \frac{2\vec{L}_f}{m_{disco}R^2}$$

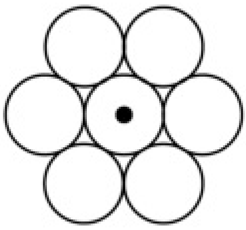
Como $\vec{L}_i = \vec{L}_f$ entonces $\omega_f = \frac{2\vec{L}_i}{m_{disco}R^2} \to \omega_f = \frac{2(1750)}{(200)(2.5)^2} \to \omega_f = 2.8\left(\frac{rad}{s}\right)$

Rubrica para el problema 1

Tiene claridad que debe aplicar conservación de cantidad de movimiento angular.	Hasta 3 puntos
Plantea correctamente la ecuación de cantidad de movimiento angular tanto inicial como final.	Hasta 4 puntos
Obtiene la respuesta correcta de $\omega_f = 2.8\left(\frac{rad}{s}\right)$	Hasta 3 puntos

Problema 2 (10puntos)

Siete monedas de 1 centavo están formando un patrón hexagonal planar, como se muestra en la figura, cada centavo es un disco uniforme de masa m y radio r. ¿Cuál es el momento de inercia del sistema de siete monedas, respecto de un eje que pasa a través del centro de la moneda central y es perpendicular al plano de las monedas?



Solución

Momento de inercia de la moneda central con respecto al centro de masa. $I_{cm} = \frac{1}{2}mr^2$

Momento de inercia de una de las 6 monedas que rodea a la central.

$$I = \frac{1}{2}mr^2 + m(2r)^2 \to I = \frac{9}{2}mr^2$$

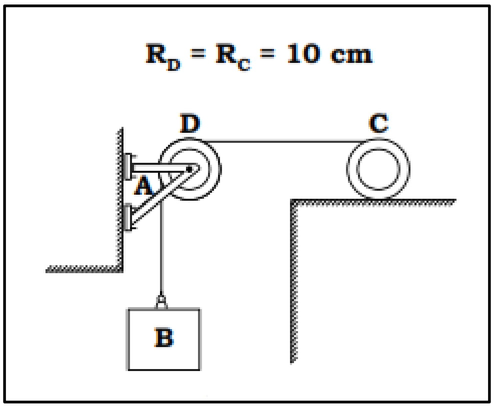
Momento de inercia de las 7 monedas con respecto a un eje que pasa perpendicular por el centro del sistema.

$$I_{sist} = \frac{1}{2}mr^2 + 6\left(\frac{9}{2}mr^2\right) \to I_{sist} = \frac{55}{2}mr^2$$

Rubrica para el problema 2

Aplica correctamente el teorema de ejes paralelos, para obtener la expresión del momento de inercia con respecto al CM del sistema de una de las 6 monedas. $I = \frac{9}{2}mr^2$	Hasta 5 puntos
Aplica correctamente el Principio de Superposición para obtener el momento de inercia de las 7 monedas con respecto al CM. $I_{sist} = \frac{55}{2}mr^2$	Hasta 5 puntos

Problema 3 (12 puntos)
El sistema de tres elementos que se muestra en la figura consta de un bloque **B** de 6kg, una polea **D** (disco) de 10 kg y un cilindro macizo **C** de 12 kg. Una cuerda continua de masa despreciable se enrolla en el cilindro, pasa por la polea y se amarra en el bloque.
Si el bloque se mueve hacia abajo con una rapidez de 0.8m/s y el cilindro rueda sin deslizar, determinar la ***energía cinética del sistema*** en ese momento.



Solución:

$$K_{total} = K_{Tras\ bloque} + K_{Rota\ polea} + K_{Tras\ cilindro} + K_{Rota\ cilindro}$$

$$K_{total} = \frac{1}{2}m_{bloque}v^2 + \frac{1}{2}I_{polea}\omega_{polea}^2 + \frac{1}{2}m_{cilindro}v_{CM}^2 + \frac{1}{2}I_{cilindro}\omega_{cilindro}^2$$

$$K_{total} = \frac{1}{2}\left[m_{bloque}v^2 + \frac{1}{2}m_{polea}R_{polea}^2\left(\frac{v^2}{R_{polea}^2}\right) + m_{cilindro}v_{CM}^2 + \frac{1}{2}m_{cilind}R_{cilind}^2\left(\frac{v_{CM}^2}{R_{cilind}^2}\right)\right]$$

