

Sociedad Guatemalteca de Docentes de Ciencias



OLIMPIADA GUATEMALTECA DE FÍSICA

PRUEBA TEÓRICA

Etapa Nacional

Primera OLGUAFI

Diciembre 2025

Problema 1

En el departamento de Alta Verapaz se encuentra uno de los ríos más afluentes de Guatemala, el río Cahabón. Considere un tramo recto de dicho río que fluye en dirección x positiva. El ancho del río, de 22.4 m , se puede considerar uniforme para este problema. Un turista A se encuentra en reposo en una orilla (en el origen). Del otro lado del río, otra persona B suelta una pelota y es jalada por la corriente del río con rapidez constante.

En $t = 0.00\text{ s}$, el turista observa la pelota a 45.0° sobre el eje x y en el instante $t = 10.25\text{ s}$, la ve a 30.0° sobre el eje x .

a. Realice un diagrama de la situación anterior. [3 p]

b. Calcule la velocidad con la que se mueve la pelota. [3 p]

c. ¿Cuánto tiempo antes del instante $t = 0.00\text{ s}$ la persona B soltó la pelota? [1.5 p]

d. ¿En qué instante (después de $t = 0\text{ s}$) la pelota estará a una distancia de 58.24 m del turista? [3 p]

Ahora considere que, en el instante $t = 0.00\text{ s}$, el turista A comienza a correr con rapidez constante de 2.00 m/s en dirección x positiva.

e. ¿Cuál es la distancia mínima que estarán separados el turista y la pelota? [1.5 p]

f. ¿En cuánto tiempo estarán separados dicha distancia mínima? [3 p]

Problema 2

Una pelota de ping-pong se sumerge totalmente en agua dentro de un recipiente mientras está sujeta en la parte inferior por una cuerda que la mantiene en reposo. Suponga que la pelota es perfectamente esférica, de radio interno de 4.57 cm y que el plástico de la pelota tiene un espesor de 0.305 mm .

Dado los siguientes valores:

$$\begin{aligned}\rho_{\text{agua}} &= 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} & \rho_{\text{aire}} &= 1.30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \rho_{\text{plástico}} &= 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} & g &= 9.80 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\end{aligned}$$

AYUDA: Considere el volumen y el área superficial de una esfera como:

$$V = \frac{4}{3}\pi R^3 \qquad A = 4\pi R^2$$

a. Indique el volumen de aire, en m^3 , adentro de la pelota [1.5 p]

b. Indique el volumen del plástico, en m^3 , de la pelota [1.5 p]

c. Determine la masa de aire, en kg , dentro la pelota [1.5 p]

d. Determine la masa del plástico, en kg , de la pelota [1.5 p]

e. Realice el DCL de la pelota. [1.5 p]

f. Calcule el empuje, en N , que experimenta la pelota [3 p]

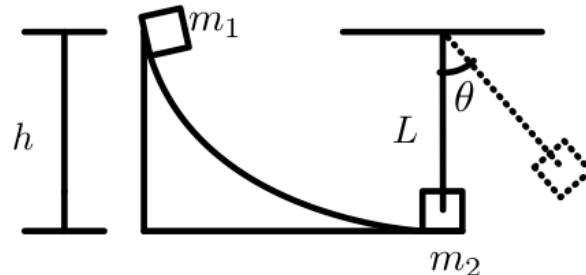
g. Determine la tensión, en N , de la cuerda que sujeta a la pelota [2 p]

h. Si se corta la cuerda, determine la aceleración, en m/s^2 , que experimentaría la pelota [2.5 p]

Problema 3

Una masa $m_1 = 1.25$ kg se suelta desde el reposo en una pista curva sin fricción a una altura $h = 0.40$ m.

En el punto más bajo, m_1 choca con una masa idéntica $m_2 = 1.25$ kg que cuelga de una cuerda de longitud $L = 0.40$ m. Tras la colisión, ambas masas quedan unidas. (Considere $g=9.8$ m/s²)



a. Determine la velocidad de la masa m_1 inmediatamente antes del impacto. [3 p]

b. Determine la velocidad del sistema unido inmediatamente después del impacto. [3 p]

c. Determine la altura vertical máxima que alcanza el sistema unido sobre el punto de colisión. [3 p]

d. Determine el ángulo θ máximo que forma la cuerda con la vertical luego del choque. [3 p]

e. Determine la cantidad de energía mecánica disipada durante el choque. [3 p]

Problema 4

Se sabe que la aceleración de la gravedad en la superficie de la Tierra tiene un valor aproximado de 9.80 m/s². Sin embargo, Pablo (un estudiante muy curioso) quiere usar los datos del Planeta para verificar qué error hay al calcular el tiempo de caída libre de un cuerpo entre Escuintla (al nivel del mar) y Cobán (a una altura $h=1320$ m sobre el nivel del mar). Él consulta su libro de Física y anota los siguientes datos:

$$M_{Tierra} = 5.97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_{Tierra} = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$$

$$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$$

a. ¿Cuál es la aceleración g de la gravedad que calcula Pablo en Escuintla? (Deje su resultado con dos decimales) [3 p]

b. Establezca una expresión general de la diferencia Δg de la aceleración de la gravedad entre Escuintla y Cobán; no es necesario simplificar algebraicamente dicha expresión. [1.5 p]

c. ¿Cuánto vale la disminución Δg en la aceleración de la gravedad que calcula Pablo entre Escuintla y Cobán? [3 p]

d. ¿Cuál es el porcentaje de error de Δg respecto a la aceleración g de la gravedad que calculó Pablo? [1.5 p]

e. Considerando caída libre y la aceleración g de la gravedad que calculó Pablo, ¿cuál es el tiempo que le toma a un cuerpo, que se suelta desde 1 m en Escuintla, en llegar al suelo? [3 p]

