UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

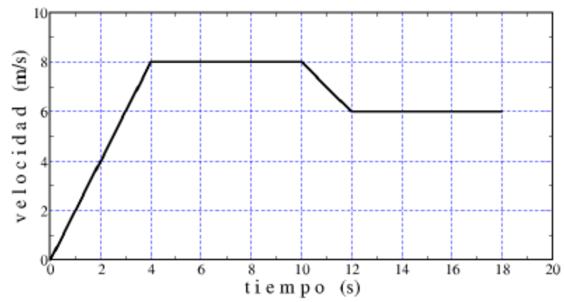
Centro de Investigación en Ciencias

Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería

SMF Sociedad Mexicana de Física

XXIII OLIMPIADA ESTATAL DE FÍSICA (2015)

1. ***¿Qué distancia recorre en 18 segundos el objeto cuya gráfica de velocidad contra tiempo se muestra en la figura?***



En la gráfica de velocidad versus tiempo para un objeto, el área bajo la curva entre dos tiempos cualesquiera es la distancia recorrida por el objeto en ese periodo de tiempo.

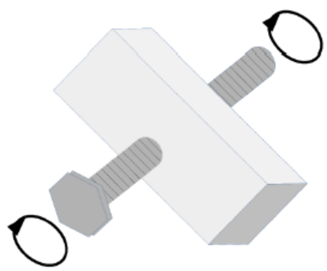
- El área bajo la curva de una gráfica de velocidad vs tiempo es el desplazamiento.
  distancia = (velocidad)(tiempo).

- $d_1 = \frac{(8m/s)(4s)}{2} = 16m,$ $\quad d_2 = \left(8\frac{m}{s}\right)(10s - 4s) = 48m,$

$d_3 = \left[\left(6\frac{m}{s}\right)(12s - 10s)\right] + \left[\frac{\left((8\frac{m}{s}) - (6\frac{m}{s})\right)(12s - 10s)}{2}\right] = 14m,$ $\quad d_4 = \left(6\frac{m}{s}\right)(18s - 12s) = 36m$

$$Distancia\ Total = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = 114m$$

2. ***¿Un tornillo que tiene 12 vueltas/cm y un diámetro de 1.18 cm, se introdujo 2.5 cm en una barra fija perforada con el mismo tipo de rosca del tornillo. Si el tornillo se hizo girar a 60 revoluciones/minuto, ¿en cuánto tiempo se realizó el proceso?***



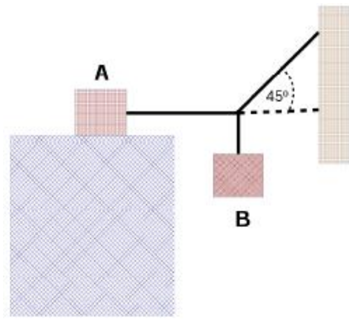
Se introduce una distancia de *2.5 cm* y lo hace a *12 vueltas/cm.*

El tornillo da (*2.5 cm)(12 vueltas/cm) = 30 vueltas.*

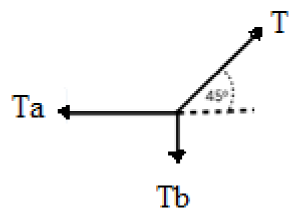
Dado que el tornillo dio *30 vueltas* a una velocidad de *60 revoluciones/minuto.*

Se tardo: $t = {}^{30\ vueltas}/_{60\ rev/min} = 0.5min = 30s$

3. El bloque A de la figura pesa 712 N. Si el coeficiente de fricción estática entre este bloque y la mesa es de 0.25, determine el peso máximo del bloque B para el cual el bloque A permanece en reposo.



Considérese el diagrama de cuerpo libre:



La suma de las tensiones debe ser es cero.

Trabajando en componentes:

La tensión horizontal $T_a = \mu_s m_a g$, la tensión vertical $T_b = m_b g$ y la tensión de la cuerda a 45º es T.

Entonces:

$$-T_a + Tcos(45°) = 0$$

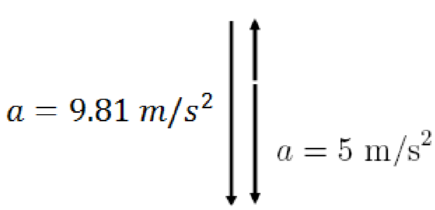
$$-T_b + Tsen(45°) = 0$$

De esto se tiene que: $\frac{Tsen(45°)}{Tcos(45°)} = \frac{T_b}{T_a}$ entonces: $\frac{T_b}{T_a} = 1.$

Es decir: $\frac{T_b}{T_a} = \frac{m_b g}{\mu_s m_a g} = \frac{m_b g}{(0.25)(712N)} = 1$ de donde: $m_b g = (0.25)(712N) = \mathbf{178N}$

4. Un bombero con una masa de 90 kg, se desliza hacia abajo por un poste vertical con una aceleración media de $a = 5\ m/s^2$. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza vertical media que ejerce sobre el tubo?

