Preparando la PEP 2

Física I

Profesor Rubén Montecinos

1.- Hace aproximadamente 50,000 años, un meteorito se estrelló contra la Tierra cerca de lo que actualmente es la ciudad de Flagstaff, en Arizona. Mediciones recientes (2005) estiman que dicho meteorito tenía una masa aproximada de $1.4 \cdot 10^8$ kg y se impactó contra el suelo a 12 $\frac{km}{s}$. a) ¿Cuánta energía cinética pasó este meteorito al suelo? b) ¿Cómo se compara esta energía con la energía liberada por una bomba nuclear de 1 megatones? (Una bomba de un megatón libera la misma energía que un millón de toneladas de TNT, y 1.0 ton de TNT libera $4.184 \cdot 10^9$ J de energía.)

Solución

La velocidad en S.i

$v = 12$ km/s $= 1.2 \times 10^4$ m/s.

Una bomba de 1 megatón es 10^6 toneladas, la cual libera 4.184×10^{15} J de energía.

(a) $K = \frac{1}{2}\left(1.4 \times 10^8 \text{ kg}\right)\left(1.2 \times 10^4 \text{ m/s}\right)^2 = 1.0 \times 10^{16}$ J.

(b) $\frac{1 \times 10^{16} \text{ J}}{4.184 \times 10^{15} \text{ J}} = 2.4$. La energía es equivalente a 2.4 bomba nucleares de 1 megatón.

2.- Un trineo con masa de 8 kg se mueve en línea recta sobre una superficie horizontal sin fricción. En cierto punto, su rapidez es de 4.00 $\frac{m}{s}$; 2,5 m más adelante, su rapidez es de 6 $\frac{m}{s}$. Use el teorema trabajo-energía para determinar la fuerza que actúa sobre el trineo, suponiendo que tal fuerza es constante y actúa en la dirección del movimiento del trineo.

Solución

En un principio

$$K_i = \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}8 \cdot 4^2 = 64J$$

Al final

$$K_f = \frac{1}{2}mv_f^2 = \frac{1}{2}8 \cdot 6^2 = 144J$$

El teorema de trabajo y energía nos indica que:

$$W = \triangle E = E_f - E_i = 144 - 64 = 80J$$

Donde $W = \vec{F} \cdot \vec{d}$, así.

$$F = \frac{W}{d} = \frac{80J}{2,5m} = 32N$$

3.- Un bateador golpea una pelota de béisbol con masa de 0,145 kg y la lanza hacia arriba con rapidez inicial de 25 $\frac{m}{s}$. a) ¿Cuánto trabajo habrá realizado la gravedad sobre la pelota cuando ésta alcanza una altura de 20 m sobre el bate? b) Use el teorema trabajo-energía para calcular la rapidez de la pelota a esa altura. Ignore la resistencia del aire.

Solución (a) Mientras la bola sube, esta se opone a la dirección del movimiento, por lo que

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = -F_g d = -mgd = -28,4J$$

(b)

$$W = E_f - E_i = mgh + \frac{1}{2}mv_i^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = 0$$

$$v_f = \sqrt{v_i^2 + \frac{2W}{m}} = 15,3\frac{m}{s}$$

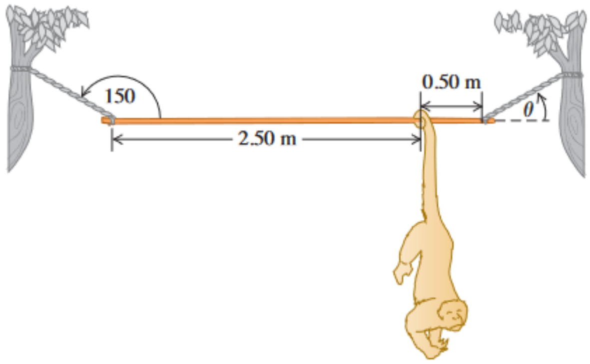

Figure 1: Figura para ejercicio 4

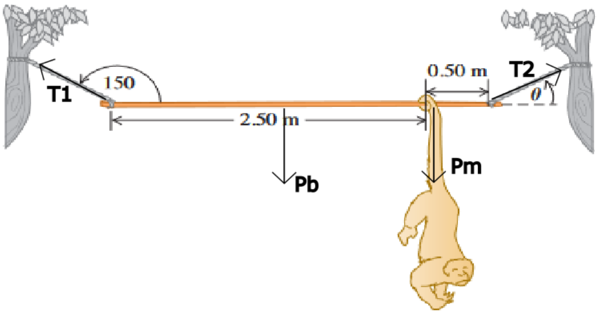

Figure 2: Figura para ejercicio 4

4.- En un zoológico, una varilla uniforme de 240 N y 3.00 m de longitud se sostiene en posición horizontal con dos cuerdas en sus extremos. La cuerda izquierda forma un ángulo de 150° con la varilla, y la derecha forma un ángulo θ con la horizontal. Un mono aullador (Alouatta seniculus) de 90 N cuelga inmóvil a 0.50 m del extremo derecho de la varilla y nos estudia detenidamente. Calcule θ y las tensiones en las dos cuerdas. Empiece dibujando un diagrama de cuerpo libre de la varilla.

