UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

LABORATORIOS DE FÍSICA BÁSICA

SEMESTRE 2025-1S

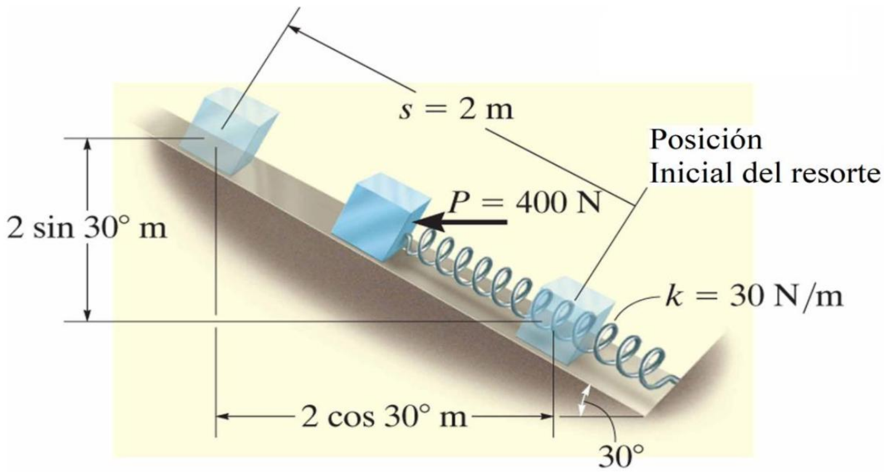
Solución a los ejercicios planteados

Docente: Marlon Basantes Valverde, Ph.D

LABORATORIO 03

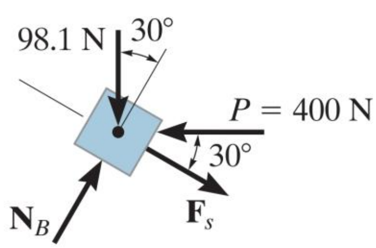
Problema 03.1.

El bloque de 10 kg de la figura descansa sobre un plano inclinado. Si el resorte originalmente está alargado 0.5 m, determine el trabajo total realizado por todas las fuerzas que actúan en el bloque cuando una fuerza horizontal P = 400N lo empuja cuesta arriba s = 2m.



Solución

Es obvio suponer que entre el bloque y el plano no hay fricción, pues no se menciona nada. Primero se dibuja el diagrama de cuerpo libre del bloque para tomar en cuenta todas las fuerzas que actúan sobre éste.



Ahora calculamos los trabajos de cada fuerza.

Fuerza horizontal P. Como esta fuerza es *constante*, el trabajo se determina fácilmente. El resultado puede ser calculado como la fuerza multiplicada por la componente del desplazamiento en la dirección de la fuerza; esto es

$$W_P = 400\text{ N}(2\text{ m}\cos 30°) = 692.8\text{ J}$$

O como el desplazamiento multiplicado por la componente de la fuerza en la dirección del desplazamiento, esto es,

$$W_P = 400\text{ N}\cos 30°(2\text{ m}) = 692.8\text{ J}$$

Fuerza en el resorte F_s. En la posición inicial el resorte está estirado $s_1 = 0.5$ m, y en la posición final está estirado $s_2 = 0.5 + 2 = 2.5$ m.

Requerimos que el trabajo sea negativo ya que la fuerza y el desplazamiento están en direcciones opuestas (el trabajo es en contra del sistema). El trabajo de $\boldsymbol{F_s}$ es entonces

$$W_s = -\left[\frac{1}{2}(30\ \mathrm{N/M})(2.5\ \mathrm{m})^2\right] - \left[\frac{1}{2}(30\ \mathrm{N/M})(0.5\ \mathrm{m})^2\right] = -90\ \mathrm{J}$$

