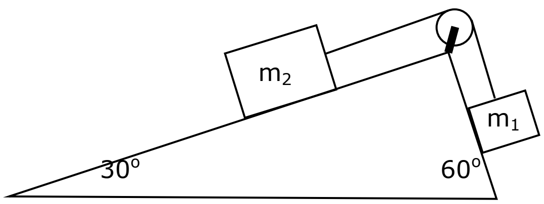
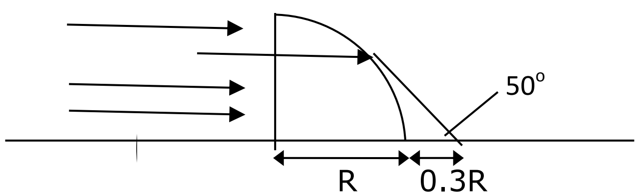
UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE FÍSICA
XXVIII OLIMPIADA ESTATAL DE FÍSICA

PROBLEMAS

1. Se tiene una cuña con una polea en el vértice superior como la que se muestra en la figura. Una cuerda muy delgada pasa a través de la polea y tiene atados a sus extremos dos cuerpos de masa m_1 y m_2. La fricción entre los cuerpos y la superficie de la cuña es despreciable, así como también entre la cuerda y la polea. (a) Encuentre la relación entre las masas m_1 y m_2 para que el sistema esté en equilibrio. (b) Si $m_2 = 2m_1$, calcule la aceleración de los cuerpos.



2. Sobre una mesa se encuentra una pieza de vidrio, cuya forma es de un cuarto de cilindro, de radio R, la cual es iluminada por medio de un láser que hace un barrido sobre la cara vertical, de tal manera que el rayo siempre es horizontal. La luz que sale por la cara curva del vidrio empieza a iluminar la mesa a partir de una distancia de 0.3R, medida desde el punto donde se apoya la cara curva del vidrio con la mesa, de forma tal que dicho haz luminoso forma un ángulo de 50° con la superficie de la mesa. Calcule el índice de refracción del vidrio.



3. ¿A qué altura sobre el nivel del mar se debería llevar un cuerpo para que su peso disminuyera a la mitad?

4. Un pequeño objeto se encuentra completamente sumergido en la superficie del agua contenida en un vaso. El cuerpo se suelta y recorre 16.2 cm antes de tocar el fondo. Calcule la densidad del objeto si tarda 0.2 segundos en llegar al fondo. Desprecie la resistencia del agua. La densidad del agua es de 1000 kg/m^3.

5. Dos esferas metálicas, ambas de 20 g y con cargas de distinto signo, cuelgan verticalmente de hilos aislantes. La primera esfera tiene una carga de $+7.0 \times 10^{-6}$ C y está separada de la segunda por una tarjeta aislante y delgada. Cuando la tarjeta se retira las esferas entran en contacto y después de un instante se separan una distancia de 30 cm, quedando en reposo de manera tal que ambos hilos forman ángulos de 60° con la vertical. Indique la carga que pudo haber tenido la segunda esfera.

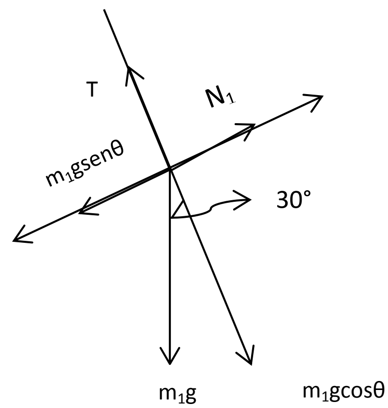
Junio 22, 2019.

SOLUCIONES A LOS PROBLEMAS DELA XXVIII OLIMPIADA ESTATAL DE FISICA
XALAPA, VERACRUZ, 22 DE JUNIO DE 2019

PROBLEMA 1

(a) Se analizan las fuerzas sobre cada uno de los bloques en un diagrama de cuerpo libre y se escriben las ecuaciones de movimiento.

