

ntegrando.

C U R S O S A C A D É M I C O S

Capítulo 6

Trabajo y energía

Temario del capítulo 6

6.1 Trabajo mecánico

6.2 Energía potencial

6.3 Energía cinética

6.4 Conservación de la energía

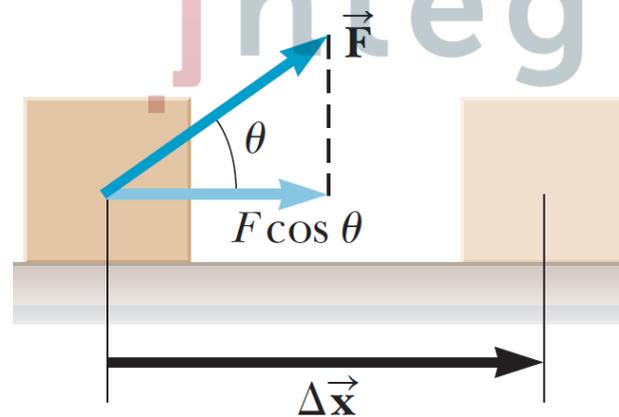
6.5 Potencia

 Integrando.

6.1 Trabajo mecánico

En física, se realiza un **trabajo mecánico** cuando un objeto se **desplaza** de un punto a otro por efecto de la **componente** de una **fuerza** en la **misma dirección**.

El trabajo W es una **cantidad escalar** que puede ser **positiva, negativa o cero**; depende de la **fuerza aplicada** F , el **desplazamiento** Δx y el **ángulo** θ entre estos dos



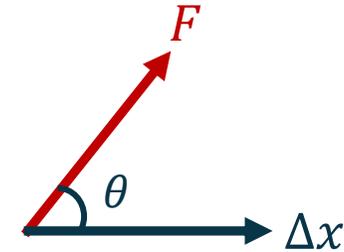
$$W = F \Delta x \cos \theta$$

Su unidad es el **Joule**: $1 J = 1 N \cdot m$

6.1 Trabajo mecánico

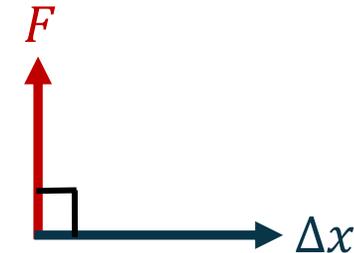
a) Trabajo **positivo**: Si la fuerza y el desplazamiento apuntan en **sentidos iguales**

$$0^\circ \leq \theta < 90^\circ \rightarrow \cos \theta > 0 \rightarrow W > 0$$



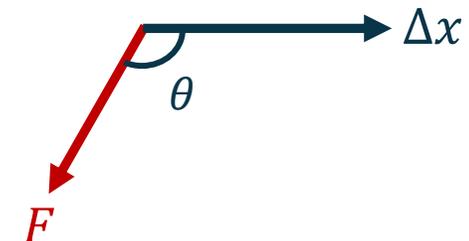
b) Trabajo **nulo**: Si la fuerza es **perpendicular** al desplazamiento

$$\theta = 90^\circ \rightarrow \cos 90^\circ = 0 \rightarrow W = 0$$



c) Trabajo **negativo**: Si la fuerza y el desplazamiento apuntan en **sentidos opuestos**

$$90^\circ < \theta \leq 180^\circ \rightarrow \cos \theta < 0 \rightarrow W < 0$$



6.1 Trabajo mecánico

Cada fuerza que actúa sobre un objeto **contribuye** con una parte para el **trabajo total**, siendo el **desplazamiento el mismo**, pero el **ángulo diferente** para cada una

$$W_T = W_1 + W_2 = F_1 \Delta x \cos \theta_1 + F_2 \Delta x \cos \theta_2$$

El trabajo mecánico producido por las **fuerzas de fricción** es en extremo importante en la vida diaria, ya que es difícil llevar a cabo casi cualquier otra clase de trabajo.

La **energía que se pierde** en este proceso se convierte en **calor y sonido**.

6.1 Ejemplos

1. Un hombre levanta una maleta de 30 kg hasta una altura de 2 m .

a) ¿Qué trabajo realiza para levantarla?

b) Si sostiene la maleta a la misma altura y camina 3 m , ¿cuánto trabajo realiza al caminar?



