

## Problemas sobre Trabajo y Energía

### Trabajo hecho por una fuerza constante

1. Si una persona saca de un pozo una cubeta de 20 kg y realiza un trabajo equivalente a 6.00 kJ, ¿Cuál es la profundidad del pozo? Suponga que cuando se levanta la cubeta su velocidad permanece constante.

#### Solución:

Como la energía cinética permanece constante, el trabajo realizado es igual al cambio de energía potencial. Es decir,  $W = \Delta U = mgh$ . Despejando la altura se obtiene  $h = W/mg = 6000/(20 \times 9.81) = 30.6 \text{ m}$

2. Una gota de lluvia ( $m = 3.35 \times 10^{-5} \text{ kg}$ ) cae verticalmente a velocidad constante bajo la influencia de la gravedad y la resistencia del aire. Después de que la gota ha descendido 100 m, ¿Cuál es (a) el trabajo realizado por la gravedad y (b) la energía disipada por la resistencia del aire?

#### Solución:

(a) Como la energía cinética permanece constante, el trabajo realizado es igual al cambio de energía potencial. Es decir,  $W = \Delta U = mgh = 3.35 \times 10^{-5} \times 9.81 \times 100 = 32.9 \times 10^{-3} \text{ J}$

(b) Debido a que la energía cinética permanece constante, todo el trabajo se convierte en calor. Es decir, la energía disipada por la resistencia del aire es  $32.9 \times 10^{-3} \text{ J}$ .

3. Un bloque de 2.5 kg de masa es empujado 2.2 m a lo largo de una mesa horizontal sin fricción por una fuerza constante de 16.0 N dirigida a  $25^\circ$  debajo de la horizontal. Encuentre el trabajo efectuado por: (a) la fuerza aplicada, (b) la fuerza normal ejercida por la mesa, (c) la fuerza de la gravedad, y (d) la fuerza neta sobre el bloque.



#### Solución:

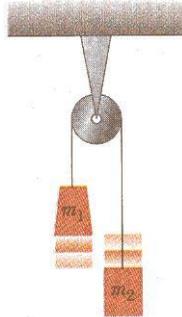
(a) Trabajo efectuado por la fuerza es  $W_F = Fd\cos\theta = 16 \times 2.2 \cos 25^\circ = 31.9 \text{ N}$

(b)  $W_n = Fd\cos\theta = 0$ , ya que el ángulo entre la fuerza normal y el desplazamiento es  $\theta = 90^\circ$ .

(c)  $W_g = 0$ , ya que el ángulo entre la fuerza de la gravedad y el desplazamiento es  $\theta = 90^\circ$ .

(d) la fuerza neta hace un trabajo igual a la suma de los trabajos efectuados por las fuerzas. Es decir,  $W_T = W_F + W_n + W_g = 31.9 \text{ N}$

4. Dos objetos que tienen masas  $m_1 = 10.0 \text{ kg}$  y  $m_2 = 8.0 \text{ kg}$  cuelgan de una polea sin fricción, como muestra la figura. (a) Determine el trabajo realizado por la fuerza de la gravedad sobre cada objeto por separado cuando la masa de  $10.0 \text{ kg}$  se desplaza  $0.50 \text{ m}$  hacia abajo. (b) ¿cuál es el trabajo total realizado sobre cada objeto, incluido el efectuado por la fuerza de la cuerda? (c) Redacte un comentario acerca de cualquier relación que haya descubierto entre estas cantidades.



5. El líder de una porra levanta a su compañera que tiene un peso de  $50.0 \text{ kg}$  hacia arriba en línea recta una distancia de  $0.60 \text{ m}$  antes de soltarla. Si hace lo anterior 20 veces, ¿Cuánto trabajo ha realizado?

**Solución:**

El trabajo realizado para subir una vez a la porrista es  $W = mgh = 50 \times 9.81 \times 0.6 = 294.3 \text{ J}$ .

Subir a porrista 20 veces requiere un trabajo igual a  $20 \times 294.3 = 5,886 \text{ J}$ .

6. Un grupo de perros arrastra un trineo de  $100 \text{ kg}$  en un tramo de  $2.0 \text{ km}$  sobre una superficie horizontal a velocidad constante. Si el coeficiente de fricción entre el trineo y la nieve es  $0.15$ , determine (a) el trabajo efectuado por los perros y (b) la energía perdida debido a la fricción.

