



GUÍA DE EJERCICIOS N°8

Trabajo y Energía de Fuerzas variables

Ideas claves

- El trabajo W es igual a producto escalar entre la fuerza neta \vec{F} que actúa sobre una partícula y su desplazamiento $\Delta\vec{r}$.

$$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \Delta r \cos(\theta)$$

- El trabajo realizado por la fuerza neta que actúa sobre una partícula es igual al cambio de su energía cinética $W = \Delta K$.
- Para una fuerza variable, el trabajo es representado por el área bajo la curva de la fuerza en función de la posición, entre la posición inicial y final.

$$W = \int_{p_2}^{p_1} \vec{F}(\vec{r}) \cdot d\vec{r}$$

- El trabajo realizado por la fuerza gravitacional sobre una partícula es igual a la energía potencial liberada durante el cambio de su posición $W = -\Delta U_g$.
- Los cuerpos elásticos, como los resortes, permiten almacenar energía potencial, de manera que el trabajo ejercido por estos es $W = -\Delta U_{el}$.
- La energía mecánica es igual a la suma de las energías cinéticas y potenciales $E = K + U_g + U_{el}$.
- El trabajo realizado por fuerzas conservativas es reversible, o sea permiten la conversión entre energía cinética y potencial, $W_c = \Delta E = 0$.
- Las fuerzas no conservativas disipan energía mecánica, la cual no es posible recuperar. El trabajo realizado por estas fuerzas es igual al cambio de la energía mecánica $W_{nc} = \Delta E$.

Recuerda:

- Todos los resultados deben ser reportados en Sistema internacional de Unidades.
- Evalúa el orden de magnitud de tu resultado y justifica tu respuesta.

Preguntas conceptuales

- 1) Un elevador es subido por los cables que lo sostienen con rapidez constante. ¿El trabajo neto realizado sobre él es positivo, negativo o cero? Explica. (Respuesta: el trabajo realizado sobre el elevador es nulo, ya que la fuerza neta sobre él es nula)
- 2) Dos veleros para hielo compiten en un lago horizontal, donde el roce es despreciable. Los veleros tienen masas m y $2m$, respectivamente; pero sus velas son idénticas, así que el viento ejerce la misma fuerza constante sobre cada velero. Si ambos veleros parten desde el reposo y la meta está a una distancia s , ¿cuál velero cruza la meta con mayor energía cinética? (Respuesta:



el trabajo efectuado sobre ambos veleros es igual, por lo tanto, ambos tienen la misma energía cinética al llegar a la meta)

- 3) Cuando se aplica cierta fuerza a un resorte ideal, este se estira una distancia x desde su longitud natural (sin estirar) y efectúa trabajo W . Si ahora se aplica una fuerza con el doble de magnitud, ¿qué distancia, en términos de x , se estira el resorte desde su longitud relajada y cuánto trabajo, en términos de W , se requiere para estirarlo esta distancia? (Respuesta: $2x$ y $4W$, respectivamente)

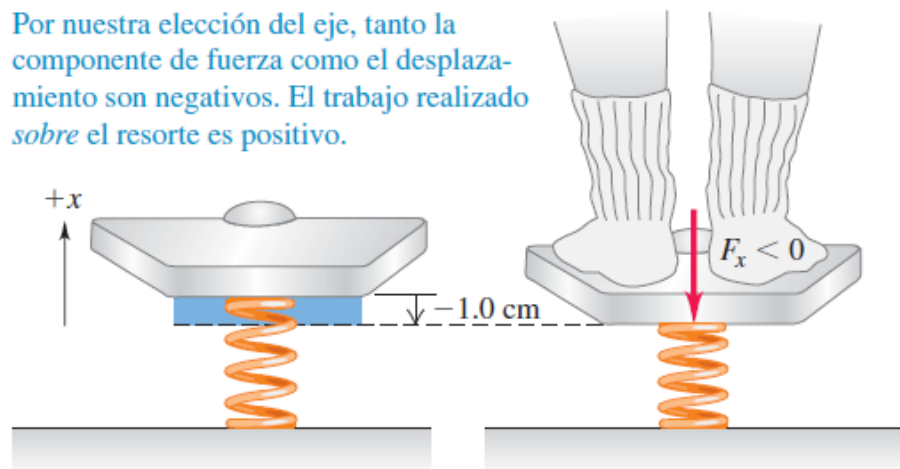
Problemas

Considera la magnitud de la aceleración de gravedad como $9,8 \text{ m/s}^2$, en los ejercicios que requieran este dato.

