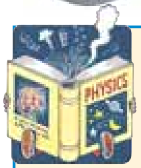


FOR YOU TO READ PARA TU LECTURA

Conservación de energía en el salto con pértiga

El salto con pértiga es un ejemplo excelente de la Ley de Conservación de Energía. Las formas de energía son cambiadas o transformadas de una a otra durante al salto con pértiga, pero en principio, la cantidad total de energía en el sistema del saltador y de la pértiga se mantienen constante. La energía alimenticia provee energía muscular al saltador para correr, ganando una cantidad de **energía cinética**. Parte de la energía cinética del saltador es usada para catapultar al saltador con una velocidad inicial hacia arriba y la sobrante es convertida en trabajo hecho en la pértiga para causar que ésta guarde una cantidad de **energía potencial de rebote**. Según la pértiga doblada se endereza, la energía potencial es llevada al saltador para aumentar la energía potencial de gravitación del saltador.

Haciendo medidas de la desviación de la regla y la altura de la moneda, continuarás tu estudio de la conservación de la energía –el principio más importante de la ciencia. Richard Feynman, un gran físico americano del siglo 20, provee una historia que te puede ayudar a entender la conservación de la energía. En esta historia, un niño juega con 28 bloques. Cada día la madre del niño cuenta los bloques y encuentra un total de 28 bloques. En una ocasión, ella solamente encuentra 27 bloques, pero se dio cuenta que uno de los bloques está escondido en la caja. Encontrando la masa de la caja y su contenido, ella puede determinar que el bloque debe estar adentro, si ella sabe la masa de la caja vacía. Otro día, ella solamente encuentra 25 bloques, pero pudo ver que el agua en el cubo es más alta de lo esperado. Midiendo la diferencia de la altura y conociendo algo sobre la altura original del agua y el volumen de un bloque, ella determina que 3 bloques están debajo de la superficie del agua. ¡En el tercer día, ella encuentra 30 bloques! Entonces recuerda que un amigo vino de visita y decide que dos de los bloques le pertenecen al amigo. Feynman equipara "contando bloques" con la medida de la energía total. Había 28 bloques y siempre habrá 28 bloques. Si hay 28 unidades de energía, entonces siempre habrá 28 unidades de energía.

En la actividad, la energía vino de la desviación de la regla. Los músculos en tu brazo aplican una fuerza sobre la distancia y la desviación de la regla y la regla ganó energía potencial de resorte. Según sueltas la regla ésta tira la moneda al aire. La regla pierde parte de su energía y la moneda en movimiento gana energía cinética. La moneda asciende en el aire, reduciendosu velocidad en el camino. La energía cinética fue transformada según la moneda ascendió, y hubo una ganancia en energía potencial de gravitación. Según la moneda desciende la energía potencial de gravitación vuelve a ser energía cinética otra vez.

Si fueras a medir la energía, podrías encontrar que el trabajo hecho por los músculos al desviar la regla podría ser igual a, diríamos 3 julios. Si esto fuera así, entonces los tres julios de trabajo podría haber creado tres julios de energía cinética que entonces se convertirían en tres julios de energía potencial de gravitación. La energía viene de trabajo externo y esta energía entonces se mantiene constante.

Puedes calcular el trabajo hecho por tus músculos multiplicando la fuerza aplicada y la distancia sobre la fuerza aplicada.

$$W = F \cdot d$$

El punto entre la *F* y la *d* significa multiplicación de la fuerza y el desplazamiento cuando están (por lo menos parcialmente) en la misma dirección.

También hay ecuaciones que pueden ayudar a medir las energías.

Energía potencial de resorte:

$$PE_{spring} = \frac{1}{2}kx^2$$

donde k es la constante del resorte y x es la cantidad de inclinación.

Energía potencial de gravitación:

$$PE_{grav} = mgh$$

donde m es la masa de un objeto, g es la aceleración debido a la gravedad, h es la altura a través la cual el objeto es levantado.

Energía cinética:

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

donde m es la masa del objeto en movimiento y v es la velocidad del objeto.

Todas las energías están expresadas en julios. Energía es escala. No tiene dirección.

