Capítulo 8B – Trabajo y energía

Presentación PowerPoint de

Paul E. Tippens, Profesor de Física

Southern Polytechnic State University

El Ninja, una montaña rusa en Six Flags de Georgia, tiene una altura de 122 ft *y una rapidez de* 52 mi/h*. La energía potencial debida a su altura cambia a energía cinética de movimiento.*

Objetivos: Después de completar este módulo, deberá:

- Definir energía cinética y energía potencial, junto con las unidades apropiadas en cada sistema.
- Describir la relación entre trabajo y energía cinética, y aplicar el TEOREMA TRABAJO-ENERGÍA.
- Definir y aplicar el concepto de POTENCIA, junto con las unidades apropiadas.

Energía

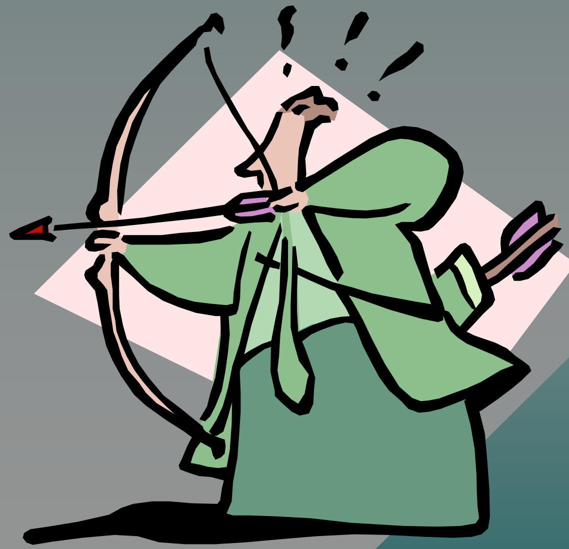
Energía es cualquier cosa que se puede convertir en trabajo; es decir: cualquier cosa que puede ejercer fuerza a través de una distancia.

Energía es la capacidad para realizar trabajo.

Energía potencial

Energía potencial: *Habilidad para efectuar trabajo en virtud de la posición o condición.*

Un peso suspendido



Un arco estirado

Problema ejemplo: ¿Cuál es la energía potencial de una persona de 50 kg en un rascacielos si está a 480 m sobre la calle?

Energía potencial gravitacional

¿Cuál es la E.P. de una persona de 50 kg *a una altura de 480 m?*

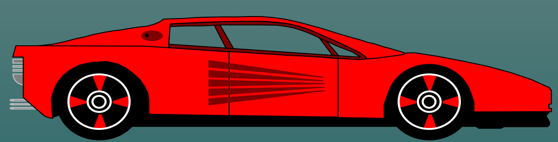
$$U = mgh = (50\ \text{kg})(9.8\ \text{m/s}^2)(480\ \text{m})$$

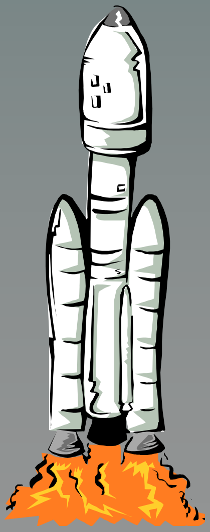
$$\boxed{U = 235\ \text{kJ}}$$

Energía cinética

Energía cinética: *Habilidad para realizar trabajo en virtud del movimiento. (Masa con velocidad)*

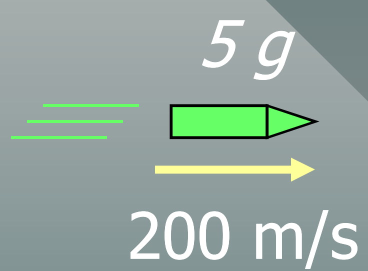
Un auto que acelera o un cohete espacial





Ejemplos de energía cinética

¿Cuál es la energía cinética de una bala de 5 g que viaja a 200 m/s?

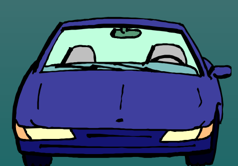


$$K = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}(0.005\text{ kg})(200\text{ m/s})^2$$

$$\boxed{K = 100\text{ J}}$$

¿Cuál es la energía cinética de un auto de 1000 kg que viaja a 14.1 m/s?