Integrando.

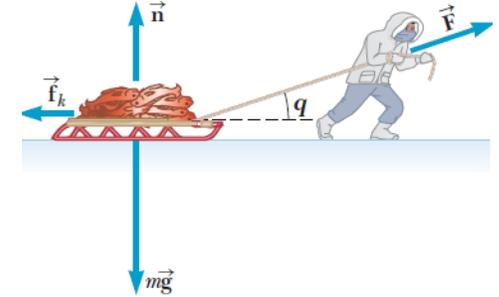
a) $W = 588\text{ J}$

b) $W = 0\text{ J}$

6.1 Ejemplos

2. Suponga que un esquimal jala un trineo de 50 kg con una fuerza de 120 N en un ángulo de 30° . Al mismo tiempo, una fuerza de fricción de 50 N se opone al movimiento. Si el trineo se desplaza 5 m hacia la derecha:

- Calcular el trabajo realizado por cada fuerza
- Determinar el trabajo total realizado sobre el trineo



a) $W_F = 519.6 \text{ J}$, $W_n = W_w = 0$, $W_{f_k} = -250 \text{ J}$

b) $W_T = 269.6 \text{ J}$

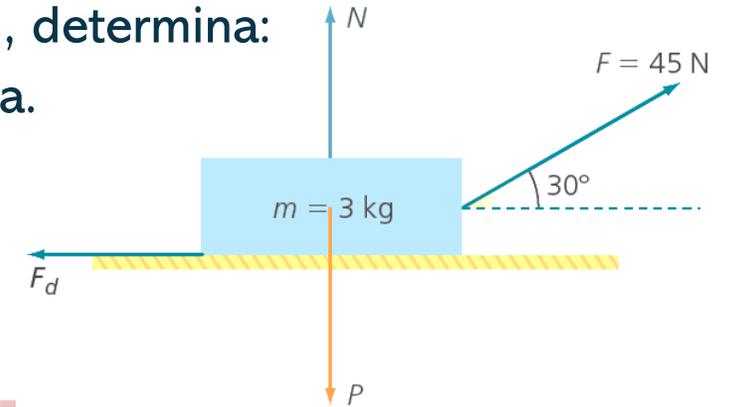
6.1 Ejercicios

1. Suponga que se quiere arrastrar una mesa de 50 kg a través de un terreno a nivel con una fuerza de 50 N . Si se realiza $4 \times 10^2 \text{ J}$ de trabajo mientras se ejerce la fuerza de manera horizontal:
 - a) ¿A lo largo de qué distancia se ha empujado?
 - b) Si ejerce la misma fuerza en un ángulo de 45° con respecto a la horizontal, y la mesa se traslada la misma distancia, ¿cuánto trabajo se realiza sobre la mesa?

Integrando.

6.1 Ejercicios

2. Un bloque de 3 kg es jalado por una fuerza cuya magnitud es de 45 N en un ángulo de 30° , desplazándolo 10 m . Si el coeficiente de fricción dinámica es de 0.25 , determina:
- El valor del peso, la fuerza normal y la fuerza de fricción dinámica.
 - El trabajo realizado por cada una de las fuerzas.
 - El trabajo resultante.



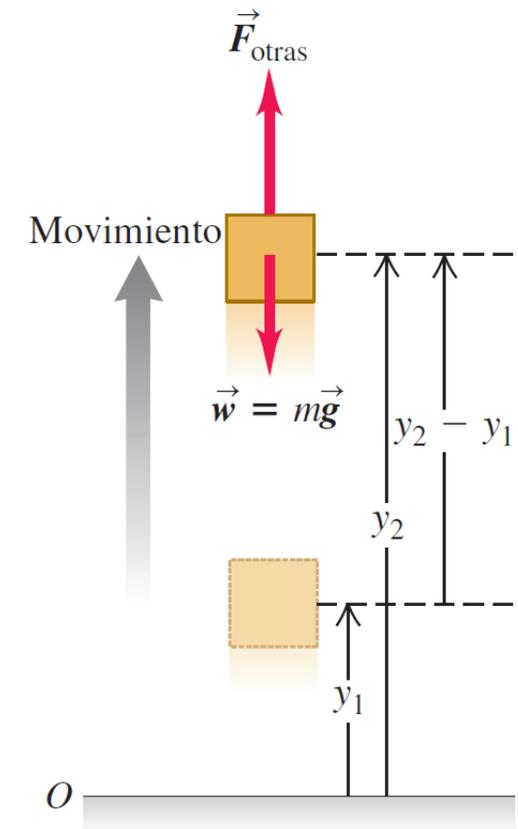
Integrando.