Peso W. Como el peso actúa en la dirección opuesta a su desplazamiento vertical, el trabajo es negativo (también en contra del sistema); es decir

$$W_W = -98.1\ \mathrm{N}(2\ \mathrm{m\ sen}\ 30°) = -98.1\ \mathrm{J}$$

Observe que también es posible considerar la componente del peso en la dirección del desplazamiento; es decir,

$$W_W = -(98.1\ \mathrm{sen}\ 30°\ \mathrm{N})2\ \mathrm{m} = -98.1\ \mathrm{J}$$

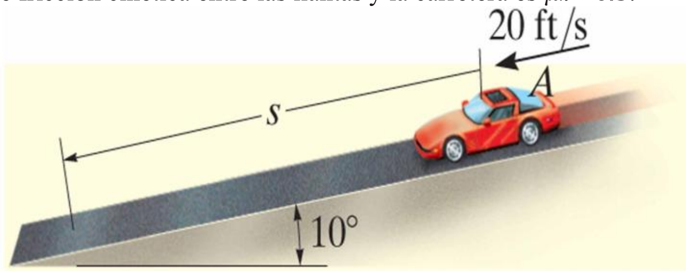
Fuerza normal $\boldsymbol{N_B}$. Esta fuerza *no trabaja* pues es *siempre* perpendicular al desplazamiento.

Trabajo total. El trabajo de todas las fuerzas cuando el bloque es desplazado 2 m es entonces

$$W_T = 692.8 - 90 - 98.1 = 505\ \mathrm{J}$$ ***Resp.***

Problema 03.2.

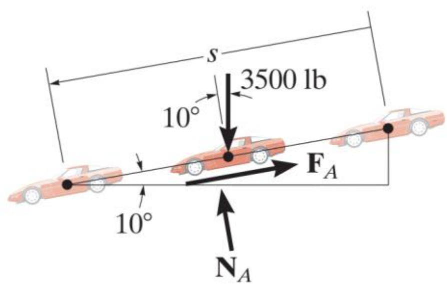
El automóvil de 3500 lb de la figura viaja cuesta abajo por una carretera inclinada 10° a una rapidez de 20 ft/s. Si el conductor aplica los frenos y hace que las ruedas se bloqueen, determine qué distancia s patina las llantas en la carretera. El coeficiente de fricción cinética entre las llantas y la carretera es $\mu_k = 0.5$.



Solución

Este problema puede ser resuelto usando el principio del trabajo y la energía, ya que implica fuerza, velocidad y desplazamiento.

Trabajo (Diagrama de cuerpo libre). Como se muestra en la figura abajo, la fuerza normal N_A no trabaja puesto que nunca experimenta desplazamiento a lo largo de su línea de acción (o sea, no hace trabajo porque siempre es perpendicular al desplazamiento).



El peso, 3500 lb, es desplazado s sen 10° y efectúa trabajo positivo (la fuerza peso y el desplazamiento tienen la misma dirección) La fuerza de fricción F_A efectúa trabajo externo cuando se *considera* que sufre un desplazamiento s. Este trabajo es negativo ya que ocurre en la dirección opuesta al desplazamiento (en contra el sistema). Aplicando la ecuación de equilibrio normal al camino, tenemos

$+\nwarrow \sum F_n = 0; \qquad N_A - 3500 \cos 10° \text{ lb} = 0 \qquad N_A = 3446.8 \text{ lb}$

Así,

$$F_A = 0.5\, N_A = 1723.4 \text{ lb}$$

Principio del trabajo y la energía.

$$K_1 + \sum W_{1-2} = K_2$$

$$\frac{1}{2}\left(\frac{3500 \text{ lb}}{32.2 \text{ ft/s}^2}\right)(20 \text{ ft/s})^2 + \{3500 \text{ lb}(s \text{ sen } 10°) - (1723.4 \text{ lb})s\} = 0$$

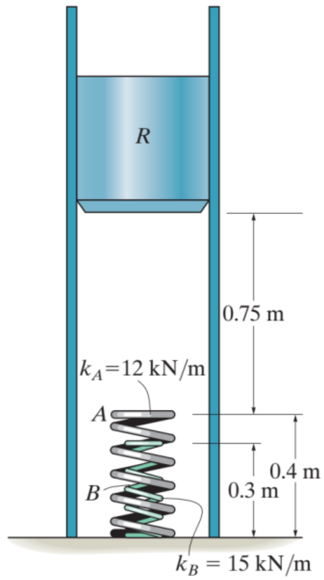
Despejando para s obtenemos

$$s = 19.5\ pies$$ ***Resp.***

LABORATORIO 04

Problema 04.1.