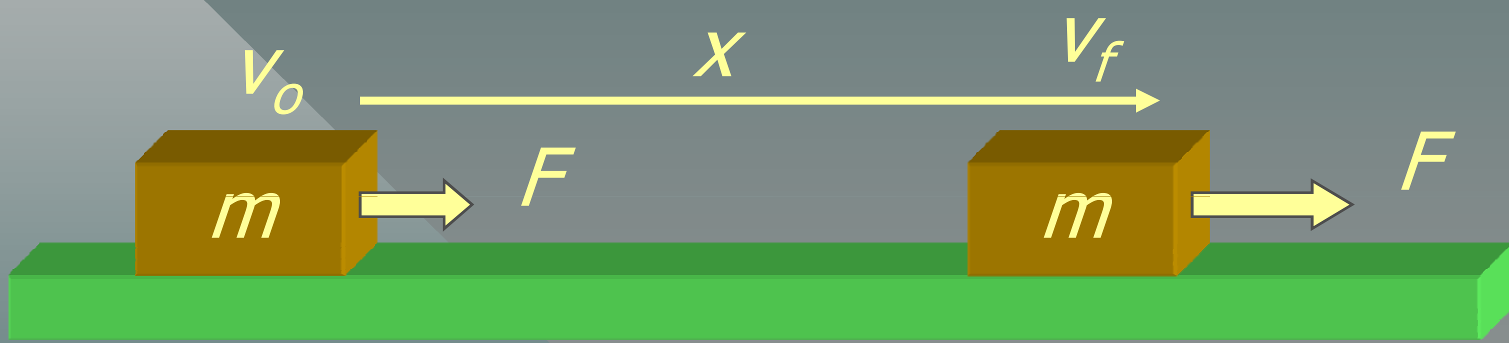
$$K = \tfrac{1}{2}mv^2 = \tfrac{1}{2}(1000\text{ kg})(14.1\text{ m/s})^2$$



$$\boxed{K = 99.4\text{ J}}$$

Trabajo y energía cinética

Una fuerza resultante cambia la velocidad de un objeto y realiza trabajo sobre dicho objeto.



$$Trabajo = Fx = (ma)x; \qquad a = \frac{v_f^2 - v_0^2}{2x}$$

$$\boxed{Trabajo = \tfrac{1}{2}mv_f^2 - \tfrac{1}{2}mv_0^2}$$

El teorema trabajo-energía

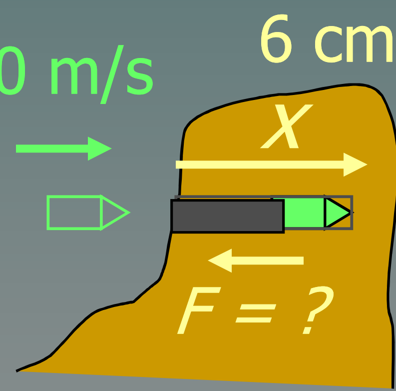
El trabajo es igual al cambio en $\frac{1}{2}mv^2$

$$Trabajo = \tfrac{1}{2}mv_f^2 - \tfrac{1}{2}mv_0^2$$

Si se define la energía cinética como $\frac{1}{2}mv^2$ entonces se puede establecer un principio físico muy importante:

El teorema trabajo-energía: El trabajo realizado por una fuerza resultante es igual al cambio en energía cinética que produce.

Ejemplo 1: Un proyectil de 20 g golpea un banco de lodo y penetra una distancia de 6 cm antes de detenerse. Encuentre la fuerza de frenado *F* si la velocidad de entrada es 80 m/s.



$$\text{Trabajo} = \cancelto{0}{\tfrac{1}{2} m v_f^2} - \tfrac{1}{2} m v_o^2$$

$$F x = -\tfrac{1}{2} m v_o^2$$

$$F(0.06\ \text{m}) \cos 180^0 = -\tfrac{1}{2}(0.02\ \text{kg})(80\ \text{m/s})^2$$