$$K_{total} = \frac{1}{2}\left[(6)(0.8)^2 + \frac{1}{2}(10)(0.8)^2 + (12)\left(\frac{0.8}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}(12)\left(\frac{8}{2}\right)^2\right] = 4.96\ [J]$$

$$K_{total} = 4.96\ [J]$$

Rubrica para el problema 3

Escribe la ecuación de la energía cinética del sistema como la composición de, la energía cinética de traslación del bloque, del cilindro, la energía cinética rotacional de la polea y del cilindro.	Hasta 4 puntos
Define correctamente las expresiones de $\omega_{polea}^2 = \left(\frac{v^2}{R_{polea}^2}\right)$ y $\omega_{cilindro}^2 = \left(\frac{v_{CM}^2}{R_{cilind}^2}\right)$	Hasta 4 puntos
Calcula correctamente $K_{total} = 4.96\ [J]$	Hasta 4 puntos

Problema 4 (10 puntos)
Una masa de 10 kg viaja hacia la derecha con rapidez de 2 m/s sobre una superficie horizontal lisa, y choca de manera que, queda pegada a una segunda masa de 10 kg que inicialmente está en reposo pero unida a un resorte ligero con constante de fuerza de 110 N/m. a) Calcular la frecuencia, la amplitud y el periodo de las oscilaciones subsiguientes. b) ¿Cuánto tiempo tarda el sistema en regresar por primera vez a la posición que tenía inmediatamente después del choque?

Solución
Se debe aplicar conservación de momentum lineal a la colisión y conservación de energía al movimiento después de la colisión para poder resolver el problema.

a) Conservación de momentum durante la colisión:

$$mv_0 = (2m)V \quad \rightarrow \quad V = \frac{1}{2}v_0 = \frac{1}{2}(2\ m/s) = 1\ m/s$$

Por conservación de energía después de la colisión

$$\frac{1}{2}MV^2 = \frac{1}{2}kx^2 \quad \rightarrow \quad x = \sqrt{\frac{MV^2}{k}} = \sqrt{\frac{20\ kg.\left(1\frac{m}{s}\right)^2}{110\frac{N}{m}}} = 0.46\ m\ (amplitud)$$

$$\omega = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{110\ n/m}{20\ kg}} = 0.373\ Hz \rightarrow T = \frac{1}{f} = 2.68\ s$$

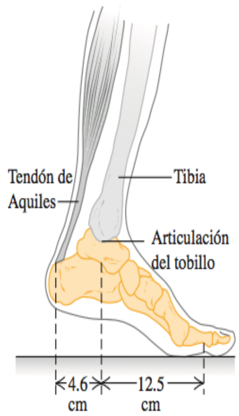
b) Toma ½ del periodo para el primer regreso $\frac{1}{2}(2.68) = 1.34s$

Rubrica para el problema 4

Aplica conservación de cantidad de movimiento lineal para calcular la velocidad con que inicia el movimiento el OAS	Hasta 2 puntos
Aplica conservación de energía para calcular la amplitud del MAS	Hasta 3 puntos
Obtiene correctamente el valor de la frecuencia	Hasta 2 puntos
Obtiene correctamente el valor del periodo	1 punto
Calcula correctamente el tiempo que le toma en regresar por el punto de partida.	Hasta 2 puntos

Problema 5 (14 puntos)

Como parte de un programa de ejercicios, una persona de 75 kg eleva el peso total de su cuerpo sobre la articulación de un pie (figura abajo). El tendón de Aquiles tira del hueso del talón del pie **directamente hacia arriba**. El tendón tiene 25 cm de longitud, un área de 78 mm^2 en la sección transversal y un módulo de Young de 1.47×10^9 Pa.



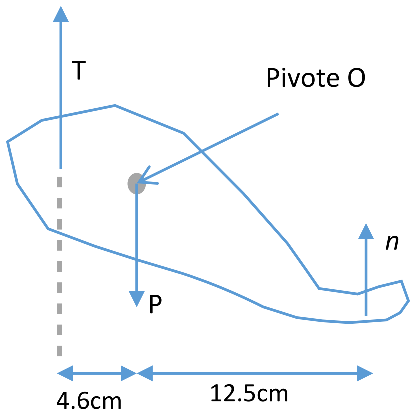
a) Elabore un diagrama de cuerpo libre del pie de la persona (de todas las partes por debajo del tobillo). El peso del pie es despreciable.

b) ¿Qué fuerza ejerce el tendón de Aquiles sobre el talón durante este ejercicio?

c) ¿Cuántos milímetros se estira el tendón de Aquiles?