**Solución:**

(a) El trabajo es  $W = Fd$ . La fuerza aplicada por los perros es  $F = \mu mg$ . Por lo tanto,  $W = \mu mgd = 0.15 \times 100 \times 9.81 \times 2000 = 294,300 \text{ J}$ .

(b) energía perdida debido a la fricción =  $294,300 \text{ J}$ , ya que tanto la energía cinética como la energía potencial permanecen constantes.

7. Con una fuerza horizontal de  $150 \text{ N}$  se empuja una caja de  $40.0 \text{ kg}$   $6.00 \text{ m}$  sobre una superficie horizontal rugosa. Si la caja se mueve a velocidad constante, encuentre (a) el trabajo realizado por la fuerza de  $150 \text{ N}$ , (b) la energía cinética perdida debido a la fricción, y (c) el coeficiente de fricción cinética.

**Solución:**

(a)  $W = Fd = 150 \times 6 = 900 \text{ J}$

(b) Energía perdida debido a la fricción =  $\mu_k nd = \mu_k mgd = 900 \text{ J}$

(c) Despejando el coeficiente de fricción se obtiene  $\mu_k = 900/mgd = 900/(40)(9.8)(6) = 0.38$ .

8. Un bloque de  $15 \text{ kg}$  es arrastrado con velocidad constante sobre una superficie horizontal rugosa por una fuerza de  $70 \text{ N}$  que actúa a  $20^\circ$  sobre la horizontal. El bloque se desplaza  $5.0 \text{ m}$  y el coeficiente de fricción cinético es  $0.30$ . Determine el

trabajo realizado por (a) la fuerza de 70 N, (b) la fuerza normal, y (c) la fuerza de la gravedad. (d) ¿Cuál es la energía perdida debido a la fricción?

**Solución:**

(a) Si no hubiera fricción, el trabajo sería  $W = Fd\cos\theta = 70 \times 5 \times \cos 20^\circ = 328.9 \text{ J}$   
Sin embargo, debido a la fricción, se tiene que hacer un trabajo adicional

$$W_K = f_K d = \mu_K mgd = 0.3 \times 15 \times 9.81 \times 5 = 220.7 \text{ J.}$$

Por lo tanto el trabajo total realizado sobre el trineo es  $328.9 + 220.7 = 549.6 \text{ J}$

9. Si usted empuja una caja de 40 kg a una velocidad constante de 1.40 m/s a lo largo de un piso horizontal ( $\mu_c = 0.25$ ), ¿a que razón (a) se efectúa trabajo sobre la caja, y (b) la energía es disipada por la fuerza de fricción?

**Solución:**

(a) Tenemos que el trabajo es  $W = Fx$ . Derivando con respecto al tiempo, se obtiene la potencia  $P = dW/dt = Fdx/dt = Fv$ , ya que la fuerza es constante.

$$\text{Por lo tanto } P = Fv = \mu_c mgv = 0.25(40)(9.81)(1.4) = 137.34 \text{ J/s} = 137.34 \text{ W}$$

10. Una carretilla con ladrillos tiene una masa total de 18 kg y se jala con velocidad constante por medio de una cuerda. La cuerda está inclinada a  $20.0^\circ$  sobre la horizontal y la carretilla se mueve 20.0 m sobre una superficie horizontal. El coeficiente de fricción cinético entre el suelo y la carretilla es 0.5. (a) ¿Cuál es la tensión en la cuerda? (b) ¿Cuánto trabajo efectúa la cuerda sobre la carretilla? (c) ¿Cuál es la energía perdida debido a la fricción?

**Solución:**

(a) En la dirección vertical, las fuerzas son:  $T\sin 20^\circ + n - mg = 0$

En la dirección horizontal, las fuerzas son:  $T\cos 20^\circ - \mu_K n = ma_x = 0$  (ya que la velocidad es constante)

De estas 2 ecuaciones, se obtiene que la tensión

$$T = \mu_K mg / (\cos\theta + \mu_K \sin\theta) = 0.5(18)(9.81) / (\cos 20^\circ + 0.5 \times \sin 20^\circ) = 79.49 \text{ N.}$$

$$(b) W = Td \cos\theta + W_K = Td \cos\theta + \mu_K mgd = 79.49(20)(\cos 20^\circ) + 1765.8 = 1832.21 \text{ J} + 1765.8 \text{ J} = 3598.01 \text{ J}$$

$$(c) \text{Energía perdida } W_K = \mu_K mgd = 0.5(18)(9.81)(20) = 1765.8 \text{ J}$$

11. Una carretilla cargada con ladrillos tiene una masa total  $m$  y se jala con velocidad constante por media de una cuerda. La cuerda está inclinada a un ángulo  $\theta$ ; sobre la horizontal y la carretilla se mueve una distancia  $d$  sobre una superficie horizontal. El coeficiente de fricción cinético entre el suelo y la carretilla es  $\mu_c$  (a) ¿Cuál es la tensión en la cuerda? (b) ¿Cuánto trabajo efectúa la cuerda sobre la carretilla? (c) ¿Cuál es la energía perdida debido a la fricción?