$$F(0.06\ \text{m})(-1) = -64\ \text{J}$$

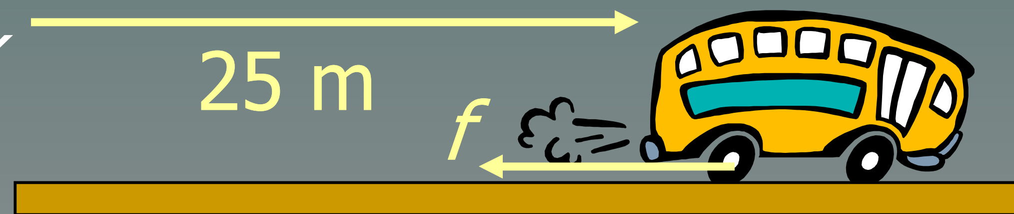
$$\boxed{F = 1067\ \text{N}}$$

Trabajo par detener la bala = cambio en E.C. para la bala

Ejemplo 2: Un autobús aplica los frenos para evitar u accidente. Las marcas de las llantas miden 80 m de largo. Si $\mu_k = 0.7$, ¿cuál era la rapidez antes de aplica los frenos?

Trabajo = ΔK

$$Trabajo = F(\cos\theta)\,x$$



$$f = \mu_k n = \mu_k mg$$

$$\text{Trabajo} = -\mu_k mg\,x \qquad \Delta K = \tfrac{1}{2}mv_f^2 - \tfrac{1}{2}mv_o^2$$

0

$-\tfrac{1}{2}$ … $g\,x$

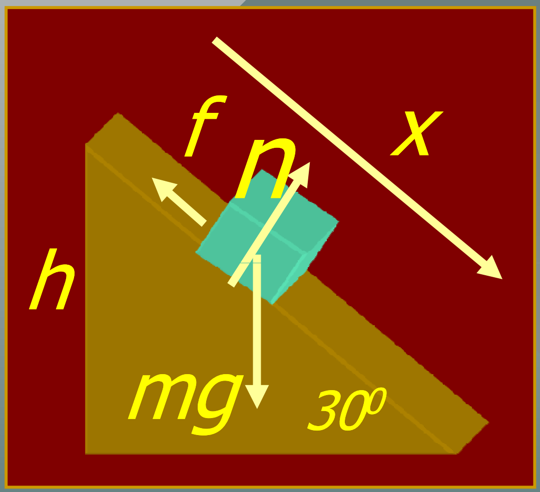
$$\boxed{\Delta K = Trabajo}$$

$$v_o = \sqrt{2\mu_k g x}$$

$$v_o = \sqrt{2(0.7)(9.8\text{ m/s}^2)(25\text{ m})}$$

$$\boxed{v_o = 59.9\text{ ft/s}}$$

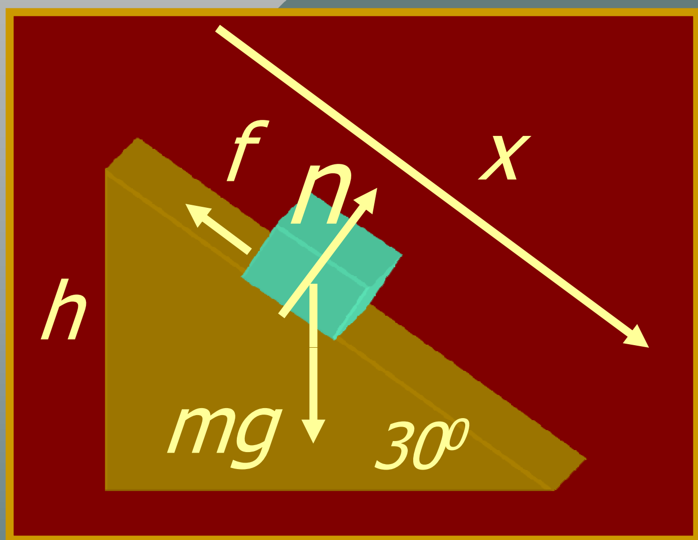
Ejemplo 3: Un bloque de 4 kg se desliza desde el reposo de lo alto al fondo de un plano inclinado de 30^0. Encuentre la velocidad en el fondo. (h = 20 m, μ_k = 0.2)