6.2 Energía potencial

La **energía** es una **propiedad** que permite describir la **interacción de las componentes de un sistema**, las cuales tienen la **capacidad de realizar un trabajo**.

Para **levantar** cualquier cuerpo a una **cierta altura** se debe realizar un **trabajo**.

En ese instante, se **almacena** una **energía potencialmente disponible** en el objeto, ya que, si se suelta, la **fuerza gravitacional** tiene la posibilidad de **realizar trabajo** sobre él.



6.2 Energía potencial

Se define la **energía potencial gravitacional** como la energía que adquiere un cuerpo cuando se encuentra a una **cierta altura** con respecto al suelo.

La **fuerza** requerida para levantar un objeto a una **altura** h es igual la **magnitud de su peso** $w = mg$

Integrando.

Como el trabajo es igual al producto de la fuerza por el desplazamiento, la energía potencial es

$$U = mgh$$

6.2 Ejemplos

1. Una caja de herramientas de 1.2 kg se encuentra 2 m por encima de una mesa que tiene una altura de 80 cm . Determine la energía potencial:
 - a) Respecto a la parte superior de la mesa
 - b) Respecto al suelo

 Integrando.

a) $U_{\text{mesa}} = 23.5 \text{ J}$

b) $U_{\text{suelo}} = 32.9 \text{ J}$

6.2 Ejemplos

2. Una pelota se eleva a una altura 2 m y almacena una energía de $3.92 \times 10^{-1}\text{ J}$.
- Determina la masa de la pelota
 - Calcula la energía potencial que tendrá cuando lleve la mitad del tiempo que le toma alcanzar el suelo.

 Integrando.

a) $m = 20\text{ g}$

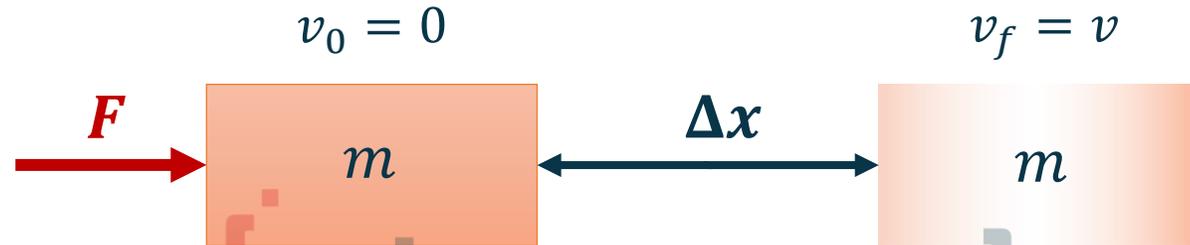
b) $U = 9.8 \times 10^{-2}\text{ J}$

6.2 Ejercicios

1. Calcular la energía potencial de una roca que pesa 20 N si se encuentra a una altura de 6 m .
2. ¿A qué altura se encuentra una manzana de 200 g si tiene una energía potencial de 9.8 J ? ¿Cuánto tiempo le tomará caer al suelo si se suelta en caída libre?

6.3 Energía cinética

Ahora determinemos el trabajo realizado por una **fuerza externa** que **mueve** un objeto desde el **reposo**:



1. De la **segunda ley de Newton**

$$F = ma$$

2. De las ecuaciones del **MRUA**

$$v_f^2 = v_0^2 + 2a\Delta x \rightarrow a = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2\Delta x}$$

3. Con $v_0 = 0$ y por definición de **trabajo**

$$W = F\Delta x = \left(m \frac{v_f^2}{2\Delta x} \right) \Delta x$$

6.3 Energía cinética

El resultado es una cantidad llamada **energía cinética**, la cual se define como la energía que un cuerpo adquiere cuando se pone en **movimiento**

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

Por ser **escalar**, no depende de la dirección del movimiento. Mientras más **masa** y **rapidez** se tenga más energía cinética almacena.