La aceleración con que el bombero es frenado por el tubo, es la diferencia entre la aceleración: $g = 9.81\ m/s^2$ y $a = 5\ m/s^2$. Por lo tanto, la fuerza que ejerce sobre el tubo será: *F=(m)(a_t)*. Con *m: masa* del bombero y a_t: la diferencia de las aceleraciones.



Entonces: $a_t = 5\ m/s^2 - 9.81\ m/s^2 = -4.81\ m/s^2$

F=(m)(a_t)

F= (90kg) (4.81 m/s^2)= 432.9N

5. ***Imagine un lago congelado. Un muchacho de 50 kg y un trineo de 10 kg están inicialmente en reposo sobre su superficie, a una distancia de 20 m uno de otro. El muchacho ejerce sobre el trineo una fuerza constante de 10 N por medio de una cuerda atrayéndolo hacia él. ¿A qué distancia se encuentran uno de otro después de jalarlo durante 5 segundos? Desprecie la fricción del muchacho y el trineo con el hielo.***

Masa del muchacho: M = 50kg. Masa del trineo: m = 10kg. Fuerza constante: F = 10N.

Distancia de separación entre ellos: d = 20m. Tiempo de aplicación: t = 5s.

Dado que la fuerza de aplicación es la misma sobre ambos cuerpos, estos se moverán pero a diferente aceleración debido a sus masas.

Para el muchacho: $F = Ma_m$ entonces: $a_m = F/M = 10N/50kg = 0.2\,{}^{m}/_{s^2}$

Para el trineo: $F = ma_t$ entonces: $a_t = F/m = 10N/10kg = 1.0\,{}^{m}/_{s^2}$

El desplazamiento para cuerpos bajo determinada aceleración es: $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$.

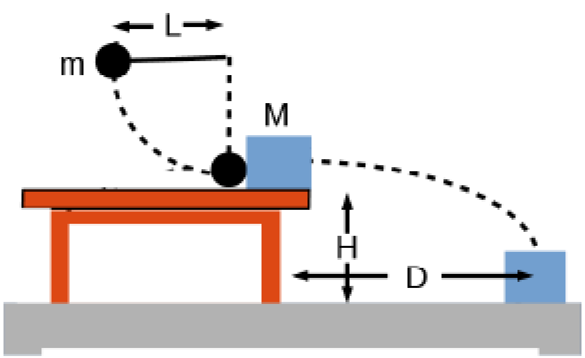
Dado que $x_0 = 0\,m$ y $v_0 = 0\,\frac{m}{s}$, entonces: $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ queda como: $x = \frac{1}{2}at^2$

El desplazamiento para el muchacho es: $x = \frac{1}{2}\left(0.2\,{}^{m}/_{s^2}\right)(5s)^2 = 2.5\,m.$

El desplazamiento para el trineo es: $x = \frac{1}{2}\left(1.0\,{}^{m}/_{s^2}\right)(5s)^2 = 12.5\,m.$

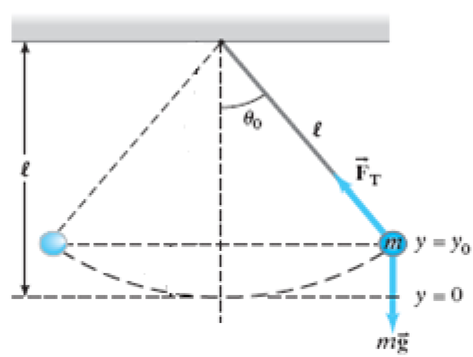
Como la distancia de separación es de *20 m*, entonces quedan a: $20.0\,m - (12.5\,m + 2.5\,m) = 5.0\,m$

6. ***Para calcular la distancia D a la que cae el bloque de acero con masa M = 2.0 kg, como se muestra en la figura, vamos a resolver los siguientes incisos:***



a) Una bola de acero de masa *m = 0.45 kg*, amarrada a un cable de masa despreciable y longitud *L = 70 cm* se deja caer a partir del reposo, ¿qué velocidad v_0 tiene la bola cuando golpea al bloque?