Un segundo ejemplo de transformación de energías con la cual puedes estar familiarizado es en el deporte de la arquería. En arquería, se tira de una cuerda de arco y la flecha vuela a través del aire. Si disparas la flecha recta hacia arriba, puedes observar la conservación de energía de la siguiente manera: Tu brazo trabaja en el arco tirando de la cuerda y estirando el arco. El arco ahora tiene energía potencial de resorte. Se deja ir la cuerda. El arco pierde su energía potencial de resorte y la flecha gana

energía cinética. Si la flecha va hacia arriba, la energía cinética de la flecha ahora se convierte en energía potencial de gravitación. Según desciende la flecha, la energía potencial de gravitación se convierte en energía cinética. Si la flecha se entierra como una vara en la tierra y reposa, toda la energía cinética se transfiere a la tierra y se convierte en energía de calor. Estas transformaciones ideales de las energías ocurren cuando no hay fuerzas externas, como la resistencia del aire, agotando la energía de la cantidad original de energía.

La fuerza de estirar una cuerda es una fuerza de la Ley de Hooke.

$$F = kx$$

Esta es la Ley de Hooke. Ésta dice que mientras más largo sea el estiramiento del resorte, más larga es la fuerza requerida. Cuando tiras de una cuerda de arco, no necesitas casi fuerza para halarlo un poquito. Según lo estiras, la fuerza que aplicas debe ser mayor. La fuerza promedio será a medio camino entre la fuerza cero (para comenzar el estiramiento) y la fuerza final para el último estiramiento. La fuerza final es kx. La fuerza inicial es 0. La fuerza promedio es:

$$\bar{F} = \frac{kx + 0}{2} = \frac{1}{2}kx$$

El estiramiento total de un resorte es x. El trabajo hecho es:

$$W = F \cdot d = \left(\frac{1}{2}kx\right)x = \frac{1}{2}kx^2$$

el cual es la expresión de la energía potencial de resortes.

También puedes calcular el trabajo hecho al levantar un objeto de masa m hasta una distancia h. Aquí la fuerza aplicada debe ser igual al peso de un objeto mg.

$$W = F \cdot d = mgh$$

el cual es la expresión de la energía potencial de gravitación.

También, puedes calcular el trabajo hecho al acelerar un objeto desde una velocidad inicial vi a una velocidad final vf con una fuerza constante.

$$\begin{aligned} W &= F \cdot d \\ &= mad \\ &= \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \end{aligned}$$

el cual es la expresión para el cambio en la energía cinética.

Las ecuaciones de trabajo y las ecuaciones de energía son idénticas. Aquí es donde la afirmación "energía es la habilidad de hacer trabajo" se origina.

Ejemplo del problema 1

Tu maestro te da un juguete de los que aparecen de pronto (pop-up). Cuando lo empujas hacia abajo, éste se pega al escritorio por un momento y luego salta sorpresivamente.

a) Si el juguete tiene una masa de 100.0 g y salta 1.20 m fuera de la mesa, ¿cuanta energía potencial tiene en su punto de máxima altura? (Use $g = 9.80$ m/s^2.)

Estrategia: El juguete tiene un tipo de energía que depende de su posición en el campo de gravitación de la Tierra. Puedes usar esta energía "potencial" para hacer algún trabajo o para cambiarla a otra forma. Así que necesitas usar la fórmula de energía potencial de gravitación.

Dado:
$m = 100.0$ g $= 0.100$ kg
$h = 1.20$ m

Solución:

$$\begin{aligned} PE_{grav} &= mgh \\ &= (0.100 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(1.20 \text{ m}) \\ &= 1.18 \text{ J} \end{aligned}$$

b) ¿Cuando el juguete salta de la mesa, qué velocidad lleva?

Estrategia: Al punto en que éste salta fuera de la mesa, el juguete tiene la cantidad máxima de energía cinética. Esta es la que se convierte en energía potencial en la cumbre. Porque la energía es conservada, estos dos valores serán iguales –energía cinética en el fondo es igual a la energía potencial en la cumbre.