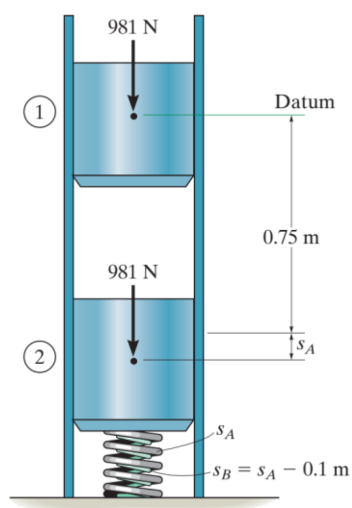
El martinete R mostrado en la figura tiene una masa de 100 kg y se suelta desde el punto de reposo a 0.75 m de la parte superior de un resorte A, que tiene una rigidez k_A = 12 kN/m. Si un segundo resorte B cuya rigidez es de k_B = 15 kN/m se "coloca dentro del otro" en A, determine el desplazamiento máximo de A necesario para detener el movimiento hacia abajo del martinete. La longitud no alargada de cada resorte se indica en la figura. Ignore la masa de los resortes.



Solución

Este problema, al considerar resortes, es mucho más práctico resolverlo por el Principio de la Conservación de la Energía en Sistemas Conservativos (se desprecia la fricción).

Energía potencial. *Supondremos* (inicialmente) que el martinete comprime *ambos* resortes en el instante en que llega al reposo (abajo). El *Datum* pasa por el centro de gravedad del martinete en su posición inicial (1),



Cuando la energía cinética se reduce a cero ($v_2 = 0$), *A* es comprimido una distancia s_A y *B* se comprime a una distancia $s_B = s_A - 0.1$ m.

Conservación de la energía.

Note que en la energía potencial se considerarán ambas, la energía potencial de gravedad y la energía potencial elástica.

$$K_1 + U_1 = K_2 + U_2$$

$$0 + 0 = 0 + \left\{\frac{1}{2}k_A s_A^2 + \frac{1}{2}k_B (s_A - 0.1)^2 - mgh\right\}$$

$$0 + 0 = 0 + \left\{\frac{1}{2}(12000\ \text{N/m})s_A^2 + \frac{1}{2}(15000\ \text{N/m})(s_A - 0.1\text{m})^2 - 981\ \text{N}(0.75\text{m} + s_A)\right\}$$

Reordenando los términos,

$$13500\ s_A^2 - 2481\ s_A - 660.75 = 0$$

Usando la fórmula para una ecuación cuadrática y despejando la raíz positiva*, tenemos

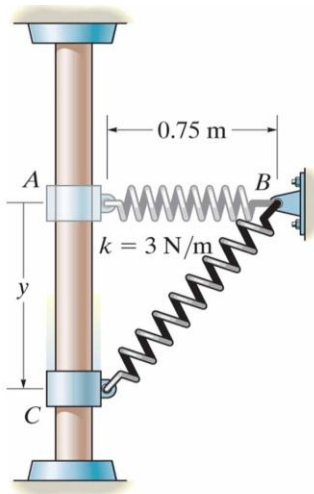
$$s_A = 0.331\ \text{m}$$ ***Resp.***

<u>Nota:</u> Como $s_B = 0.331\ \text{m} - 0.1\ \text{m} = 0.231\ \text{m}$, que es positiva, la suposición de que *ambos* resortes están comprimidos por el émbolo es (ó era) correcta.