**Solución:**

(a) En la dirección vertical, las fuerzas son:  $T\sin\theta + n - mg = 0$

En la dirección horizontal, las fuerzas son:  $T\cos\theta - \mu_K n = ma_x = 0$  (ya que la velocidad es constante)

De estas 2 ecuaciones, se obtiene que la tensión

$$T = \mu_K mg / (\cos\theta + \mu_K \sin\theta).$$

$$(b) W = Td \cos\theta + W_K = Td \cos\theta + \mu_K mgd$$

$$(c) \text{Energía perdida } W_K = \mu_K mgd$$

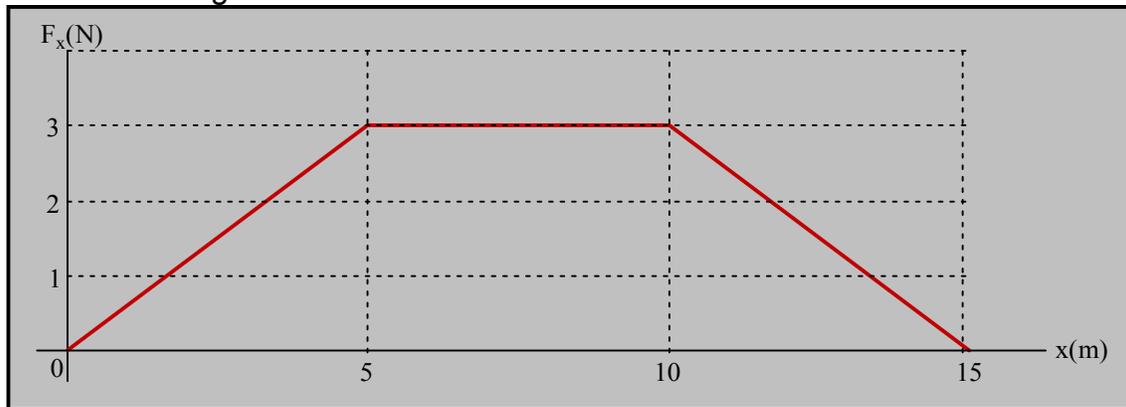
### Trabajo hecho por una fuerza variable

12. Una fuerza  $\mathbf{F} = (4.0\mathbf{i} + 3.0\mathbf{j})$  N actúa sobre una partícula conforme el objeto se mueve en la dirección del eje  $x$  desde el origen hasta  $x = 5.0$  m. Encuentre el trabajo efectuado sobre el objeto por la fuerza.

**Solución:**

El trabajo  $W = Fd = (4)(5) = 20$  J

13. Una partícula se somete a una fuerza  $F$  que varía con la posición, como se ve en la figura. Determine el trabajo realizado por la fuerza sobre el cuerpo cuando este se mueve: (a) desde  $x = 0$  hasta  $x = 5.0$  m, (b) desde  $x = 5.0$  m hasta  $x = 10$  m, y (c) desde  $x = 10$  m hasta  $x = 15$  m. (d) ¿Cuál es el trabajo total realizado por la fuerza a lo largo de una distancia desde  $x = 0$  hasta  $x = 15$  m?