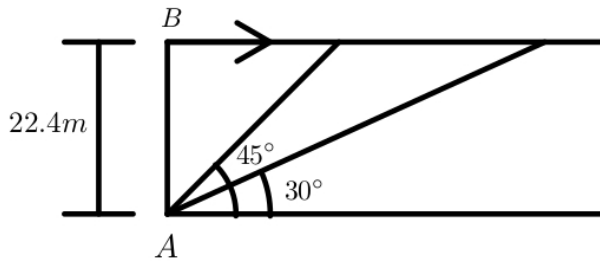
f. Si se considera $2g\Delta t = t\Delta g$, donde Δt es el error en el tiempo de caída libre, calcule dicho error Δt para la caída de 1 m de altura del objeto. [1.5 p]

g. Calcule el porcentaje de error entre Escuintla y Cobán de Δt respecto al tiempo de caída de 1 m. [1.5 p]

Soluciones

Problema 1

Inciso A.



Inciso B.a = 22.4m

Desplazamiento. Opción 1.

$$x_o = \frac{a}{\tan 45^\circ} = a \quad x_f = \frac{a}{\tan 30^\circ} = a\sqrt{3}$$

$$d = x_f - x_o \quad d = a(\sqrt{3} - 1)$$

$$d = 22.4 \text{ m}(\sqrt{3} - 1) \quad d = 16.40\text{m}$$

Desplazamiento. Opción 2.

$$x = \frac{a}{\sin 45^\circ} \quad d = \frac{x}{\sin 30^\circ} \times \sin 15^\circ$$

$$d = \frac{22.4\text{m} \sin 15^\circ}{\sin 45^\circ \sin 30^\circ} \quad d = 16.40\text{m}$$

Calculo de la velocidad

$$v = \frac{x_f - x_o}{t} \quad v = \frac{d}{t}$$

$$v = \frac{16.40 \text{ m}}{10.25 \text{ s}} \quad \therefore v = \boxed{1.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Inciso C

$$x_o = 22.4\text{m} \quad t_o = \frac{x_o}{v}$$

$$t_o = \frac{22.4\text{m}}{1.6\text{m/s}} \quad t_o = \boxed{14\text{s}}$$

Inciso D

$$d_f = 58.24\text{m} \quad x_{f2} = \sqrt{d_f^2 - a^2}$$

$$t = \frac{x_{f2} - x_o}{v} \quad x_{f2} = \sqrt{58.24^2 - 22.4^2} = 53.76 \text{ m}$$

$$t = \frac{(53.76 - 22.4)\text{m}}{1.6\text{s}} \quad t = \boxed{19.6\text{s}}$$

Inciso E.

La distancia mínima se da cuando ambos móviles se encuentran en la misma posición x ($x_A = x_B$). Por lo que la separación mínima será el ancho del río, es decir, $\boxed{22.4\text{m}}$.

Inciso F.

$$v_A t = x_o + vt \quad (v_A - v)t = x_o$$

$$t = \frac{x_o}{(v_A - v)} \quad t = \frac{22.4\text{m}}{(2 - 1.6)\text{m/s}}$$

$$t = 56\text{s}$$

Problema 2

Inciso A

$$R = 4.57\text{cm} = 4.57 \times 10^{-2}\text{m} \quad V_a = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$V_a = \frac{4}{3}\pi(4.57 \times 10^{-2}\text{m})^3 \quad V_a = 4 \times 10^{-4}\text{m}^3$$

Inciso B

$$e = 0.05\text{cm} = 0.305 \times 10^{-3}\text{m} \quad V_p = 4\pi R^2 e$$

$$V_p = 4\pi(4.57 \times 10^{-2}\text{m})^2 * (0.305 \times 10^{-3}) \quad V_a = 8 \times 10^{-6}\text{m}^3$$

