

## Trabajo de una Fuerza Constante

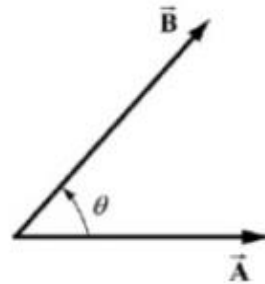
### Producto Punto o Producto Escalar entre Vectores

El producto escalar de dos vectores cualesquiera  $\vec{A} \cdot \vec{B}$  da como resultado una cantidad de **tipo escalar** y es igual al producto de las magnitudes de los dos vectores y el coseno del ángulo  $\theta$  entre ellos. (**pudiendo ser ángulo mayor o ángulo menor**)

Existen dos expresiones para poder evaluar el producto punto

- a) Si conocemos las magnitudes de los vectores  $\vec{A}$  y  $\vec{B}$  y el ángulo  $\theta$  entre ellos, ya sea el **ángulo menor o mayor**.  $\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta \dots\dots\dots 1$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = AB \cos \theta$$

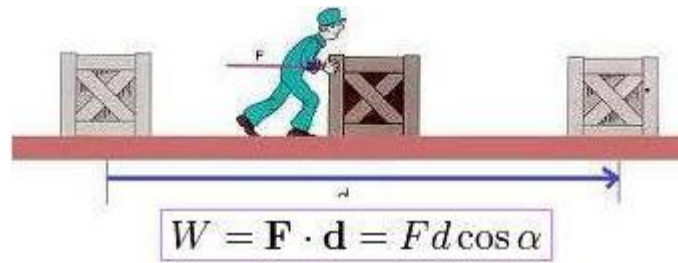


- b) Si los vectores los tenemos expresados en sus componentes unitarios

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k} \dots\dots\dots \vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j} + B_z \hat{k}$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = (A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z) \dots\dots\dots 2$$

**Análogamente para trabajo realizado por una fuerza constante**



El trabajo es una magnitud escalar, que alcanza su valor máximo cuando la fuerza se aplica en la dirección y el sentido del movimiento.

**Variables de la expresión**

$$W_{neto} = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta \dots\dots\dots 1$$

$$W_{neto} = Trabajo [Nm] = [Joule]$$

$$\left| \vec{F}_{neta} \right| = Newton \Rightarrow [N]$$

$$\left| \vec{S} \right| = \left[ \vec{d} \right] = Desplazamiento \Rightarrow [m]$$

$$\theta = \alpha = \text{ángulo mayor o menor entre } F \text{ y } d$$

### Ejercicio 1

Una persona tira un bloque con una cuerda formando un **ángulo de 60 °** ( $\alpha = 60^\circ$ ) con la horizontal ( Como se indica en la figura). Si aplica una **fuerza de 800 Newton** sobre la cuerda y el bloque se desplaza **5 metros**. Calcule el **trabajo mecánico** efectuado sobre el bloque.

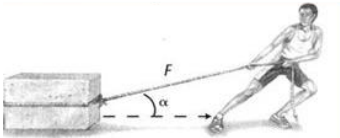
► Datos:

$$F = 800 \text{ N}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\cos 60^\circ = 0,5$$

$$d = 5 \text{ m}$$



Desarrollo:

$$T = F \cdot \cos \alpha \cdot d$$

$$T = 800 \text{ N} \cdot \cos 60^\circ \cdot 5 \text{ m}$$

$$T = 800 \text{ N} \cdot 0,5 \cdot 5 \text{ m}$$

$$T = 800 \text{ N} \cdot 2,5 \text{ m}$$

$$T = 2000 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T = 2000 \text{ Joule}$$

## Ejercicio 2

En la figura se tiene un bloque de 0,6 kg, el cual se desplaza con velocidad constante una distancia de 5 m sobre una superficie horizontal por acción de las fuerzas  $F_1$  y  $F_2 = 5 \text{ N}$ . ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza  $F_2$ ?

( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

A) 10 J

B) 14 J

C) 15 J

D) 20 J

E) 17 J

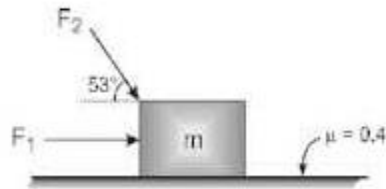
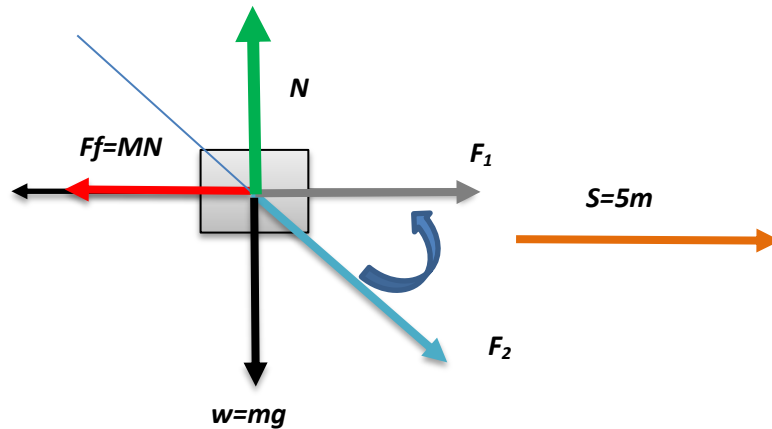


Diagrama de cuerpo libre para  $m$



$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_{F_2} = [5 \text{ N}] [5 \text{ m}] \cos(53^\circ)$$

$$W_{F_2} = 15.04 \text{ J}$$

$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_N = [N] [5 \text{ m}] \cos(90^\circ)$$

$$W_N = 0 \text{ J}$$

$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_w = [w] [5 \text{ m}] \cos(90^\circ)$$

$$W_w = 0 \text{ J}$$

$$F = ma_y$$

$$N \sin 90^\circ + w \sin 270^\circ + F_2 \sin 307^\circ = (m)(0)$$

$$N - mg - 0.798 F_2 = 0$$

$$N = mg + 0.798 F_2$$

$$N = (0.6 \text{ kg}) \left( 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) + 0.798 (5 \text{ N})$$

$$N = 9.879 \text{ N}$$

$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_N = [N] [5 \text{ m}] \cos(90^\circ)$$

$$W_N = [9.879 \text{ N}] [5 \text{ m}] \cos(90^\circ)$$

$$W_N = 0 \text{ J}$$

$$W = \left| \vec{F}_{net} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_{Ff} = [Ff][5m]\cos(180^{\circ})$$

$$W_{Ff} = [\mu N][5m]\cos(180^{\circ})$$

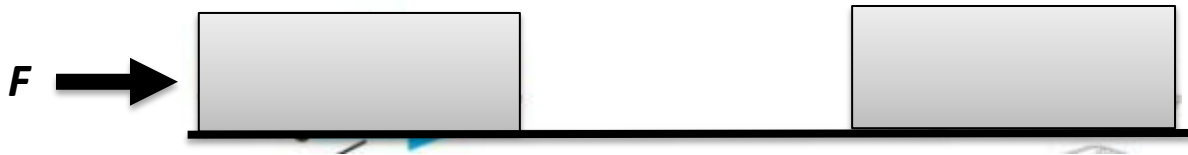
$$W_{Ff} = (0.4)[9.879\,N][5m](-1)$$

$$W_{Ff} = -19.87\,J$$

### Ejercicio 3

Un bloque de 2 kg de masa está inicialmente en reposo sobre un plano horizontal liso. Se aplica una fuerza horizontal constante durante 10 s y el bloque adquiere una rapidez de 4 m/s. ¿Cuál es el trabajo desarrollado por ésta fuerza?

- A) 16 J      B) 25 J      C) 35 J      D) 10 J      E) 20 J



**Condiciones de Arranque**

$$X_0 = 0m$$

$$V_0 = 0m/s$$

$$T_0 = 0s$$

**Condiciones de término**

$$X_f = ?$$

$$V_f = 4m/s$$

$$T_f = 10s$$

$$a \neq 0m/s^2$$

$$V_0 \neq V_f$$

$X_0$  y  $X_f$  Corresponde a distancias inicial y final respectivamente para el cuerpo o partícula

$V_0$  y  $V_f$  Corresponde a velocidad y final respectivamente para el cuerpo o partícula

La aceleración posee las unidades de  $m/s^2$  para el sistema internacional de unidades S.I.

si... $V_0 < V_f$ .....la..aceleracion..a..es..positiva... $V_0 < V_f \Rightarrow a(+)$

si... $V_0 > V_f$ .....la..aceleracion..a..es..negativa... $V_0 > V_f \Rightarrow a(-)$

si... $V_0 = V_f$ .....la..aceleracion..a..es..cero..... $V_0 = V_f \Rightarrow a = 0 \Rightarrow$  .es.un.M.R.U.