**Solución:**

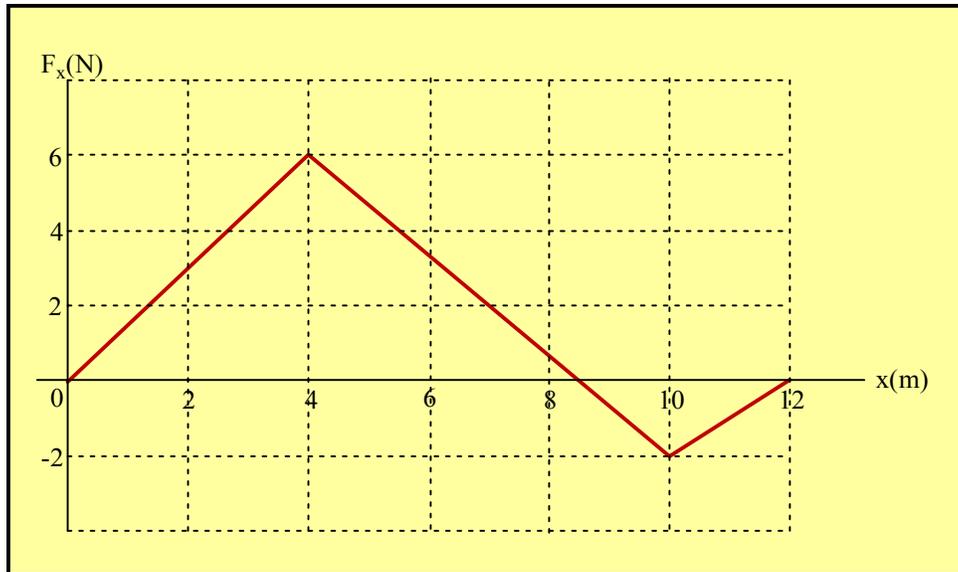
(a)  $W = \frac{1}{2} F\Delta x = \frac{1}{2} (3)(5) = 7.5$  J

(b)  $W = F\Delta x = (3)(5) = 15$  J

(c)  $W = \frac{1}{2} F\Delta x = \frac{1}{2} (3)(5) = 7.5$  J

(d)  $W = 7.5 + 15 + 7.5 = 30$  J

14. La fuerza que actúa sobre una partícula varía, como muestra la figura. Encuentre el trabajo hecho por la fuerza cuando la partícula se mueve (a) desde  $x = 0$  hasta  $x = 4.0$  m, (b) desde  $x = 4.0$  m hasta  $x = 8$  m, y (c) desde  $x = 0$  hasta  $x = 10$  m.



Respuesta: (a) 12 J, (b) 25.28 J, (c) 23.86 J

15. Una arquera jala la cuerda de su arco una distancia de 30 cm, ejerciendo una fuerza que aumenta de manera uniforme desde cero hasta 230 N. (a) ¿Cuál es la constante de resorte equivalente del arco? (b) ¿Cuánto trabajo se efectúa al jalar el arco?

16. Una arquera jala la cuerda de su arco una distancia  $d$  ejerciendo una fuerza que aumenta de manera uniforme desde cero hasta  $F$ . (a) ¿Cuál es la constante de resorte equivalente del arco? (b) ¿Cuánto trabajo se efectúa al jalar el arco?

**Solución:**

(a) La fuerza y el estiramiento de la cuerda se pueden relacionar mediante la ecuación:

$$F = -kd. \text{ La magnitud de la constante es } k = F/d$$

(b) El trabajo que se realiza al jalar el arco es  $W = \frac{1}{2} kd^2$

17. Una bala de 100 g se dispara de un rifle de gas que tiene un cañón de 0.60 m de largo. Se considera que el origen se sitúa donde la bala empieza a moverse, la fuerza (en Newton) ejercida sobre la bala por la expansión del gas es  $15000 + 10000x$  donde  $x$  se mide en metros. (a) Determine el trabajo hecho por el gas sobre la bala cuando esta recorre la longitud del cañón. (b) Si este tiene una longitud de 1.00 m, ¿Cuánto trabajo se realiza y como se compara este valor con el trabajo calculado en (a)?

### Energía cinética y el teorema del trabajo y la energía

18. Una partícula de 0.6 kg tiene una velocidad de 2 m/s en el punto A y una energía cinética de 7.5 J en B. ¿Cuál es (a) su energía cinética en A? (b) ¿su velocidad en B? (c) ¿el trabajo total realizado sobre la partícula cuando se mueve de A a B?

Solución:

(a)  $K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} (0.6)(2)^2 = 1.2 \text{ J}$

(b) La velocidad en el punto B es  $v = (2K/m)^{1/2} = (2 \times 7.5/0.6)^{0.5} = 13.8 \text{ m/s}$

(c)  $W = \Delta K = K_B - K_A = 1.2 \text{ J} - 7.5 \text{ J} = -6.3 \text{ J}$

19. Un cinescopio de cierto televisor mide 36 cm de largo. La fuerza eléctrica acelera un electrón en el tubo desde el reposo hasta 1% de la velocidad de la luz a lo largo de esta distancia. Determine: (a) la energía cinética del electrón cuando incide sobre la pantalla al final del cinescopio, (b) la magnitud de la fuerza eléctrica promedio que actúa sobre el electrón en esta distancia, (c) la magnitud de la Aceleración promedio del electrón a lo largo de esta distancia, y (d) el tiempo de vuelo.