Solución

Los vectores fuerza:

$$\vec{P_b} = 240(-\hat{j})[N]$$

$$\vec{P_m} = 90(-\hat{j})[N]$$

$$\vec{T_1} = T_1(-cos(30°)(\hat{i}) + sen(30°)(\hat{j}))[N]$$

$$\vec{T_2} = T_2(cos(\theta)(\hat{i}) + sen(\theta)(\hat{j}))[N]$$

El equilibrio rotacional tomando como punto de referencia donde se aplica T_1

$$\sum \tau = \tau_{Pb} + \tau_{Pm} + \tau_{T2} = -(1,5 \cdot 240) - (2,5 \cdot 90) + (3 \cdot T_2 sen(\theta)) = 0$$

$$T_2 sen(\theta) = 195[N]$$

Para el equilibrio traslacional:

$$\sum F_x = -T_1 cos(30°) + T_2 cos(\theta) = 0$$

$$\sum F_y = -240 - 90 + T_1 sen(30°) + T_2 sen(\theta) = 0$$

Por lo tanto

$$T_1 sen(30°) + 180 = 330$$
$$T_1 = 270[N]$$

$$T_2 cos(\theta) = 270 cos(30°) = 233,82[N]$$

y

$$T_2 sen(\theta) = 195[N]$$

Dividiendo ambas

$$\frac{T_2 sen(\theta)}{T_2 cos(\theta)} = \frac{195}{233,82}$$
$$tan(\theta) = 0,8339$$
$$\theta = 39,82°$$

Entonces $T_2 = 303[N]$

5.- Un transportador de equipaje tira de una maleta de 20 kg, para subirla por una rampa inclinada 25° sobre la horizontal, con una fuerza de magnitud 140 N que actúa paralela a la rampa. El coeficiente de fricción cinética entre la rampa y la maleta es μ_k=0,3. Si la maleta viaja 3,80 m en la rampa, calcule el trabajo realizado sobre la maleta por a) la fuerza F b) la fuerza gravitacional, c) la fuerza normal, d) la fuerza de fricción, e) todas las fuerzas (el trabajo total hecho sobre la maleta). f) Si la rapidez de la maleta es cero en la base de la rampa, ¿qué rapidez tiene después de haber subido 3.80 m por la rampa?

Solución

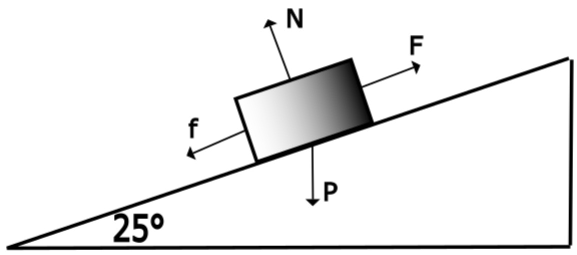

Figure 3: Esquema del problema 5.

(a)

$$W_F = \vec{F} \cdot \vec{d} = F(\hat{\imath}) \cdot d(\hat{\imath}) = 532J$$

(b)

$$W_P = \vec{F} \cdot \vec{d} = mg(-sen(25)\hat{\imath} - cos(25)\hat{\jmath}) \cdot d(\hat{\imath}) = -314,7J$$

(c)

$$W_N = \vec{F} \cdot \vec{d} = N(\hat{\jmath}) \cdot d(\hat{\imath}) = 0J$$

(d) Por sumatoria de fuerzas en el eje Y

$$N = Pcos(25) = mgcos(25) = 177,63N$$

$$W_f = \vec{F} \cdot \vec{d} = \mu N(-\hat{\imath}) \cdot d(\hat{\imath}) = -202,5J$$

(e)

$$W = W_F + W_N + W_f + W_P = 14,8J$$

(f)

$$W = K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = 1,21\frac{m}{s}$$

6.- Considere el sistema de la figura. La cuerda y la polea tienen masas despreciables, y la polea no tiene fricción. Entre el bloque de 8.00 kg y la mesa, el coeficiente de fricción cinética es μ_k=0,25. Los bloques se sueltan del reposo. Use métodos de energía para calcular la rapidez del bloque de 6.00 kg después de descender 1.50 m.