$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta \Rightarrow \cos(0^\circ) = 1$$

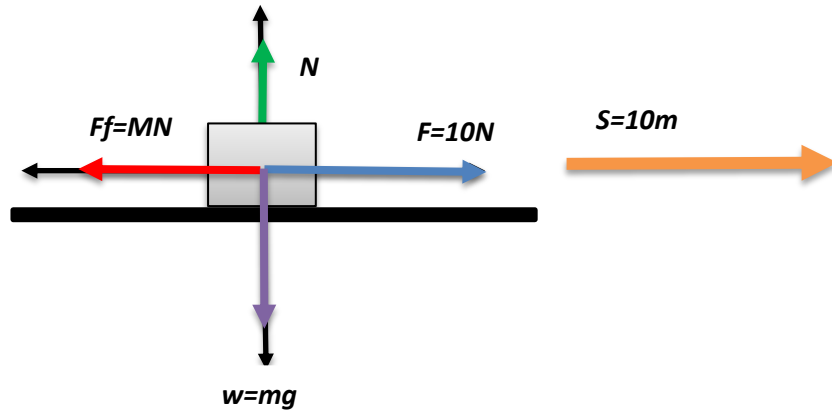
$$W = [ma][s](1) = [m] \left[ \frac{V_f^2 - V_0^2}{2s} \right] [s] \Rightarrow \Rightarrow W = [m] \left[ \frac{V_f^2 - V_0^2}{2} \right] = \frac{m(V_f^2)}{2}$$

$$W = \frac{(2kg)(4m/s)^2}{2} \Rightarrow W = 16J$$

#### Ejercicio 4

Al tirar horizontalmente, con una fuerza de 10 N, de un cuerpo apoyado en un plano horizontal, este se desplaza 10 m. Calcula el trabajo realizado, sabiendo que su masa es 2 kg y el coeficiente de rozamiento entre el cuerpo y el suelo es 0,1.

Diagrama de cuerpo libre para m



$$\begin{array}{lll}
 W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta & W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta & W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta \\
 W_N = [N][10m] \cos(90^\circ) & W_w = [w][10m] \cos(90^\circ) & W_F = [10N][10m] \cos(0^\circ) \\
 W_N = 0J & W_w = 0J & W_F = 100J
 \end{array}$$

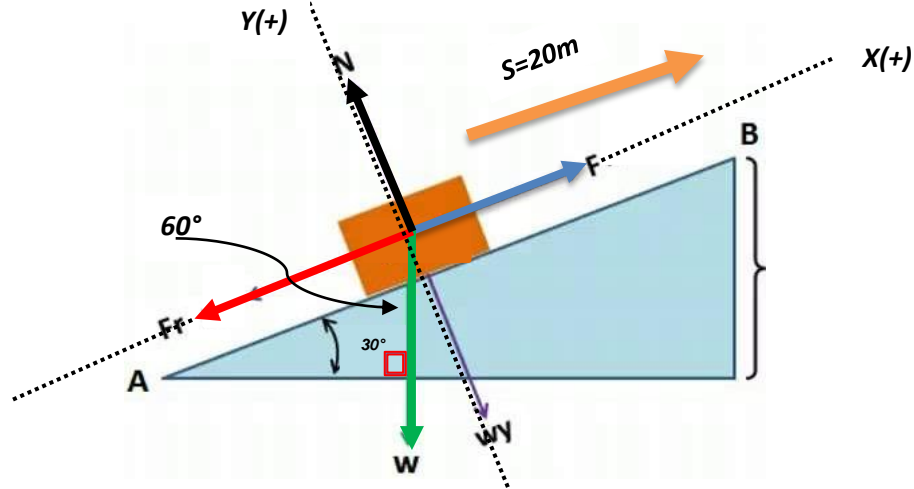
$$\begin{array}{ll}
 F = ma & W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta \\
 \Sigma F_y = ma_y & W_{Ff} = [Ff][10m] \cos(180^\circ) \\
 N \sin 90^\circ + w \sin 270^\circ = (m)(0) & W_{Ff} = [\mu N][10m] \cos(180^\circ) \\
 N - mg = 0 & W_{Ff} = [(0.1)(19.62N)][10m](-1) \\
 N = mg & W_{Ff} = -19.62J \\
 N = (2kg) \left( 9.81 \frac{m}{s^2} \right) & \\
 N = 19.62N &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 W_{neta} = \Sigma W \\
 W_{neta} = W_N + W_w + W_{Ff} + W_F \\
 W_{neta} = 0J + 0J - 19.62J + 100J \\
 W_{neta} = 80.38J
 \end{array}$$