El trabajo de una fuerza externa resultante ejercida sobre un cuerpo es igual al cambio de energía cinética del cuerpo, resultado llamado **teorema trabajo-energía**.

6.3 Ejemplos

1. Resuelve los siguiente problemas.

a) ¿Cuál es la energía cinética de un balón que pesa 4.5 N y lleva una rapidez de 20 m/s ?

b) Calcula la energía cinética de una piedra de 10 g al momento de chocar con el suelo, si se suelta desde una altura de 12 m .

a) $K = 91.8\text{ J}$

b) $K = 1.2\text{ J}$

6.3 Ejemplos

2. Un bloque de 4 kg es jalado por una fuerza de 30 N , formando un ángulo de 30° . Si parte del reposo, sin fricción, y se ha desplazado 5 m , ¿qué velocidad llevará en ese instante?



a) $v = 8.06 \text{ m/s}$

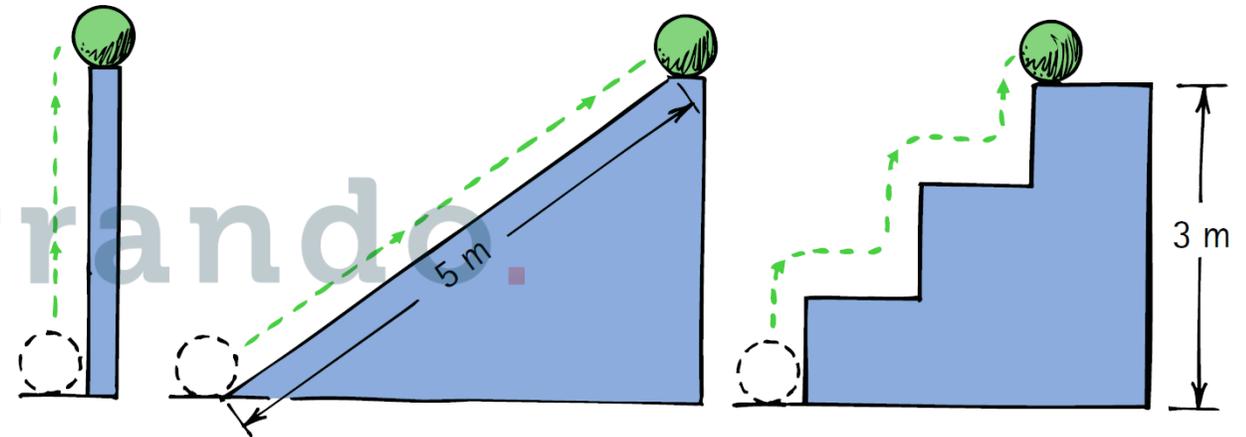
6.3 Ejercicios

1. Calcular la energía cinética de una pelota de beisbol cuya masa es de 100 g y lleva una velocidad de 30 m/s .
2. Una camioneta lleva una energía cinética de 4×10^4 , aplica los frenos y se detiene después de recorrer 20 m . Calcula la magnitud de la fuerza que ejercen los frenos para detenerla.

6.4 Conservación de la energía

Una fuerza es **conservativa** cuando el **trabajo que realiza depende solo de los puntos inicial y final**, no del tipo de trayectoria seguido.

La **fuerza gravitacional** es conservativa: al levantar un objeto a una **misma altura**, tomando diferentes caminos, el **trabajo** realizado por ésta es **igual**.



Las fuerzas **no conservativas**, como la **fricción**, tienden a **disipar** la energía, **convirtiéndola** en calor, sonido u en otro tipo de energía, por lo que se dice que hay **pérdidas**.

6.4 Conservación de la energía

La suma de las energías cinética y potencial se conoce como energía mecánica del sistema

$$E = K + U$$

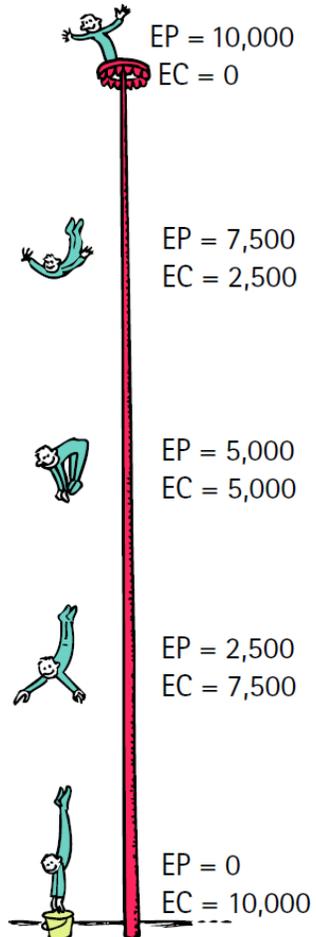
En ausencia de fuerzas disipativas, la energía mecánica se conserva