**Solución:**

(a)  $K = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} (9.11 \times 10^{-31})(0.3 \times 10^8)^2 = 0.41 \times 10^{-15} \text{ J}$

(b) El trabajo realizado es  $W = \Delta K = 0.41 \times 10^{-15} \text{ J}$ . Por otro lado,  $W = Fd$ , donde  $F$  es la fuerza promedio. De aquí  $F = W/d = (0.41 \times 10^{-15})/0.36 = 1.14 \times 10^{-15} \text{ N}$ .

(c) De acuerdo con la 2ª ley de Newton,  $F = ma$ . De aquí, se obtiene

$a = F/m = (1.14 \times 10^{-15})/(9.11 \times 10^{-31}) = 0.125 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$ .

(d) El tiempo de vuelo  $t = (v_f - v_i)/a = (0.3 \times 10^8)/(0.125 \times 10^{16}) = 2.4 \times 10^{-8} \text{ s}$

20. Una bola de boliche de 7.00 kg se mueve a 3.00 m/s, ¿Qué tan rápido se debe mover una bola de golf de manera que las dos tengan la misma energía cinética?

21. Un mecánico empuja un auto de masa  $m$  desde el reposo hasta alcanzar una velocidad  $v$ , efectuando un trabajo de 5000 J durante el proceso. Durante este tiempo, el auto se mueve 25.0 m. Ignore la fricción entre el auto y el camino, y encuentre: (a) ¿Cuál es la velocidad final,  $v$ , del auto? b) ¿Cuál es el valor de la fuerza horizontal ejercida sobre el auto?

22. Una masa de 3.0 kg tiene una velocidad inicial  $v_0 = (6.0i + 22.0j) \text{ m/s}$ . (a) ¿Cuál es la energía cinética en este tiempo? (b) Determine el cambio en su energía cinética si su velocidad cambia a  $(8.0i + 4.0j) \text{ m/s}$ . (Sugerencia: Recuerde que  $v^2 = \vec{v} \cdot \vec{v}$ )

**Solución:**

(a)  $K = \frac{1}{2} mv^2 = 0.5(3)(6^2 + 22^2) = 780 \text{ J}$

(b)  $\Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2} m(v_f^2 - v_i^2) = 0.5(3)[(6^2 + 22^2) - (8^2 + 4^2)] = 660 \text{ J}$

23. Una caja de 40 kg inicialmente en reposo se empuja una distancia de 5 m por un piso rugoso y horizontal con una fuerza constante horizontal de 130 N. Si el coeficiente de fricción entre la caja y el piso es 0.30, encuentre: (a) el trabajo realizado por la fuerza aplicada, (b) la energía cinética perdida debido a la fricción, (c) el cambio en la energía cinética de la caja, y (d) la velocidad final de la caja.

**Solución:**

(a) El calor que se genera es el trabajo de la fuerza de fricción:

$W_f = f_k d = \mu_k mgd = 0.3 \times 40 \times 9.81 \times 5 = 588.6 \text{ J}$

El trabajo que tiene que realizar la fuerza es  $W = W_f + Fd = 588.6 + (130)(5) = 1238.6 \text{ J}$

(b) La energía cinética perdida debido a la fricción es  $588.6 \text{ J}$

(c) El cambio en la energía cinética es  $\Delta K = 650 \text{ J}$

(d) La velocidad final es  $v = (2K/m)^{1/2} = (2 \times 650/40)^{0.5} = 5.7 \text{ m/s}$

24. Una bala de  $15.0 \text{ g}$  se acelera en el cañón de un rifle de  $72.0 \text{ cm}$  de largo hasta una velocidad de  $780 \text{ m/s}$ , Emplee el teorema del trabajo y la energía para encontrar la fuerza ejercida sobre la bala mientras se acelera

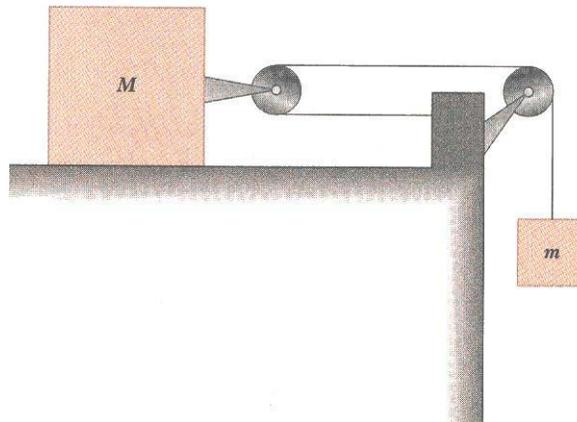
**Solución:**

De acuerdo al teorema trabajo y la energía,  $W = \Delta K = K_f - K_i = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_i^2$ .