Inciso C

$$m_a = \rho_a V_a \quad m_a = 1.30 * 4 \times 10^{-4}$$

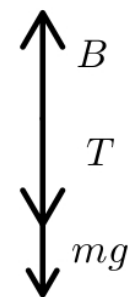
$$m_a = 5.2 \times 10^{-4}\text{kg}$$

Inciso D

$$m_p = \rho_p V_p \quad m_p = 1200 * 8 \times 10^{-6}$$

$$m_p = 9.6 \times 10^{-3}\text{kg}$$

Inciso E



Inciso F

$$B = \rho_{\text{agua}}(V_a + V_p)g$$

$$B = 1000(4 \times 10^{-4} + 8 \times 10^{-6})(9.8)$$

$$B = 4.00\text{N}$$

Inciso G

$$\sum F_y = 0 \quad 0 = B - mg - T$$

$$T = B - mg \quad T = 4.00\text{N} - (9.6 \times 10^{-3} + 5.2 \times 10^{-4})(9.8)$$

$$T = 3.90\text{N}$$

Inciso H

$$\sum F_y = ma \quad ma = B - mg$$

$$a = \frac{B - mg}{m}$$

$$a = \frac{4.00 - (9.6 \times 10^{-3} + 5.2 \times 10^{-4})(9.8)}{(9.6 \times 10^{-3} + 5.2 \times 10^{-4})}$$

$$a \approx 385.3 \text{ m/s}^2$$

Problema 3

Inciso A. Conservación de la Energía Mecánica ($E_i = E_f$).

$$m_1 g h_1 = \frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2$$

$$v_{1i} = \sqrt{2gh_1}$$

$$v_{1i} = \sqrt{2 \cdot (9.8 \text{ m/s}^2) \cdot (0.40 \text{ m})} = \sqrt{7.84 \text{ m}^2/\text{s}^2}$$

$$\mathbf{v}_{1i} = \mathbf{2.8 \text{ m/s}}$$

Inciso B. La Conservación de la Cantidad de Movimiento ($\sum \vec{p}_i = \sum \vec{p}_f$).

$$m_1 v_{1i} + m_2(0) = (m_1 + m_2) v_f$$

$$v_f = \frac{m_1 v_{1i}}{m_1 + m_2}$$

$$v_f = \frac{(1.25 \text{ kg})(2.8 \text{ m/s})}{(1.25 \text{ kg} + 1.25 \text{ kg})} = \frac{3.5 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{2.5 \text{ kg}}$$

$$\mathbf{v_f = 1.4 \text{ m/s}}$$

Inciso C. Conservación de la Energía Mecánica ($E_i = E_f$) para el sistema unido.

$$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_f^2 = (m_1 + m_2)gh_{max}$$

$$h_{max} = \frac{v_f^2}{2g}$$

$$h_{max} = \frac{(1.4 \text{ m/s})^2}{2 \cdot (9.8 \text{ m/s}^2)} = \frac{1.96 \text{ m}^2/\text{s}^2}{19.6 \text{ m/s}^2}$$

$$\mathbf{h_{max} = 0.10 \text{ m}}$$

Inciso D.

$$\cos(\theta_{max}) = \frac{L - h_{max}}{L}$$

$$\cos(\theta_{max}) = \frac{0.40 - 0.10 \text{ m}}{0.40 \text{ m}} = 0.75$$

$$\theta_{max} = \cos^{-1}(0.75)$$

$$\mathbf{\theta_{max} \approx 41.41^\circ}$$

Inciso E.

$$\Delta E = |K_{después} - K_{antes}|$$

$$K_{antes} = \frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 = \frac{1}{2} (1.25)(2.8)^2 = 4.9 \text{ J}$$

$$K_{después} = \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v_f^2 = \frac{1}{2} (2.5)(1.4)^2 = 2.45 \text{ J}$$

$$\Delta E = |2.45 \text{ J} - 4.9 \text{ J}|$$

$$\mathbf{\Delta E = 2.45 \text{ J}}$$

Problema 4

Inciso A.

$$g = \frac{GM_{Tierra}}{R_{Tierra}^2} \quad g = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24}}{(6.37 \times 10^6)^2}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Inciso B

$$g = \frac{GM_{Tierra}}{R_{Tierra}^2} \quad \Delta g = g_1 - g_0$$

$$g_1 = \frac{GM_{Tierra}}{(R_{Tierra} + h)^2} \quad \Delta g = \frac{GM_{Tierra}}{(R_{Tierra} + h)^2} - \frac{GM_{Tierra}}{R_{Tierra}^2}$$

Inciso C

$$\Delta g = \frac{GM_{Tierra}}{(R_{Tierra} + h)^2} - \frac{GM_{Tierra}}{R_{Tierra}^2}$$

$$\Delta g = \frac{(6.67 \times 10^{-11}) \times (5.97 \times 10^{24})}{(6.37 \times 10^6 + 1320)^2} - \frac{(6.67 \times 10^{-11}) \times (5.97 \times 10^{24})}{(6.37 \times 10^6)^2}$$

$$\Delta g = -4.07 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

Inciso D

$$\frac{\Delta g}{g} \times 100\% = \frac{4.07 \times 10^{-3}}{9.81} \times 100\% = 0.0415\%$$

Inciso E

$$h = \frac{1}{2} g t^2 \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 1}{9.81}} \quad t = 0.452 \text{ s}$$

Inciso F.

$$\Delta t = \frac{t \Delta g}{2g} \quad \Delta t = \frac{0.452 \text{ s} \times 4.07 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2}{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta t = 9.38 \times 10^{-5} \text{ s}$$

Inciso G .

$$\frac{\Delta t}{t} \times 100\% = \frac{9.38 \times 10^{-5}}{0.452} \times 100\% = 0.0208\%$$