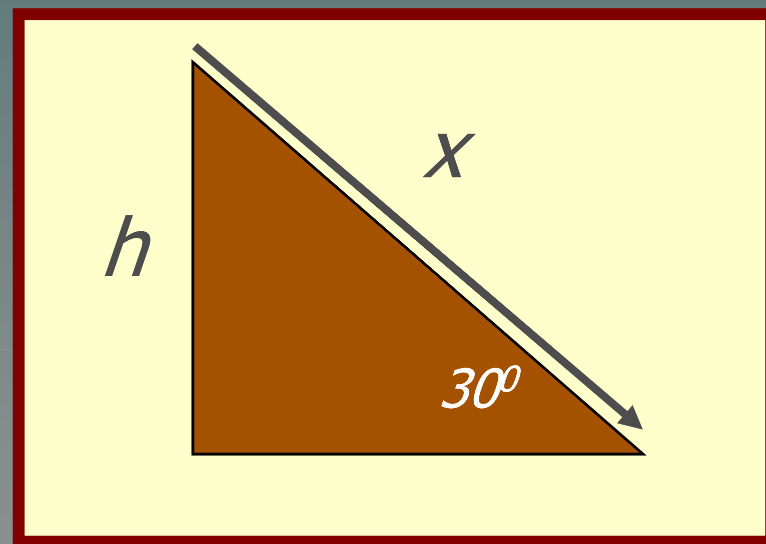


Plan: Se debe calcular tanto el trabajo resultante como el desplazamiento neto x. Luego se puede encontrar la velocidad del hecho de que Trabajo = ΔK.

Trabajo resultante = (Fuerza resultante por el plano) x (desplazamiento por el plano)

Ejemplo 3 (Cont.): Primero encuentre el desplazamiento neto *x* por el plano:



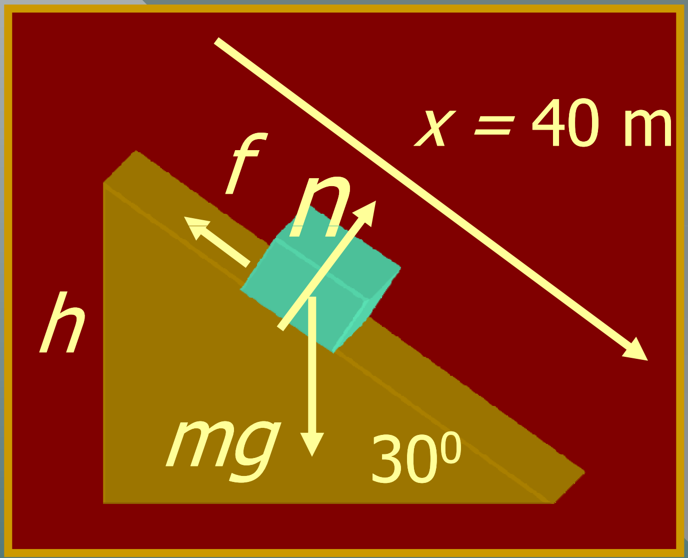


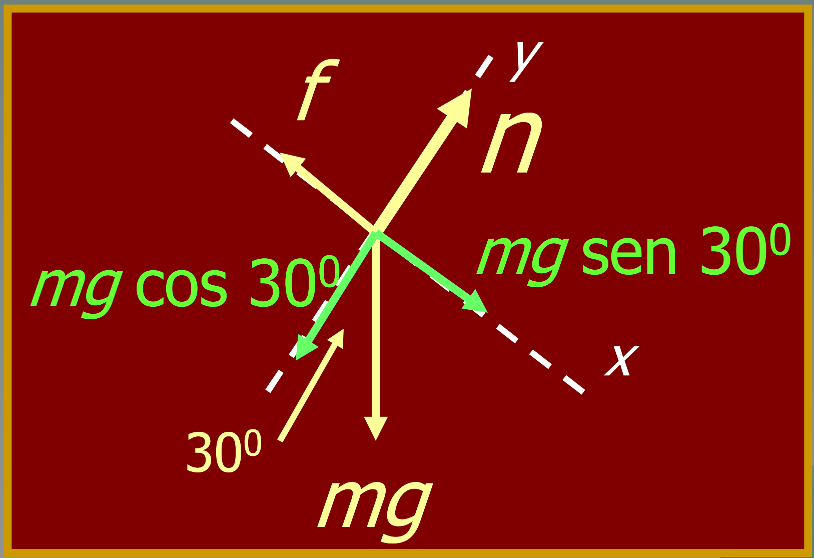
Por trigonometría, se sabe que sen $30^0 = h/x$ *y:*

$$\text{sen } 30° = \frac{h}{x} \qquad x = \frac{20 \text{ m}}{\text{sen } 30°} = 40 \text{ m}$$

Ejemplo 3 (Cont.): A continuación encuentre el trabajo resultante en el bloque de 4 kg. (x = 40 μ_k = 0.2)