BLOQUE 1



$$\sum Fx = 0$$

$$N_1 - m_1 g\ Sen\theta = 0$$

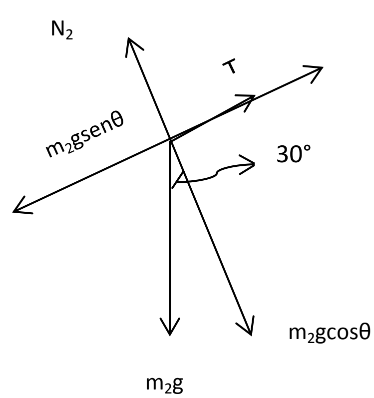
$$N_1 = m_1 g\ Sen\theta$$

$$\sum Fy = ma = 0$$

$$T - m_1 gCos\theta = m_1 a = 0 \text{...} (1)$$

$$T = m_1 gCos\theta \text{...} (1.a)$$

BLOQUE 2



$$\sum Fx = ma = 0$$

$$T - m_2 gSen\theta = -m_2 a = 0 \text{...} (2)$$

$$T = m_2 gSen\theta \text{..} (2.a)$$

Igualando (1.a) y (2.a)

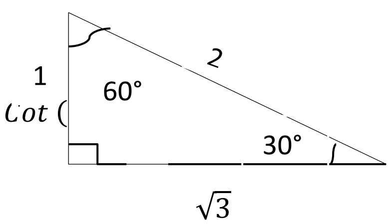
$$m_1 gCos\theta = m_2 gSen\theta$$

$$m_2 = \frac{Cos\theta}{Sen\theta} m_1$$

$$m_2 = m_1 Cot\theta$$

$$m_2 = m_1 Cot(30°)$$

Auxiliándonos del triángulo:



$$m_2 = \sqrt{3}\, m_1$$

$$\boldsymbol{m_2 = \sqrt{3} m_1 \approx 1.732\, m_1}$$

(b) Retomando las ecuaciones (1) y (2) e igualando las tensiones:

$$m_1 a + m_1 gCos\theta = m_2 gSen\theta - m_2 a$$

$$(m_1 + m_2)a = (m_2 Sen\theta - m_1 Cos\theta)g$$

$$a = \frac{m_2 Sen\theta - m_1 Cos\theta}{m_1 + m_2} g$$

$$a = \frac{2m_1 Sen\theta - m_1 Cos\theta}{m_1 + 2m_1} g$$

$$a = \frac{m_1(2Sen\theta - Cos\theta)}{3m_1} g$$

$$a = \frac{[2Sen(30°) - Cos(30°)]}{3} g$$

$$a = \frac{1 - \frac{\sqrt{3}}{2}}{3} g$$

$$\boldsymbol{a = \frac{2 - \sqrt{3}}{6} g}$$

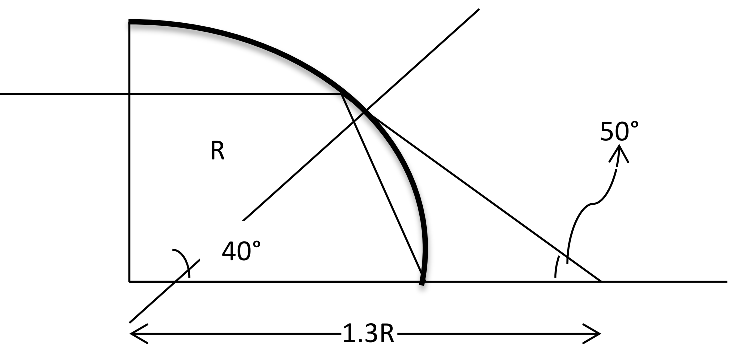
$$a = 0.045g$$

$$a = 0.45\ (9.81\ \frac{m}{s^2})$$

$$\boldsymbol{a = 0.44\frac{m}{s^2}}$$

PROBLEMA 2

Considerando n_1 el índice de refracción del vidrio y sabiendo que el coeficiente de refracción del aire es 1.



El límite cuando la luz no atraviesa el vidrio es en la reflexión interna total, esto es:

$$n_1 Sen\theta_1 = n_2 Sen\theta_2$$

$$n_1 Sen(40°) = (1)Sen90°$$

$$\boldsymbol{n_1 = \frac{1}{Sen(40°)}}$$

$$\boldsymbol{n_1 = 1.556}$$

PROBLEMA 3

El peso del objeto al nivel del mar es

$$m_o g = \omega_o$$

$$\omega_o = \frac{Gm_oM}{R^2} \text{..}(3)$$

Ahora, para que el peso disminuya a la mitad, se debe elevar una altura h:

$$\frac{\omega_o}{2} = \frac{Gm_oM}{(R+h)^2} \text{..}(4)$$

De (3) se tiene que:

$$Gm_oM = \omega_o R^2 \text{..}(5)$$

Sustituyendo (5) en (4):