*La segunda raíz, $s_A = -0.148$ m, no representa la situación física. Como *s* positiva es medida hacia abajo, el signo negativo indica que el resorte *A* tendría que ser “extendido” una cantidad de 0.148 m para detener el émbolo, lo cual resulta absurdo.

Problema 04.2.

Un collar liso C de 2 kg, mostrado en la figura, está unido a un resorte que tiene una rigidez $k = 3$ N/m y longitud no alargada de 0.75 m. Si el collar es liberado del reposo en A, determine su aceleración y la fuerza normal de la barra sobre el collar en el instante $y = 1$ m.

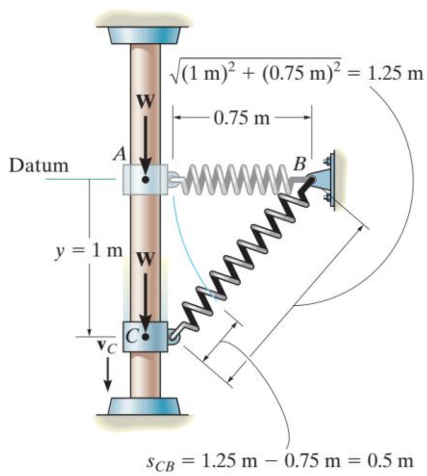


Solución

Este problema, al considerar resortes, es mucho más práctico resolverlo por el Principio de la Conservación de la Energía en Sistemas Conservativos (se desprecia la fricción).

Parte (a)

Energía potencial. Por conveniencia, el *Datum* es establecido a través de AB.



Cuando el collar está en C, la energía potencial de gravedad es $-(mg)y$, pues el collar está *debajo* del *Datum*, y la energía potencial elástica es $\frac{1}{2}ks_{CB}^2$. Aquí $s_{CB} = 0.5$ m, lo cual representa el *elongamiento* en el resorte como se muestra en la figura arriba.

Conservación de la energía.

Nuevamente en la energía potencial están consideradas las dos energías (de gravedad y elástica)

$K_A + U_A = K_C + U_C$

$0 + 0 = \frac{1}{2}mv_C^2 + \left\{\frac{1}{2}ks_{CB}^2 - mgy\right\}$

$0 + 0 = \left\{\frac{1}{2}(2\text{ kg})v_C^2\right\} + \left\{\frac{1}{2}(3\text{ N/m})(0.5\text{ m})^2 - 2(9.81)\text{ N }(1\text{ m})\right\}$

$v_C = 4.39\text{ m/s} \downarrow$ ***Resp.***

Este problema también puede ser resuelto usando la Segunda ley de Newton (ecuación de movimiento) o el principio del Trabajo-Energía (cinética). Observe que en esos *dos* métodos la variación de la magnitud y la dirección de la fuerza del resorte deben ser tomadas en cuenta. Aquí, sin embargo, el método anterior de solución es claramente ventajoso ya que los cálculos dependen *sólo* de datos calculados en los puntos inicial y final de la trayectoria.

Parte (b)

Conservación de la energía.

Si $v_A = 2$ m/s, usando los datos dados en la figura de arriba*,* tenemos

$$K_A + U_A = K_C + U_C$$

$$\frac{1}{2}mv_A^2 + 0 = \frac{1}{2}mv_C^2 + \left\{\frac{1}{2}ks_{CB}^2 - mgy\right\}$$

$$\frac{1}{2}(2\text{ kg})(2\text{ m/s})^2 + 0 = \frac{1}{2}(2\text{ kg})v_C^2 + \left\{\frac{1}{2}(3\text{ N/m})(0.5\text{ m})^2 - 2(9.81)\text{N}(1\text{ m})\right\}$$

resolviendo para v_C

$$v_c = 4.82\text{ m/s} \downarrow$$ ***Resp.***

Observe que la energía cinética del collar depende sólo de la magnitud de la velocidad, y por tanto no es importante si el collar se mueve hacia arriba o hacia abajo a 2 m/s al ser liberado en A.