Dibuje diagrama de cuerpo libre para encontrar la fuerza resultante:

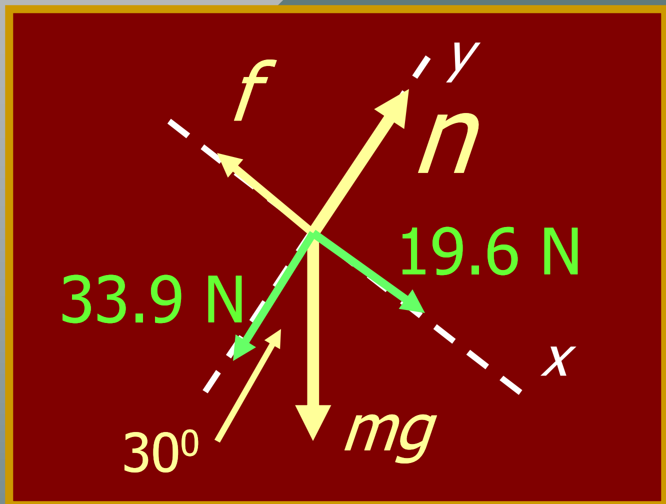




$$W_x = (4\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)(\text{sen }30^0) = 19.6\text{ N}$$

$$W_y = (4\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)(\cos 30^0) = 33.9\text{ N}$$

Ejemplo 3 (Cont.): Encuentre la fuerza resultar sobre el bloque de 4 kg. (x = 40 m y μ_k = 0.2



Fuerza resultante por el plano: 19.6 N - f

Recuerde que $f_k = \mu_k n$

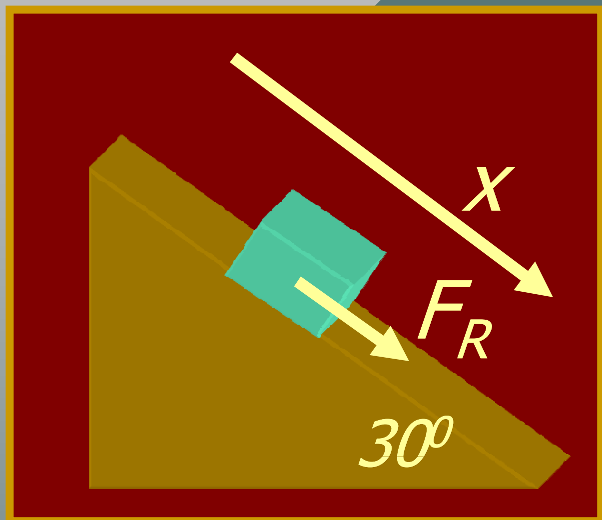
$\Sigma F_y = 0$ o $n = 33.9$ N

Fuerza resultante = 19.6 N – $\mu_k n$; y $\mu_k = 0.2$

Fuerza resultante = 19.6 N – (0.2)(33.9 N) = 12.8 N

Fuerza resultante por el plano = 12.8 N

Ejemplo 3 (Cont.): El trabajo resultante sob el bloque de 4 kg. (x = 40 m y F_R = 12.8 N



$$(Trabajo)_R = F_R x$$

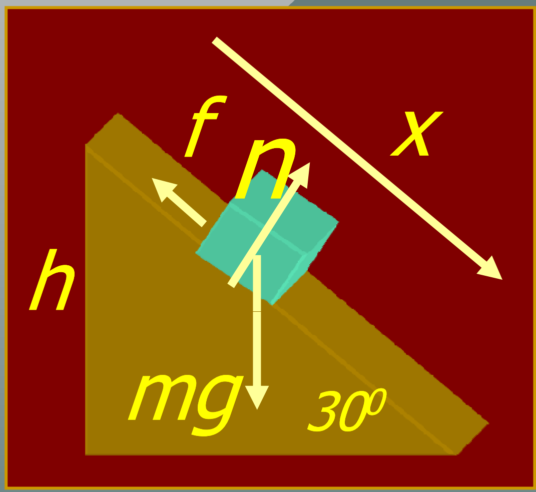
$$Trabajo\ neto = (12.8\ \text{N})(40\ \text{m})$$

$$Trabajo\ neto = 512\ \text{J}$$

Finalmente, se puede aplicar el teorema trabajo-energía para encontrar la velocidad final:

$$\boxed{Trabajo = \tfrac{1}{2} m v_f^2 - \cancelto{0}{\tfrac{1}{2} m v_0^2}}$$

Ejemplo 3 (Cont.): Un bloque de 4 kg se desliza des el reposo de lo alto al fondo del plano de 30^0. Encuen la velocidad en el fondo. (h = 20 m y μ_k = 0.2)