Dado:

$$PE_{grav} = 1.18 \text{ J}$$

Solución:

$$\begin{aligned} PE_{grav} &= KE \\ KE &= \frac{1}{2}mv^2 \end{aligned}$$

Puedes usar el álgebra para arreglar la ecuación que resuelve para v.

$$v = \sqrt{\frac{KE}{\frac{1}{2}m}}$$

$$= \sqrt{\frac{1.18\ \text{J}}{\frac{1}{2}(0.100\ \text{kg})}}$$

$$= 4.90\ \text{m/s}$$

c) Si empujas el juguete hacia abajo 2.00 cm. para hacer que se pegue al escritorio, ¿cuál es la constante de resorte del resorte del juguete?

Estrategia: ¿De dónde vino la energía cinética que hizo que el juguete saltara fuera del escritorio? Vino de hacer trabajo en el resorte y de guardar una energía potencial diferente: energía potencial elástica. ¿Cuánta energía potencial elástica guardo el juguete? ¡1.18 J! ¡Así que otra vez puedes usar la energía de conservación para resolver este problema!

Dado:

$x = 2.00\ \text{cm} = 0.0200\ \text{m}$

Solución:

$$PE_{resorte} = \frac{1}{2}kx^2$$

Puedes usar álgebra otra vez para reorganizar la ecuación para solucionar para k.

$$k = \frac{PE_{resorte}}{\frac{1}{2}x^2}$$

$$= \frac{1.18\ \text{J}}{\frac{1}{2}(0.0200\ \text{m})^2}$$

$$= 5900\ \text{N/m}$$

Esto suena como un valor grande para un juguete tan pequeño, pero recuerda que éstos son newtons por metros y el resorte del juguete está solamente condensado unos pocos centímetros.

d) ¿Qué fuerza se necesita para condensar el resorte de 2.00 cm?

Estrategia: Ahora que ya sabes la condensación y la constante del resorte, es posible encontrar la cantidad de fuerza que se requiere para presionar hacia abajo el resorte.

Dado:

$k = 5900\ \text{N/m}$

$x = 0.0200\ \text{m}$

Solución:

$$F = kx$$

$$= (5900\ \text{N/m})(0.0200\ \text{m})$$

$$= 118\ \text{m ó } 120\ \text{N}$$

Ejemplo del problema 2

¿A qué altura, sobre la superficie de la Tierra, se puede dejar caer una pelota de tenis (m = 57g) para darle la misma energía cinética que tiene cuando viaja a 45 m/s? (Sin importar la resistencia del aire.)

Estrategia: Según un objeto es lanzado desde una altura, su energía potencial de gravitación disminuye y su energía cinética aumenta. Supón que estás buscando la posición vertical, la cuál proporciona una velocidad de 45 m/s el instante antes de que la pelota toque el suelo. El problema puede ser resuelto en un sólo paso usando la conservación de energía ($PE_{grav} = KE$).

Dado:

$m = 57\ \text{g} = 0.057\ \text{kg}$

$v = 45\ \text{m/s}$

$g = 9.8\ \text{m/s}^2$

Solución:

$$PE_{grav} = KE$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

Puedes usar el álgebra para reordenar la ecuación y solucionar para h. Observa que al solucionar el problema en un paso, no tienes que tomar en cuenta la masa de la pelota.

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$= \frac{(45 \text{m/s})^2}{2 \times 9.8 \text{ m/s}^2}$$

$$= \frac{2025 \text{ m}^2\text{s}^2}{19.6 \text{ m/s}^2}$$

$$= 103.3 \text{ m or } 100 \text{ m}$$

Cuando la pelota viaja a 45 m/s, tiene una energía cinética de 58 J. (Puedes calcular esto:)

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(0.57 \text{ kg})(45 \text{ m/s}^2)$$

Si la pelota de tenis fue puesta en una ubicación de 100 m sobre la Tierra, la energía potencial de gravitación de la pelota también será igual a 58 J.