- 4) Un arquero tira hacia atrás la cuerda de su arco $0,4 \text{ m}$, al ejercer una fuerza que aumenta uniformemente de cero a 230 N . a) ¿Cuál es la constante de resorte equivalente del arco? b) ¿Cuánto trabajo realiza el arquero al estirar su arco? (Respuestas: a) 575 N/m y b) 46 J)
- 5) Un trineo de 8 kg se mueve en línea recta sobre una superficie horizontal, donde el roce es despreciable. En cierto punto, su rapidez es de 4 m/s y $2,5 \text{ m}$ más adelante, su rapidez es de 6 m/s . Usa el Teorema del Trabajo y la Energía para determinar la fuerza que actúa sobre el trineo, suponiendo que tal fuerza es constante y que actúa en la dirección del movimiento del trineo. (Respuesta 32 N)
- 6) Una fuerza $\vec{F}(x, y) = (4x\hat{i} + 3y\hat{j}) \text{ N}$ actúa sobre un objeto mientras este se mueve en la dirección x desde el origen hasta $x = 5 \text{ m}$. Al respecto, determina el trabajo $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$ realizado por la fuerza \vec{F} . (Respuesta 50 J)
- 7) Una partícula se somete a una fuerza \vec{F}_x que varía con la posición x , como se muestra en el siguiente gráfico. Al respecto, determina el trabajo realizado por la fuerza mientras la partícula se mueve en x a) de $x = 0$ a $x = 5 \text{ m}$, b) de $x = 5 \text{ m}$ a $x = 10 \text{ m}$ y c) de $x = 10 \text{ m}$ a $x = 15 \text{ m}$. d) ¿Cuánto es el trabajo neto realizado por la fuerza sobre la partícula, desde $x = 0$ hasta $x = 15 \text{ m}$? (Respuestas: a) $7,5 \text{ J}$, b) 15 J , c) $7,5 \text{ J}$ y d) 30 J)

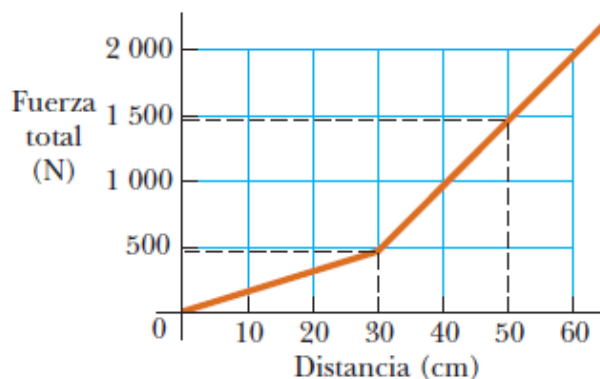
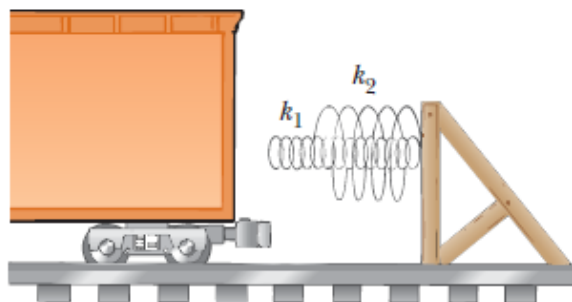


- 8) Una mujer que pesa 600 N se sube a una báscula que contiene un resorte, como se representa en la siguiente figura:

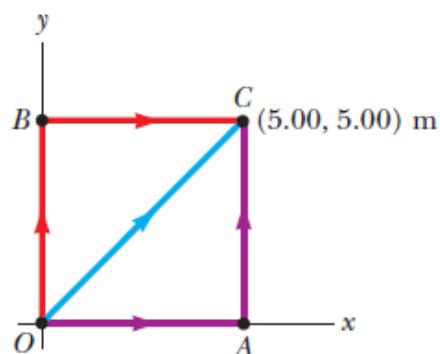


Considerando que, en equilibrio, el resorte se comprime 1 cm bajo la acción del peso de esta persona, ¿cuál es la constante de fuerza del resorte y el trabajo total efectuado sobre él durante la compresión? (Respuestas: 6×10^4 N/m y 3 J, respectivamente)