Solución:

a)



b) En el DCL ***T*** es la tensión del tendón y ***P*** es la fuerza ejercida sobre el pie.

$$\sum F = 0 \rightarrow T + n - P = 0 \rightarrow n = P - T \quad (1)$$

El pie está en equilibro rotacional

$$+\circlearrowright \sum \tau_0 = 0 \rightarrow 4.6T - 12.6n = 0 \quad (2)$$

Reemplazando (1)en (2) obtenemos

$$4.6T - 12.6(P - T) = 0 \rightarrow 17.2T = 12.6P$$

$$T = \frac{(12.6)(75)(9.8)}{17.2} \rightarrow T = 538N$$

c) Se necesita la definición del módulo de Young, $Y = \frac{F/A}{\Delta L/L} \rightarrow Y = \frac{FL}{(\Delta L)(A)}$

$$\Delta L = \frac{FL}{(Y)(A)} \rightarrow \Delta L = \frac{(538)(0.25)}{(1.47x10^9)(78x10^{-6})} \rightarrow \Delta L = 1.17x10^{-3}m \rightarrow \Delta L = 1.17mm$$

<u>Rubrica para el problema 5</u>

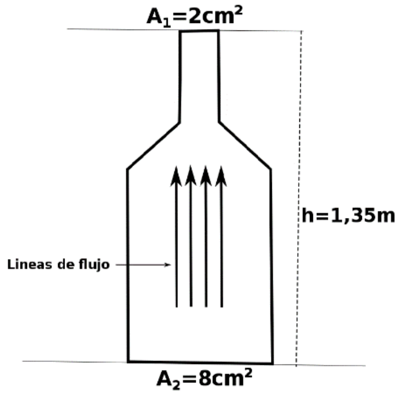
5a. Elabora correctamente el diagrama de fuerzas del pie	Hasta 3 puntos
5b. Plantea las dos ecuaciones de equilibrio de forma correcta	Hasta 4 puntos
5b. Calcula correctamente la tensión del tendón.	Hasta 3 puntos
5c. A partir de la definición del módulo Young obtiene la expresión $\Delta L = \frac{FL}{(Y)(A)}$ y calcula la deformación $\Delta L = 1.17mm$	Hasta 4 puntos

Problema 6 (12 puntos)

Una bebida (principalmente agua) fluye por una tubería de una planta embotelladora con una tasa de flujo de masa que llenaría 220 latas de 0.355 L por minuto. En la parte más baja del tubo (punto 2), la presión es de 152 kPa y el área transversal es de 8 cm^2. En el punto 1, ubicado 1.35 m arriba del punto 2, el área transversal es de 2 cm^2. Calcular:

a) la rapidez de flujo de masa;
b) la rapidez de flujo de volumen;
c) la rapidez de flujo en los puntos 1 (v_1) y 2 (v_2);
d) la presión en el punto 1.

(dar las respuestas en el SI)



Solución:

La rapidez del flujo de masa es el producto de la densidad del líquido por el gasto o caudal

a. $\frac{dm}{dt} = \rho G \rightarrow \frac{dm}{dt} = \rho \frac{Vol}{t} \rightarrow \frac{dm}{dt} = (1000)\frac{(220)(0.355)}{(60)(1000)} \rightarrow \frac{dm}{dt} = 1.3\ \frac{kg}{s}$

b. Ya que conocemos la rapidez de flujo de masa, entonces la rapidez de flujo de volumen o gasto se lo obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{dm}{dt} = \rho G \rightarrow G = \frac{\frac{dm}{dt}}{\rho} \rightarrow G = \frac{1.3\ \frac{kg}{s}}{1000\ \frac{kg}{m^3}} \rightarrow G = 1.3x10^{-3}\frac{m^3}{s}$$

c. Para calcular la rapidez de flujo en los puntos 1 y 2 tenemos:

$v_1 = \frac{G}{A_1} \rightarrow v_1 = \frac{1.3x10^{-3}}{2x10^{-4}} \rightarrow v_1 = 6.5\, m/s$

Dado que, $A_2 v_2 = A_1 v_1 \rightarrow v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} \rightarrow v_2 = \frac{(2)(6.5)}{(8)} \rightarrow v_2 = 1.63\, m/s$

d. Entonces aplicando la ecuación de Bernoulli

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \rightarrow P_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho[v_2^2 - v_1^2] - \rho g h$$

$$P_1 = 1.52x10^5 + 0.5(1000)[1.63^2 - 6.5^2] - (1000)(9.8)(1.35)$$

$$P_1 = 119kPa$$

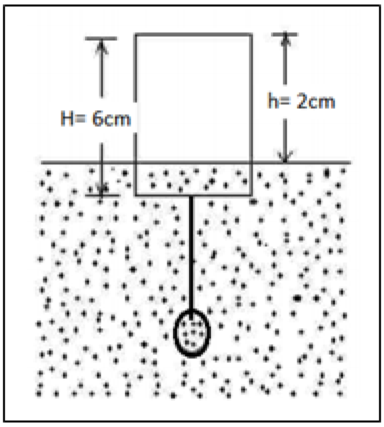
Rubrica para el problema 6

6a. Se define $\frac{dm}{dt} = \rho G$ y calcula correctamente el flujo de masa.	Hasta 3 puntos
6b. Se calcula correctamente el gasto.	Hasta 2 puntos
6c. Se calcula correctamente tanto v_1 como v_2 .	Hasta 2 puntos
6d. Aplica correctamente la ecuación de Bernoulli para obtener la presión en el punto 1 (P_1 = 119 kPa)	Hasta 5 puntos

Problema 7 **(12 puntos)**

La figura muestra una bola de hierro suspendida por un hilo de masa despreciable desde un cilindro que flota parcialmente sumergido en agua. El cilindro tiene una altura de 6cm, un área de base de 12 cm^2 (en la parte superior y el fondo), una densidad de 0.30 g/cm^3 y 2 cm de su altura está sobre la superficie del agua. Si la densidad de la bola de hierro es 7.90 g/cm^3, determinar su radio.

Vista frontal



Solución

Datos:

$$Cilindro: H = 0.06m, \quad A = 12 \times 10^{-4}\, m^2, \quad \rho_c = 300\frac{kg}{m^3}, \quad h = 0.02m$$

$$Bola\ de\ hierro:\ radio = R,\ \ \rho_{Fe} = 7900\frac{kg}{m^3}$$

Aplicando condiciones de equilibrio al sistema parcialmente sumergido se tiene:

$$Para\ la\ bola\ de\ hierro: T + E = mg \quad (1)$$

$Para\ el\ cilindro: E^* = Mg + T \quad (2)$

$De\ la\ ecuación\ \ (2)\ \ se\ tiene:\ \ T = E^* - Mg$

$De\ la\ ecuación\ \ (1)\ \ se\ tiene:\ \ E^* - Mg + E = mg$

$$\rho_{H2O} g V_S^* - Mg + \rho_{H2O} g V_S = mg$$

$$\rho_{H2O} V_S^* - M + \rho_{H2O} V_S = m$$

$$\rho_{H2O} A(H-h) - \rho_c AH + \rho_{H2O}\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right) = \rho_{Fe}\left(\frac{4}{3}\pi R^3\right)$$

$$3\rho_{H2O} A(H-h) - 3\rho_c AH = (\rho_{Fe} - \rho_{H2O})(4\pi R^3)$$

$$R^3 = \frac{3\rho_{H2O} A(H-h) - 3\rho_c AH}{4\pi(\rho_{Fe} - \rho_{H2O})}$$

$$R^3 = \frac{3(1000)(12 \times 10^{-4})(0.04) - 3(300)(12 \times 10^{-4})(0.06)}{4\pi(7900 - 1000)}$$

$$R = 9.71mm$$

Rubrica para el problema 7

Escribe la ecuación de equilibrio para la esfera de hierro	Hasta 2 puntos
Escribe la ecuación de equilibrio para el cilindro	Hasta 2 puntos
Define correctamente el empuje que experimenta tanto la esfera como el cilindro	Hasta 4 puntos
Calcula correctamente el radio de la esfera	Hasta 4 puntos