El trabajo  $W = \frac{1}{2} mv^2 = 0.5(15 \times 10^{-3})(789)^2 = 4668.9 \text{ J}$ .

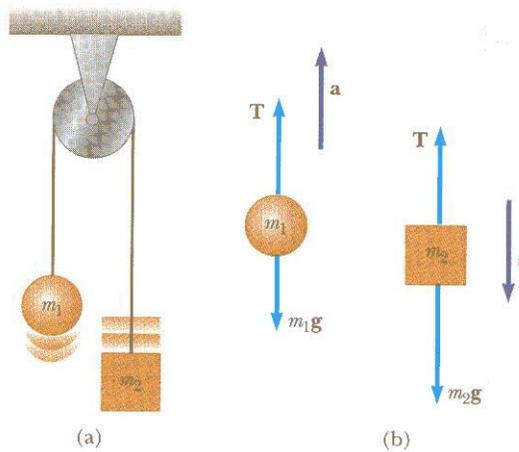
Por otro lado,  $W = Fd$ . De aquí se obtiene que  $F = W/d = 4668.9/0.72 = 6484.6 \text{ N}$

25. Un bloque de masa  $m$  cuelga del extremo de una cuerda, y esta conectado a un bloque de masa  $M$  por medio de un juego de poleas, como el que se presenta en la figura. Utilizando consideraciones de energía, (a) encuentre una expresión para la velocidad de  $m$  Como una función de la distancia que ha descendido. Suponga que el bloque se encuentra inicialmente en reposo y que no hay fricción. (b) Repita (a) suponiendo una fricción de deslizamiento (coeficiente  $\mu_k$ ) entre  $M$  y la mesa. (c) Muestre que el resultado obtenido en (b) se reduce a lo encontrado en (a) en el límite cuando  $\mu_k$  tiende a cero.



26. Una bola de acero de  $5.0 \text{ kg}$  se deja caer sobre una placa de cobre desde una altura de  $10.0 \text{ m}$ . Si la bola deja una abolladura de  $0.32 \text{ cm}$  de profundidad, ¿Cuál es la fuerza promedio ejercida sobre la bola por la placa durante el impacto?

27. Una máquina de Atwood soporta masas de  $0.20 \text{ kg}$  y  $0.30 \text{ kg}$ . Las masas son mantenidas en reposo una al lado de la otra y después se sueltan. Si se ignora la fricción ¿Cuál es la velocidad de cada masa en el instante en el que ambas se han movido  $0.40 \text{ m}$ ?



**Solución:**

La aceleración de las masas está dada por la expresión:

$$a = (m_1 - m_2)g / (m_1 + m_2) = (0.3 - 0.2)(9.81) / (0.3 + 0.2) = 1.962 \text{ m/s}^2$$

La velocidad después de recorrer .40 m se obtiene de la expresión  $v^2 = v_0^2 - 2a\Delta x$ , con  $v_0 = 0$ , se obtiene  $v = [2a\Delta x]^{0.5} = (2 \times 1.962 \times 0.4)^{0.5} = 1.25 \text{ m/s}$

28. Un trineo de masa  $m$  sobre un estanque congelado es pateado y adquiere una velocidad inicial  $v_i = 2 \text{ m/s}$ . El coeficiente de fricción cinético entre el trineo y el hielo es  $\mu_k = 0.10$ . Utilice consideraciones de energía para encontrar la distancia que se mueve el trineo antes de detenerse.

29. Un bloque de  $12.0 \text{ kg}$  de masa se desliza desde el reposo hacia abajo de una pendiente sin fricción de  $35.0^\circ$  y lo detiene un resorte rígido con  $k = 3.00 \times 10^4 \text{ N/m}$ . El bloque se desliza  $3.00 \text{ m}$  desde el punto de partida hasta el punto donde queda en reposo contra el resorte. Cuando el bloque queda en reposo, ¿Qué tanto se ha comprimido el resorte?