- 9) Un vagón de 6000 kg rueda a lo largo de una vía, en que la fricción se considera despreciable. El vagón alcanza el reposo mediante una combinación de dos resortes en espiral, como se representa en la figura del costado. Ambos resortes cumplen la Ley de Hooke con $k_1 = 1600$ N/m y $k_2 = 3400$ N/m. Después de que el primer resorte en contacto con el vagón se comprime 30 cm, el segundo resorte actúa en conjunto con el primero, provocando un aumento en la magnitud de la fuerza total ejercida sobre el vagón, como se muestra en el gráfico del costado. Si el vagón queda en reposo recorriendo 50 cm desde que hace el primer contacto con el sistema de dos resortes, ¿cuál es la magnitud de la velocidad inicial del vagón? (Respuesta 0,299 m/s)



- 10) Una fuerza $\vec{F} = (2y\hat{i} + x^2\hat{j})$ N actúa sobre una partícula en el plano xy , donde x e y están en metros. La partícula se mueve desde la posición original O a la final en las coordenadas $(5,5)$ m como se muestra en la figura del costado. Calcula el trabajo realizado por \vec{F} sobre la partícula cuando esta se mueve a lo largo de a) OAC , b) OBC y c) OC . d) ¿ \vec{F} es conservativa o no conservativa? (Respuestas: a) 125 J, b) 50 J, c) 66,7 J y d) no es conservativa)



- 11) Un martinete (máquina que sirve para clavar estacas o pilotes) de 2100 kg se usa para enterrar una viga de acero en la tierra. El martinete cae 5 m antes de quedar en contacto con la parte superior de la viga. Después clava la viga 12 cm más en el suelo mientras llega al reposo. Aplicando consideraciones de energía, calcula la fuerza promedio que la viga ejerce sobre el martinete mientras éste llega al reposo. (Respuesta: $8,78 \times 10^5$ N)
- 12) El lanzador de bola en una máquina de pinball tiene un resorte con una constante de fuerza de 1,2 N/cm. La superficie sobre la que se mueve la bola está inclinada 10° con respecto a la horizontal, como se representa en la siguiente figura:

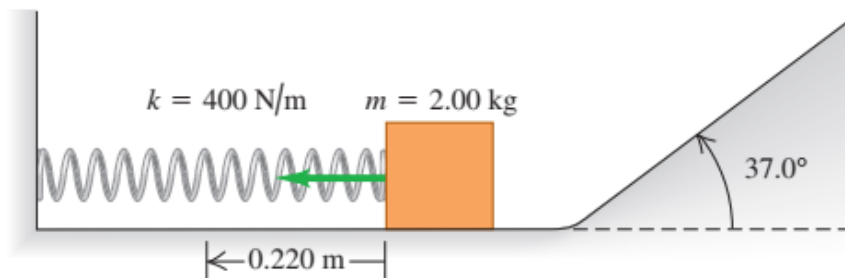


Si se considera que la fricción y la masa del embolo son despreciables e inicialmente el resorte se comprime 5 cm, ¿cuál es la rapidez de lanzamiento de una bola de 100 g cuando se suelta el embolo? (Respuesta: 1,68 m/s)

- 13) Dos bloques con diferente masa están unidos a cada uno de los extremos de una cuerda ligera, la cual pasa por una polea ligera sin fricción que está suspendida del techo. Los bloques se sueltan desde el reposo y el más pesado comienza a descender. Una vez que este bloque ha descendido 1,2 m, su rapidez es de 3 m/s. Si la masa total de los dos bloques es de 15 kg, ¿qué masa tiene cada bloque? (Respuesta: 10,4 kg y 4,6 kg)



- 14) Un bloque de 2 kg se empuja contra un resorte de masa despreciable y constante de fuerza $k = 400 \text{ N/m}$, comprimiéndolo 0,22 m. Al soltarse el bloque, se mueve por una superficie sin fricción que primero es horizontal y luego sube a 37° , como se representa en la siguiente figura.



Al respecto, a) ¿Qué rapidez tiene el bloque al deslizarse sobre la superficie horizontal después de separarse del resorte? b) ¿Qué altura sobre el plano inclinado alcanza el bloque antes de detenerse y regresar? (Respuestas: a) 3,11 m/s y b) 0,821 m)

Referencias

Algunos ejercicios de esta guía se basan en los siguientes libros:

- Sears F.W., Zemansky M.W., Young H.D., Freedman R.A. (2004). *Física Universitaria*, (11a ed. vol. I). Addison Wesley Longman, México, 2004.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2009). *Física: Para ciencias e ingeniería con Física Moderna* (7a. ed. vol. I). México D.F.: Cengage.