Trabajo resultante = 512 J

El trabajo realizado sobre el bloque es igual al cambio en E.C. del bloque.

$$\tfrac{1}{2} m v_f^2 - \cancel{\tfrac{1}{2} m v_o^2}^{\,0} = \text{Trabajo}$$

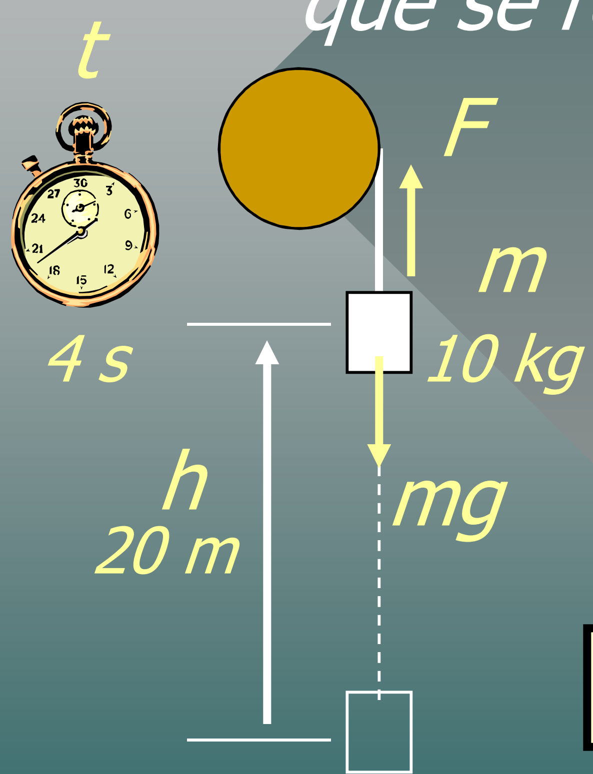
$$\tfrac{1}{2} m v_f^2 = 512 \text{ J}$$

$$\tfrac{1}{2}(4 \text{ kg}) v_f^2 = 512 \text{ J}$$

$$\boxed{v_f = 16 \text{ m/s}}$$

Potencia

La potencia se define como la tasa a la que se realiza trabajo: (P = dW/dt)



$$Potencia = \frac{Trabajo}{tiempo} = \frac{Fx}{t}$$

$$P = \frac{mgr}{t} = \frac{(10\text{kg})(9.8\text{m/s}^2)(20\text{m})}{4\text{ s}}$$

$$P = 490\text{ J/s} \quad \text{or} \quad 490\text{ watts (W)}$$

La potencia de 1 W *es trabajo realizado a una tasa de* 1 J/s

Unidades de potencia

- *Un watt (W) es trabajo realizado a la tasa de un joule por segundo.*

$$\underline{1\ \mathrm{W} = 1\ \mathrm{J/s}} \quad \text{y} \quad \underline{1\ \mathrm{kW} = 1000\ \mathrm{W}}$$

- *Un* ft lb/s es una unidad (SUEU) más vieja.

- *Un caballo de fuerza es trabajo realizado a la tasa de 550* ft lb/s. (1 hp = 550 ft lb/s)

Ejemplo de potencia

¿Qué potencia se consume al levantar 1.6 m *a un ladrón de* 70 kg *en* 0.50 s?

$$P = \frac{Fh}{t} = \frac{mgh}{t}$$

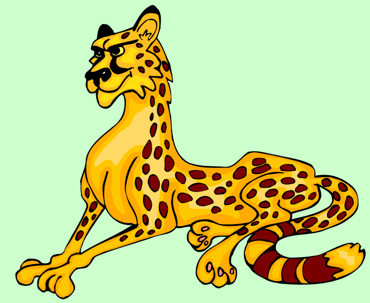
$$P = \frac{(70\text{ kg})(9.8\text{ m/s}^2)(1.6\text{ m})}{0.50\text{ s}}$$

Potencia consumida: $P = 2220$ W

Ejemplo 4: Un cheetah de 100 kg se mueve desde el reposo a 30 m/s en 4 s. ¿Cuál es la potencia?