$$K_0 + U_0 = K_f + U_f$$

Cuando una cantidad física se conserva, el valor numérico de dicha cantidad permanece invariante en el tiempo.

6.4 Conservación de la energía

Una **consecuencia** de la conservación de la energía es la **conversión** de un tipo en otra



La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma

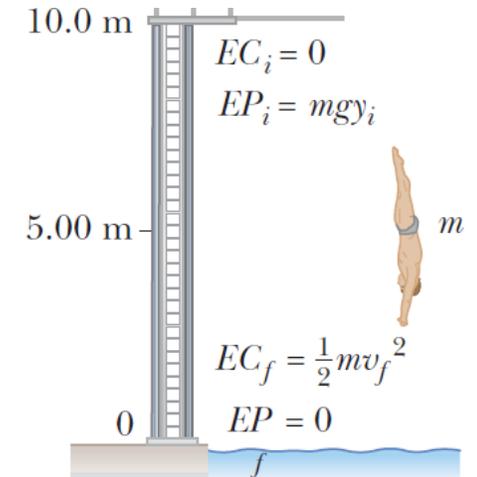
Un objeto posee energía potencial a una cierta altura; cuando comienza a caer, ésta disminuye y su energía cinética aumenta. Al llegar al suelo, toda la energía potencial se ha convertido en energía cinética.

A nivel microscópico, la conservación de la energía se cumple también con fuerzas disipativas y es consistente con todos los fenómenos.

6.4 Ejemplos

1. Un clavadista de masa m se avienta desde un trampolín 10 m arriba de la superficie del agua. Si la resistencia del aire es despreciable:
- Determine su velocidad 5 m sobre de la superficie del agua.
 - Determine su velocidad cuando golpea el agua.

Integrando.

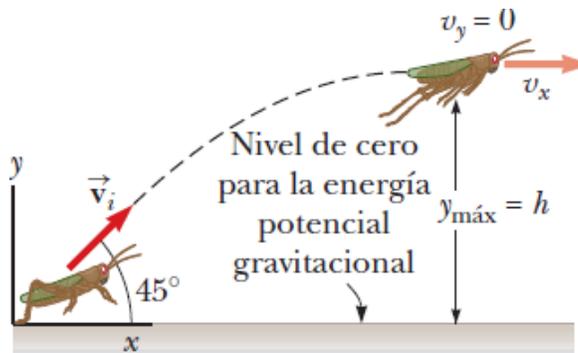


a) $v = 9.9\text{ m/s}$

b) $v_f = 14\text{ m/s}$

6.4 Ejemplos

2. Un poderoso saltamontes se impulsa a sí mismo con un ángulo de 45° por encima de la horizontal y se eleva hasta su máxima altura de 1 m durante el salto. ¿Cuál es la magnitud de la velocidad inicial v_0 ?

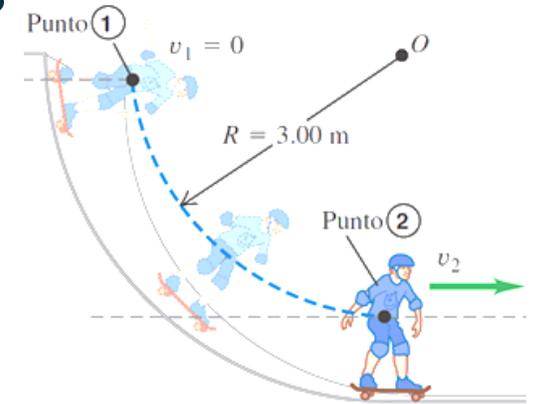


Integrando.

a) $v_0 = 6.26\text{ m/s}$

6.4 Ejemplos

3. Un muchacho se desliza en su patineta desde el reposo sobre una rampa circular, sin fricción, de radio 3 m . ¿Cuál será la rapidez en la parte inferior de la rampa si comienza en el punto más alejado del centro hacia la izquierda?