30. Una caja de  $10.0 \text{ kg}$  de masa se jala hacia arriba de una pendiente con una velocidad inicial de  $1.50 \text{ m/s}$ . La fuerza con que se jala es de  $100 \text{ N}$  paralela a la pendiente, la cual forma un ángulo de  $20.0^\circ$  con la horizontal. El coeficiente de fricción cinético es  $0.40$ , y la caja se jala  $5.0 \text{ m}$ . (a) ¿Cuánto trabajo efectúa la gravedad? (b) ¿Cuánta energía se pierde por la fricción? (c) ¿Cuánto trabajo realiza la fuerza de  $100 \text{ N}$ ? (d) ¿Cuál es el cambio en la energía cinética de la caja? (e) ¿Cuál es la velocidad de la caja después de haberla jalado  $5.00 \text{ m}$ ?

31. Un bloque de  $0.60 \text{ kg}$  de masa se desliza  $6.0 \text{ m}$  descendiendo por una rampa sin fricción inclinada  $20^\circ$  con la horizontal. Luego se desplaza sobre una superficie horizontal rugosa donde  $\mu_k = 0.50$ . a) ¿Cuál es la velocidad del bloque al final de la pendiente? (b) ¿Cuál es su velocidad después de moverse  $1.00 \text{ m}$  sobre la superficie rugosa? (c) ¿Qué distancia viaja sobre la superficie horizontal antes de detenerse?

32. A un bloque de  $4.00 \text{ kg}$  se le da una velocidad inicial de  $8.00 \text{ m/s}$  en el pie de una pendiente a  $20.0^\circ$ . La fuerza de fricción que retarda su movimiento es de  $15.0$

N. (a) Si el bloque se desplaza hacia arriba de la pendiente, ¿Qué distancia se mueve antes de detenerse? (b) ¿Se deslizará hacia abajo por la pendiente?

33. Una fuerza neta que varía en el tiempo actúa sobre una partícula de 4.0 kg y produce en esta un desplazamiento dado por  $x = 2.0t - 3.0t^2 + 1.0t^3$ , donde  $x$  se mide en metros y  $t$  en segundos. Encuentre el trabajo realizado sobre la partícula durante los primeros 3.0 s de movimiento.

34. Un bloque de 3.00 kg se mueve hacia arriba de una pendiente de  $37.0^\circ$  bajo la acción de una fuerza horizontal constante de 40.0 N. El coeficiente de fricción cinética es 0.10, y el bloque se desplaza 2.0 m hacia arriba por la pendiente. Calcule: (a) el trabajo hecho por la fuerza de 40.0 N, (b) el trabajo realizado por la gravedad, (c) la energía que se pierde por la fricción y (d) el cambio en la energía cinética del bloque. (Sugerencia: La fuerza aplicada no es paralela a la pendiente.)

35. Un bloque de 4.0 kg unido a una cuerda de 2.0 m de largo gira en un círculo sobre una superficie horizontal. (a) Si la superficie no tiene fricción, identifique todas las fuerzas sobre el bloque y demuestre que el trabajo efectuado por cada fuerza es cero para cualquier desplazamiento del bloque. (b) Si el coeficiente de fricción entre el bloque y la superficie es 0.25, encuentre la energía perdida por la fricción en cada revolución.

## Potencia

36. Un marino de 700 N en un entrenamiento básico sube por una cuerda vertical de 10.0 m a una velocidad constante en 8.00 s. ¿Cuál es su potencia de salida?

**Solución:**

$$P = Fv = (700)(10/8) = 875 \text{ W}$$

37. Sobre un tramo de las Cataratas del Niágara, el agua fluye a razón de  $1.2 \times 10^6$  kg/s y cae 50 m. ¿Cuántos focos de 60 W pueden encenderse con esta potencia?

**Solución:**

$$P = d(mgh)/dt = ghdm/dt = (9.81)(50)(10^6) = 490.5 \times 10^6 \text{ W}$$

$$\text{Número de focos} = P/60 = 8,175,000 \text{ focos}$$

38. Un elevador de 650 kg empieza a moverse desde el reposo. Si se desplaza hacia arriba durante 3.00 s con aceleración constante hasta que alcanza una velocidad de crucero de 1.75 m/s, (a) ¿Cuál es la potencia promedio del motor del elevador durante este periodo? (b) ¿Cómo se compara esta potencia con la potencia ejercida mientras se mueve a su velocidad de crucero?

39. Cierta motor de automóvil entrega 30.0 cp ( $2.24 \times 10^4$  W) a sus ruedas cuando se mueve a 27.0 m/s. ¿Cuál es la fuerza resistiva que actúa sobre el automóvil a esa velocidad?