$$\frac{\omega_o}{2} = \frac{\omega_o R^2}{(R+h)^2}$$

$$(R+h)^2 = 2R^2$$

$$R+h = \pm\sqrt{2}R$$

$$\pm\sqrt{2}R - R = h$$

Solo el signo positivo tiene significado físico

$$h = \sqrt{2}R - R$$

$$\boldsymbol{h = (\sqrt{2}-1)R}$$

$$\boldsymbol{h = 0.4142R = 0.4142(6371km)}$$

$$\boldsymbol{h = 2638.86km}$$

PROBLEMA 4

Las fuerzas que actúan sobre el objeto son su peso y el empuje, donde ρ_1 es la densidad del cuerpo y ρ la densidad del agua.

$$m_1 g - E = m_1 a$$

$$\rho_1 V g - \rho V g = \rho_1 V a$$

$$\rho_1 g - \rho g = \rho_1 a$$

$$a = \frac{\rho_1 - \rho}{\rho_1} g \quad \text{.........(6)}$$

De la cinemática, la ecuación de caída libre es

$$y = \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = \frac{2y}{t^2} \quad \text{.........(7)}$$

Igualando (6) y (7):

$$\frac{\rho_1 - \rho}{\rho_1} g = \frac{2y}{t^2}$$

$$\rho_1 g - \rho g = \frac{2y}{t^2}\rho_1$$

$$\rho_1 g - \frac{2y}{t^2}\rho_1 = \rho g$$

$$\rho_1\left(g - \frac{2y}{t^2}\right) = \rho g$$

$$\rho_1 = \frac{g}{g - \frac{2y}{t^2}}\rho$$

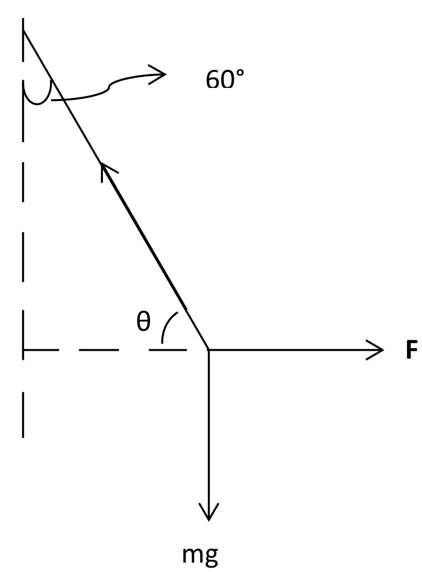
$$\rho_1 = \frac{1}{1 - \frac{2y}{gt^2}}\rho$$

$$\boldsymbol{\rho_1 = \left(1 - \frac{2y}{gt^2}\right)^{-1} \rho}$$

$$\boldsymbol{\rho_1 = 5764.7\frac{kg}{m^3}}$$

PROBLEMA 5

Un diagrama de cuerpo libre sobre las fuerzas que actúan sobre una de las cargas.



$$F = \frac{kq^2}{R^2} \quad \text{...(8)}$$

$$\sum Fx = 0$$

$$F - TCos\theta = 0$$

$$T = \frac{F}{Cos\theta} \quad \text{...(9)}$$

$$\sum Fy = 0$$

$$TSen\theta - mg = 0$$

$$T = \frac{mg}{Sen\theta} \quad \text{..........(10)}$$

Igualando (12) y (13)

$$\frac{F}{Cos\theta} = \frac{mg}{Sen\theta}$$

$$F = \frac{mgCos\theta}{Sen\theta}$$

Sustituyendo F de la ecuación (8):

$$\frac{kq^2}{R^2} = mgCot\theta$$

$$q = \pm R\sqrt{\frac{mgCot\theta}{k}}$$

$$q = \pm 1.84x10^{-6}C$$

Entre ambas esferas tienen 2(± 1.84 x 10^{-6}) = ± $3.68x10^{-6}C$ que es el exceso de carga después de que se unieron las esferas. Así que si la carga al final fuese negativa, originalmente la carga de la segunda esfera era

$$q = -(3.68 + 7)x10^{-6}C$$

$$\boldsymbol{q = -10.68x10^{-6}C}$$

Pero si fuese positiva, originalmente la carga de la segunda esfera era:

$$q = -(7 - 3.68)x10^{-6}C$$

$$\boldsymbol{q = -3.32x10^{-6}C}$$