XVI OLIMPIADA ESPAÑOLA

DE FÍSICA

Almería, 1 a 4 de abril de 2005

SALAMANCA, 3-12th JULY 2005 SPAIN
IPhO
36th International
Physics Olympiad

R.S.E.F.

XVI Olimpiada
ESPAÑOLA DE FÍSICA
XXXVI Internacional
X Iberoamericana

IN LUMINE SAPIENTIA · UNIVERSITAS ALMERIENSIS ·

EJERCICIOS PROPUESTOS

Y SOLUCIONES

En la noria del parque de atracciones

Prueba teórica 1 (12 puntos)

Un buen día soleado, Pedro y Ana se divierten en el parque de atracciones. Montados en la noria, a Pedro se le plantean muchas cuestiones de Física, como las siguientes.

El radio de la noria es $R = 10$ m, y el motor que la acciona tiene una potencia $P = 2$ kW. Se desprecian todos los rozamientos.

a) ¿Cuál es la masa móvil de la noria, suponiendo que toda ella se encuentra en la periferia, si tarda 10 s en adquirir una velocidad angular de 0,2 rad /s?

b) Cuando Pedro pasa por la posición más alta, se le cae una moneda del bolsillo. ¿Cuánto tardará en llegar al suelo? ¿A qué distancia cae, medida desde la vertical del punto más alto?

c) ¿Qué velocidad angular debería tener la noria para que Ana se sintiera ingrávida, y en qué posición le ocurriría esto?

d) Describe el movimiento de Ana visto desde la cabina de Pedro, diametralmente opuesta a la suya. ¿Cuáles son su velocidad y aceleración en función del tiempo? ¿Cómo es el movimiento de Pedro respecto a Ana?

e) En un momento en que el motor esta desconectado y la noria girando a una velocidad de 0,1 rad/s, Pedro sube a la noria en marcha dando un pequeño salto lateral desde el andén. Si pesa 50 kg, ¿cuál es la variación de velocidad angular de la noria debida al salto?

Solución

a) El trabajo realizado por el motor, con una potencia constante, es $W = Pt$. Por otra parte, también es igual al aumento de energía cinética de la noria. Si se supone que toda la masa está en la periferia, la energía cinética de la noria es la misma que la de una partícula que se mueve con la velocidad lineal periférica, $v = \omega R$.

$$W = \Delta E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad \Rightarrow \quad \boxed{m = \frac{2W}{v^2} = \frac{2Pt}{\omega^2 R^2} = \frac{2 \cdot 2000 \cdot 10}{0,2^2 \cdot 10^2} = 1,0 \cdot 10^4 \ kg}$$

b) El tiempo de caída es independiente de la componente horizontal de la velocidad inicial, por tanto es el mismo que si la moneda se dejara caer desde el reposo:

$$\boxed{t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 20}{9,8}} = 2,0 \text{ s}}$$

La distancia horizontal recorrida por la moneda en su caída es la de un movimiento uniforme con velocidad igual a la de la noria en el tiempo de caída:

$$\boxed{d_h = v_h t = 2 \cdot 2 = 4,0 \text{ m}}.$$

c) La sensación de ingravidez se da cuando el peso es la única fuerza que actúa, por lo que $mg = ma$, siendo a la aceleración normal o centrípeta, $\omega^2 R$, de un punto de la noria:

$$mg = m\omega^2 R \;\Rightarrow\; \omega^2 R = g \;\Rightarrow\; \boxed{\omega = \sqrt{\frac{g}{R}} = \sqrt{\frac{9,8}{10}} = 0,99 \text{ rad/s.}}$$

d) Es también un movimiento circular con la misma velocidad angular (tarda el mismo tiempo en dar una vuelta completa), pero con un radio igual a la distancia que los separa, $2R$.

$$\boxed{v_{Ana} = \omega 2R = 4 \text{ m/s}; \quad a_{Ana} = \omega^2 2R = 0,8 \text{ m/s}^2}$$

El movimiento de Pedro respecto a Ana es el mismo que el de Ana respecto a Pedro, salvo la velocidad, que es del mismo módulo y de signo contrario:

$$\boxed{v_{Pedro} = (-\omega)2R = -4\, m/s; \quad a_{Pedro} = (-\omega)^2\, 2R = 0,8\, m/s}$$

e) Como el salto es lateral, se conserva el momento angular de la noria: **L** = $Cte.$ $\Rightarrow$ $L_f = L_i$. El módulo del momento angular de la noria, supuesta toda su masa en la periferia, es el módulo de la cantidad de movimiento de una partícula periférica equivalente (con toda la masa) multiplicada por el radio. Los subíndices i, f, denotan inicial y final, es decir, antes y después del salto, respectivamente:

$$(Mv_i)R = ((M+m)v_f)R \;\Rightarrow\; M\omega_i = (M+m)\omega_f \;\Rightarrow\; \omega_f = \omega_i \frac{M}{M+m},$$

$$\boxed{\Delta\omega = \omega_i\left(\frac{M}{M+m} - 1\right) = \omega_i \frac{-m}{M+m} = -0,1\frac{50}{10050} = -5,0\cdot 10^{-4} \text{ rad/s}}.$$