Reconozca que el trabajo es igual al cambio en energía cinética:

$$Trabajo = \tfrac{1}{2}mv_f^2 - \cancel{\tfrac{1}{2}mv_0^2} \qquad P = \frac{Trabajo}{t}$$



m = 100 kg

$$P = \frac{\tfrac{1}{2}mv_f^2}{t} = \frac{\tfrac{1}{2}(100\text{ kg})(30\text{ m/s})^2}{4\text{ s}}$$

Potencia consumida: *P* = 1.22 kW

Potencia y velocidad

Recuerde que la velocidad promedio o constante es la distancia cubierta por unidad de tiempo v = x/t.

$$P = \frac{Fx}{t} = F\frac{x}{t}$$

$$\boxed{P = F\bar{v}}$$

Si la potencia varía con el tiempo, entonces se necesita cálculo para integrar sobre el tiempo. (Opcional)

Dado que P = dW/dt:

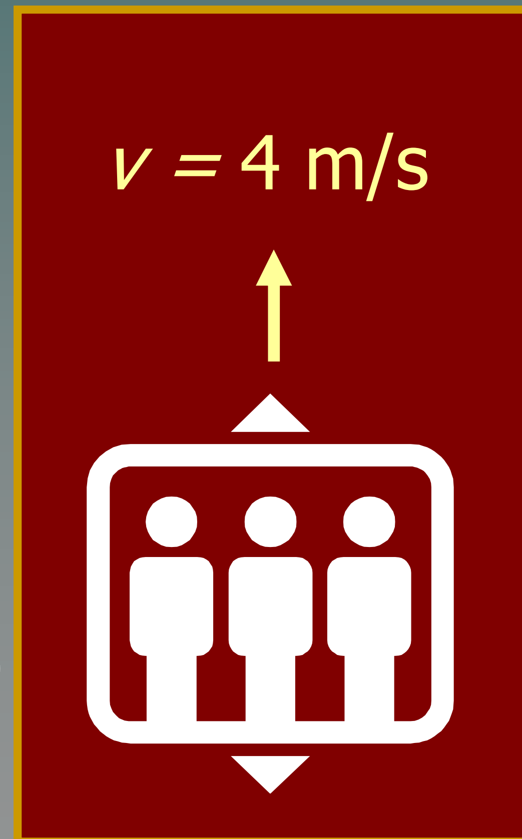
$$\boxed{Trabajo = \int P(t)\,dt}$$

Ejemplo 5: ¿Qué potencia se requiere para elevar un elevador de 900 kg con una rapidez constante de 4 m/s?

$$P = F\bar{v} = mg\bar{v}$$

$$P = (900 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(4 \text{ m/s})$$

$$\boxed{P = 35.3 \text{ kW}}$$



Ejemplo 6: ¿Que potencia realiza una podadora de 4 hp en una hora? El factor de conversión es: 1 hp = 550 ft lb/s.

$$4\text{hp}\left(\frac{550\text{ft}\cdot\text{lb/s}}{1\text{hp}}\right) = 2200\,\text{ft}\cdot\text{lb/s}$$

$$P = \frac{Trabajo}{t};\, Trabajo = Pt$$

$$Trabajo = (2200\text{ft}\cdot\text{lb/s})(60\text{ s})$$

$Trabajo$ = 132,000 ft lb

Resumen

Energía potencial: Habilidad para realizar trabajo en virtud de la posición o condición.

$$U = mgh$$

Energía cinética: Habilidad para realizar trabajo en virtud del movimiento. (Masa con velocidad)

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

El teorema trabajo-energía: El trabajo realizado por una fuerza resultante es igual al cambio en energía cinética que produce.

$$\text{Trabajo} = \tfrac{1}{2} m v_f^2 - \tfrac{1}{2} m v_o^2$$

Resumen (Cont.)

*La **potencia** se define como la tasa a la que se realiza trabajo: P = dW/dt*

$$P = \frac{Trabajo}{t}$$

$$Potencia = \frac{Trabajo}{tiempo} = \frac{F \cdot r}{t}$$

$$P = F\,\bar{v}$$

La potencia de 1 W *es trabajo realizado a una tasa de 1* J/s

CONCLUSIÓN: Capítulo 8B
Trabajo y energía