Physics To Go
Física al día

1. Describe las transformaciones de energía en el lanzamiento de peso.

2. Describe las transformaciones de energía en el salto a lo alto.

3. Supón que un saltador de pértiga puede cargar una pértiga mientras corre tan rápido como Carl Lewis en su récord mundial en la carrera de 100-m. Supón también que toda la energía cinética del saltador de pértiga es transformada en energía cinética de gravitación. ¿Qué altura podría una persona alcanzar al tirar la pértiga? (Pista: Usa la ecuación $mv^2 = mgh$.)

4. ¿Por qué no es solamente la altura de la vara la que determina el límite de la altura en el tiro de la pértiga?

5. Algunas varas según se flexionan pierden una cantidad significante de energía por el calor. Usa la Ley de Conservación de Energía para explicar cómo esto puede afectar su desempeño.

6. El récord del salto de la pértiga de mujeres para la primavera de 1997 era de 4.55 m, establecido por Emma George. ¿Cuál estimas fue la velocidad de Emma antes de plantar la vara? Usa la conservación de energía para tu predicción.

7. Sergei Bubka sostiene el récord mundial para el salto de la pértiga para la primavera de 1997 con 6.14 m. ¿Cómo se compara la velocidad de Sergei con la velocidad de Emma George?

8. Una roca de 2.0-Kg. es lanzada desde un acantilado de 100-m.

   a) Sin usar la cinética, calcula la velocidad a la que va la roca cuando llega al fondo del acantilado.

   b) ¿Puedes hacer esto si no sabes la masa de la roca?

9. Un arco es lanzado con una cuerda de arco que tiene una constante de resorte de 1500 N/m.

   a) Si la halas 25 cm, ¿cuánto trabajo estás haciendo en la cuerda?

   b) Si la cuerda está empujando en contra de la flecha que tiene una masa de 0.10 Kg., ¿cuán rápido irá la flecha cuando deje el arco?

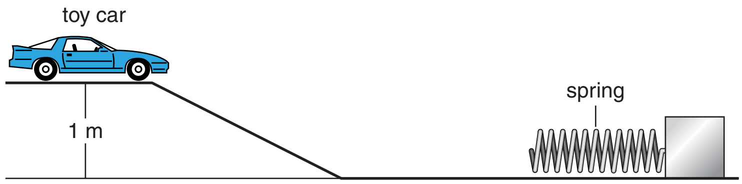
10. Un resorte de ejercicio tiene una constante de resorte de 315 N/m.

   a) ¿Cuánto trabajo es requerido para estirar el resorte 30 cm?

   b) ¿Cuánta fuerza es necesaria para estirar el resorte 30 cm?

11. Un carro de juguete (m = 0.04 Kg.) es soltado y se desliza de la posición estacionaria hacia abajo en una pista sin fricción de 1 m de altura. Se desliza, en el fondo de la pista, a lo largo de una porción horizontal hasta que toca un resorte (k = 18 N/m). El resorte está sujetado a un objeto que no se mueve. ¿Cuál es la condensación máxima del resorte?

12. Una montaña rusa está situada en lo alto de una colina de



50 m. de alto.

   a) ¿Cuán rápido iría cuando vaya sobre la pista de la cima de la próxima colina, la cuál solamente tiene 30 m. de altura?

   b) Desde un punto de vista práctico, ¿por qué es una ventaja de que este viaje sea una masa independiente?

13. Una bala de 40-g deja el cañón de una pistola a una velocidad de 300 m/s.

   a) ¿Cuál es la energía cinética de la bala según deja el barril?

   b) Si el barril de la pistola es de 12 cm. de largo, ¿cuál es la fuerza que actúa en la bala mientras ésta está en el barril?

14. Una super-pelota (m = 30 g) es soltada desde una altura de 3 m.

   a) ¿En qué posición vertical esta $PE_{grav} = KE$?

   b) ¿Cuál es la velocidad de la pelota en esta posición?

15. Un globo de agua (m = 300 g) es lanzado horizontalmente desde una plataforma 2 m sobre el suelo con una onda (tira piedra). La onda (k = 60 N/m) es estirada 40 cm antes del lanzamiento. ¿Cuán lejos de la plataforma caerá el globo en el suelo?