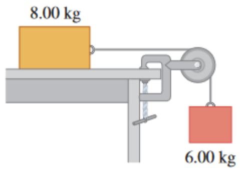

Figure 4: Esquema del problema 6.

Solución. El teorema de trabajo y energía, nos indica que

$$W = E_F - E_i$$

Las energías cinéticas iniciales, debido a que sus velocidades son nulas

$$E_i = 0J$$

En la energía final hay que considerar la velocidad de ambos bloques.

$$E_f = \frac{1}{2}(m)(v_1^2) + \frac{1}{2}(m_2)(v_2^2) +$$

$$E_f = \frac{1}{2}(8)(v^2) + \frac{1}{2}(6)(v^2) = 7v^2$$

Para el trabajo, analicemos las fuerzas que afectan al problema según la figura 6 .

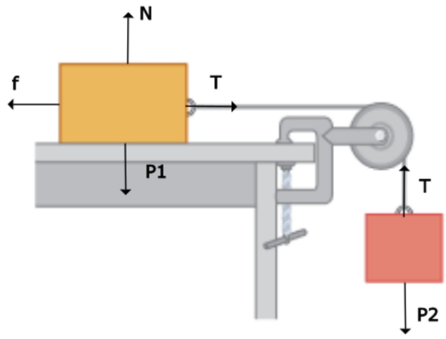

Figure 5: Esquema de fuerzas problema 6.

Vemos que el trabajo de la fuerza de roce es:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = \mu N(-\hat{i}) \cdot 1,5(\hat{i}) = -29,4J$$

La tensión

$$T = P_2 = m_2 g$$

Y el trabajo realizado por la tensión :

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = m_2 g(\hat{\imath}) \cdot 1,5(\hat{\imath}) = 88,2J$$

Finalmente, el trabajo resultante será W=58,8J y este se convertirá en energía cinética, por lo tango

$$58,8 = 7v^2$$

$$v = 2,9\frac{m}{s}$$

7.- ¿Qué sección debe tener el émbolo grande de una prensa hidráulica, para que ejerciendo sobre el pequeño una presión de $2{\cdot}10^4$ Pa, se origine una fuerza de 10^5 N? Si el émbolo pequeño tiene una sección 20 veces menor que el grande, ¿qué fuerza hemos tenido que hacer?

Solución.

La definición de la presión

$$P = \frac{F}{S} \rightarrow S = \frac{F}{P} = 5m^2$$

Luego

$$\frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B}$$

donde utilizaremos el subíndice A para el émbolo pequeño y el subíndice B para el grande. Por tanto, según el enunciado

$$20S_A = S_B$$

Finalmente

$$F_A = 5000N$$

8.- Un bloque cúbico de madera de 10.0 cm por lado flota en la interfaz entre aceite y agua con su superficie inferior 1.50 cm bajo la interfaz. La densidad del aceite es de 790 $\frac{Kg}{m^3}$. a) ¿Qué presión manométrica hay en la superficie superior del bloque? b) ¿Y en la cara inferior? c) ¿Qué masa y densidad tiene el bloque?

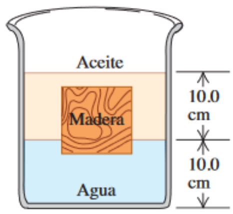

Figure 6: Esquema de fuerzas problema 8.

Solución.

(a) En la superficie superior

$$P = \rho g h = 790 \cdot 9,8 \cdot 0,015 = 116[Pa]$$

(b) En la cara inferior

$$P = \rho_{aceite} g h_{aceite} + \rho_{agua} g h_{agua}$$

$$P = 7909,8 \cdot 0,1 + 1 \cdot 9,8 \cdot 0,015 = 921[Pa]$$

(c) Consideremos que el área de la cara es de $A = 0,01m^2$

Por otro lado, si realizamos sumatoria de fuerzas al objeto debemos considerar su peso, la fuerza generada por la presión de la cara de arriba y la fuerza provocada por la presión de la cara de abajo

$$\sum F = -F_{arriba} + F_{abajo} - P = 0$$

$$P_{abajo}A - P_{arriba}A = mg$$

$$(921 - 116)A = mg$$

$$m = 0,821Kg$$

Así $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,821Kg}{10^{-3}m^3} = 821kg/m^3$