Considerando la figura, así como el principio de conservación de la energía: $E = \frac{1}{2}mv^2 + mgy$, donde *"y" es* la altura vertical de la lenteja del péndulo en cualquier momento.



y = 0 es en el punto más bajo de la oscilación de la lenteja.

En el momento en que se suelta: *E* = *mgy*$_0$, pues $v = v_0 = 0$

En cualquier otro punto a lo largo de la oscilación: $E = \frac{1}{2}mv^2 + mgy$ entonces: $\frac{1}{2}mv^2 + mgy = mgy_0$

Despejando v se tiene: $v = \sqrt{2g(y_0 - y)}$. En el punto más bajo $y = 0$, de donde se obtiene: $v = \sqrt{2gy_0}$

b) Después de que la bola choca elásticamente con velocidad v_0 con el bloque de masa *M = 2.0 kg* ¿con que velocidad *V* se mueve dicho bloque?

Considérese lo siguiente:
$v_0\ y\ v'_0$: $velocidad\ del\ cuerpo\ 1, antes\ y\ despues\ del\ choque\ respectivamente.$
$V\ y\ V'$: $velocidad\ del\ cuerpo\ 2, antes\ y\ despues\ del\ choque\ respectivamente.$

Conservación de la cantidad de movimiento: $mv_0 + MV = mv'_0 + MV'$.

Conservación de la energía: $\frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}MV^2 = \frac{1}{2}mv'^2_0 + \frac{1}{2}MV'^2$

De la conservación de cantidad de movimiento: $mv_0 - mv'_0 = MV' - MV$
Entonces: $\boldsymbol{m(v_0 - v'_0) = M(V' - V)}$**... (A)**

De la conservación de la energía: $\frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv'^2_0 = +\frac{1}{2}MV'^2 - \frac{1}{2}MV^2$

Entonces: $m(v_0^2 - v'^2_0) = M(V'^2 - V^2)$. Reescribiendo: $\boldsymbol{m(v_0 + v'_0)(v_0 - v'_0) = M(V' + V)(V' - V)}$**...(B)**

Dividiendo **B/A** se tiene: $(\boldsymbol{v_0 + v'_0})$ = $(\boldsymbol{V' + V})$

Reescribiendo: $\boldsymbol{v_0 - V = -(v'_0 - V')}$**...(C)**

La ecuación de la conservación de la cantidad de movimiento ($con\ \boldsymbol{V} = 0\ m/s$) es: $\boldsymbol{m(v_0 - v'_0) = MV'}$**.**

También se conserva la energía cinética y se usa la expresión de **(C)** con $\boldsymbol{V} = 0m/s$.
$\boldsymbol{v_0 = -(v'_0 - V')}$
$\boldsymbol{v_0 = -v'_0 + V'}$
$\boldsymbol{v'_0 = V' - v_0}$

Sustituyendo $\boldsymbol{v'_0}$ en: $\boldsymbol{m(v_0 - v'_0) = MV'}$ y reordenando se tiene $\boldsymbol{m(v_0 - V' + v_0) = MV'}$ y finalmente:

$$\boldsymbol{V' = \frac{2m}{m + M}v_0}$$

c) ***V* tiene el valor numérico:**

Dado que $v = \sqrt{2gy_0} = \sqrt{2(9.81\ m/s^2)(0.7\ m)} = 3.70\ m/s$, *m = 0.45 kg*, *M = 2.0 kg*, entonces:

$\boldsymbol{V' = \frac{2m}{m+M}v_0}$**,** con $v = v_0$ corresponde a: $V' = \frac{2m}{m+M}v_0 = \frac{2(0.45kg)}{0.45kg+2.0kg}(3.70m/s) = \boldsymbol{1.35\ m/s}$

d) El bloque de acero sale "disparado" con la velocidad *V* horizontalmente y sigue a continuación una trayectoria parabólica, cayendo desde la altura *H = 0.6 m* por lo que ya podemos encontrar el valor de D:

Primero se encuentra el tiempo de vuelo del bloque de acero durante la caída H.

Cuando sale el bloque, la velocidad en y es $v_y = 0\, m/s$ y la posición es $y_0 = 0\, m$.

De la ecuación: $y = y_0 + v_y t + \frac{1}{2} g t^2$ se tiene que: $t = \sqrt{2y/g} = \sqrt{2(0.6m)/9.81\ m/s^2} = 0.35\, s$

Con la ecuación: $x = x_0 + v_x t,$ con: $x_0 = 0\, m$ y $v_x = 1.35\ m/s$ se tiene

$$x = (1.35\ m/s)(0.35\, s) = \mathbf{0.47\, m = 47.0\, cm}$$