**Solución:**

$$P = Fv. \text{ La fuerza resistiva es } F = P/v = 2.24 \times 10^4/27 = 829 \text{ N}$$

40. Un motor fuera de borda impulsa un bote a través del agua a 10.0 mi/h. El agua se opone al movimiento hacia adelante del bote con una fuerza de 15.0 lb. ¿Cuánta potencia se entrega a través de la hélice?

**Solución:**

$$P = Fv = (15\text{lb})(10\text{mi/h})$$

41. Un carro de 2 500 N de peso que opera a una tasa de 130 kW desarrolla una velocidad máxima de 31 m/s sobre un camino horizontal plano. Si se considera que la fuerza resistiva (debida a la fricción y a la resistencia del aire) permanece constante, (a) ¿Cuál es la máxima velocidad del carro sobre una pendiente inclinada 1 m en 20 m (es decir, si  $\theta$  es el ángulo de la pendiente con la horizontal,  $\sin \theta = 1/20$ )? (b) ¿Cuál es la potencia de salida sobre una pendiente de 1 en 10 si el auto viaja a 10 m/s?

42. Una fuerza  $F$  actúa sobre una partícula de masa  $m$ . La partícula parte del reposo en  $t = 0$ . (a) Demuestre que la potencia instantánea entregada por la fuerza en cualquier tiempo  $t$  es  $\frac{F^2 t}{m}$ . (b) Si  $F = 20.0$  N y  $m = 5.00$  kg, ¿Cuál es la potencia entregada en  $t = 3.00$  s?

**Solución:**

Si parte del reposo y el origen, la posición es  $x(t) = \frac{1}{2} at^2$ . La aceleración  $a = F/m$ , por lo que  $x(t) = \frac{1}{2} (F/m)t^2$ .

La potencia es  $P(t) = dW/dt = d(Fx)/dt = Fdx/dt = Fd(\frac{1}{2} (F/m)t^2)/dt = F^2 t/m$ .

La potencia entregada en  $t = 3$  s, es  $P(3) = 20^2(3)/5 = 240$  W

43. Una maquina de Atwood tiene una masa de 3.00 kg y una masa de 2.00 kg en los extremos de la cuerda. La masa de 2.00 kg se deja caer al piso desde el reposo, 4.00 m abajo de la masa de 3.00 kg. (a) Si la polea no ofrece fricción, ¿Cuál será la velocidad de las masas cuando pasen una frente a la otra? (b) Suponga que la polea no gira y que la cuerda desliza sobre ella. Si la fuerza de fricción total entre la polea y la cuerda es 5.00 N, ¿Cuáles son la velocidades cuando las masas pasan una frente a la otra?

44. Una partícula de 0.400 kg se desliza sobre una pista circular horizontal de 1.50 m de radio. Se le da una velocidad inicial de 8.00 m/s. Después de una revolución, su velocidad se reduce a 6.00 m/s por causa de la fricción. (a) Encuentre la energía perdida por la fricción en una revolución. (b) Calcule el coeficiente de fricción cinético. (c) ¿Cuántas revoluciones completa la partícula antes de detenerse?

45. Un proyectil de masa  $m$  se dispara horizontalmente con una velocidad inicial  $v_i$  desde una altura  $h$  sobre un suelo plano en el desierto. En el instante anterior al momento en que el proyectil golpea el suelo encuentre, (a) el trabajo hecho por la gravedad sobre el proyectil, (b) el cambio en la energía cinética del proyectil desde que fue disparado, y (c) la energía cinética del proyectil.

46. Una ciclista que, junto con su bicicleta, tiene una masa combinada de 75 kg, desciende a 4.0 m/s por un camino inclinado  $2.0^\circ$  con la horizontal, y desciende a 8.0 m/s por otro camino inclinado  $4.0^\circ$ . Luego se sostiene de un vehículo en movimiento y viaja sobre un camino plano. ¿Qué potencia debe consumir el vehículo para mantener su velocidad en 3.0 m/s? Suponga que la fuerza de la resistencia del aire es proporcional a su velocidad y suponga que las demás fuerzas friccionantes permanecen constantes.

47. Una carga de 60.0 kg se levanta mediante las poleas que se muestran en la figura. ¿Cuánto trabajo realiza la fuerza  $F$  para levantar la carga 3.0 m si hay una fuerza de fricción de 20.0 N en cada polea? (Las poleas no giran, sino que la cuerda desliza sobre cada superficie.)