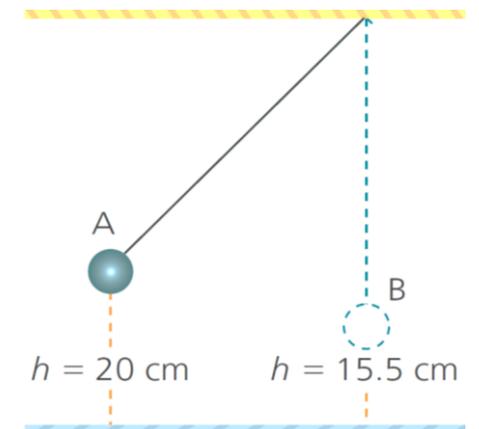
Integrando.

a) $v_f = 7.7\text{ m/s}$

6.4 Ejercicios

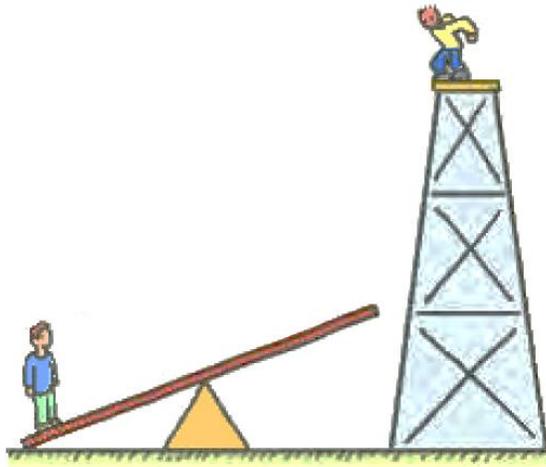
1. Una bala de cañón de 5 kg es disparada verticalmente hacia arriba. Si la energía mecánica de la bala es 490 J en todo momento, determina la altura máxima que alcanza y la rapidez con la que llega al suelo.

2. Un péndulo consiste en una cuerda de masa despreciable que tiene una masa en uno de sus extremos. Si la masa se eleva a una cierta posición A , como en la imagen, determine la rapidez en el punto más bajo B .



6.4 Ejercicios

3. Carlos, de 40 kg , está de pie en el extremo izquierdo de un subibaja. Roberto, de 70 kg salta desde una altura de 4 m y cae en el extremo derecho, impulsando a Carlos hacia arriba. Determina hasta que altura alcanza a llegar Carlos.



Integrando.

6.5 Potencia

A la **rapidez** con la que **se realiza un trabajo mecánico** se le conoce como **potencia**.

Si una fuerza externa F realiza un trabajo $W = F\Delta x$ en un objeto durante un intervalo de tiempo Δt , entonces la potencia promedio que entrega al objeto se define como

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{o bien} \quad P = \frac{F\Delta x}{\Delta t} = Fv \quad \text{para } v = cte$$

Su unidad en el SI es el Watt: $1 W = 1 J/s$

En el sistema tradicional de Estados Unidos se usa el caballo de fuerza $1 hp = 746 W$

6.5 Ejemplos

1. Calcular la potencia de una grúa que levanta 30 bultos de cemento hasta una altura de 10 m en un tiempo de 2 s , si cada bulto tiene una masa de 50 kg . Expresar en Watts y caballos de fuerza.

Integrando.

a) $P = 7.35 \times 10^4\text{ W} = 98.5\text{ hp}$

6.5 Ejemplos

2. Calcule la potencia promedio que necesitaría una ballena asesina conocida como Shamu, con una masa de $8 \times 10^3 \text{ kg}$, para alcanzar una rapidez de 12 m/s en 6 s .

 Integrando.

a) $P = 9.6 \times 10^4 \text{ W}$

6.5 Ejercicios

1. Un elevador de 300 kg se eleva una distancia de 100 m en 2 min . ¿Qué potencia se requiere?
2. Un motor de 90 kW se emplea para levantar una carga de $1,200 \text{ kg}$. ¿Cuál es la rapidez media durante el ascenso?
3. Un motor con potencia de 70 hp eleva una carga de $6 \times 10^3 \text{ N}$ a una altura de 60 m . ¿En cuánto tiempo sube?

Integrando.