### Ejercicio 5 Tippens

Una fuerza  $F$  de 80N mueve un bloque de 5kg de masa hacia arriba por un plano inclinado de  $30^\circ$ . El coeficiente de fricción cinético es de 0.25 y la longitud del plano inclinado es de 20m.

- Calcular el trabajo que realiza cada una de las fuerzas.
- Calcular el trabajo neto del sistema.



### Solución

$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_F = [80N][20m] \cos(0^\circ) \quad W_N = [N][20m] \cos(90^\circ) \quad W_w = [w][20m] \cos(90^\circ)$$

$$W_F = 1600J \quad W_N = 0J \quad W_w = [mg][20m] \cos(240^\circ)$$

$$W_w = [(5kg)(9.81m/s^2)][20m] \cos 240^\circ$$

$$W_w = -490.5J$$

### Cálculo de la Fuerza Normal y trabajo de fuerza de Fricción

$$F = ma$$

$$\Sigma F_y = ma_y$$

$$N \sin 90^\circ + w \sin 240^\circ = (m)(0)$$

$$N - 0.8660mg = 0$$

$$N = 0.866mg$$

$$N = 0.8660(5kg)(9.81m/s^2)$$

$$N = 42.478N$$

$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_{Ff} = [Ff][20m] \cos(180^\circ)$$

$$W_{Ff} = [\mu N][20m] \cos(180^\circ)$$

$$W_{Ff} = [(0.25)(42.478N)][20m](-1)$$

$$W_{Ff} = -212.39N$$

$$W_{Neto} = \Sigma W$$

$$W_{Neto} = 897.1J$$

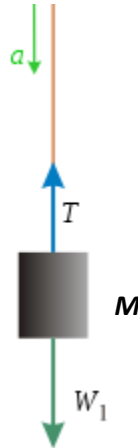


**Ejercicio 6** 5 del Resnick

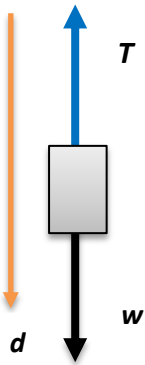
Se usa una cuerda para bajar verticalmente un bloque de masa  $M$  a una distancia " $d$ " con una aceleración constante hacia abajo de  $g/4$ .

- a) Hallar el trabajo efectuado por la cuerda (Tensión) sobre el bloque.
- b) Halle el trabajo realizado por la fuerza de gravedad (Peso).

Escribir la respuesta en función de  $M, g$  y  $d$



**Solución a)** Primero debemos calcular el valor de  $T$  en función de  $M$  y  $g$



$$F = ma$$

$$\Sigma F_y = Ma_y$$

$$T \text{sen} 90^\circ + w \text{sen} 270^\circ = M(a_y)$$

$$T \text{sen} 90^\circ + Mg \text{sen} 270^\circ = -M\left(\frac{1}{4}g\right)$$

$$T - Mg = -\frac{1}{4}Mg$$

$$T = Mg - \frac{1}{4}Mg$$

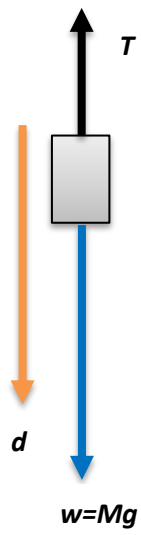
$$T = \frac{3}{4}Mg$$

$$W = \left| \vec{F}_{\text{neta}} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_T = \left[ \frac{3}{4}Mg \right] [d] \cos(180^\circ)$$

$$W_T = -\frac{3Mgd}{4}$$

**Solución b)**



$$W = \left| \vec{F}_{net} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

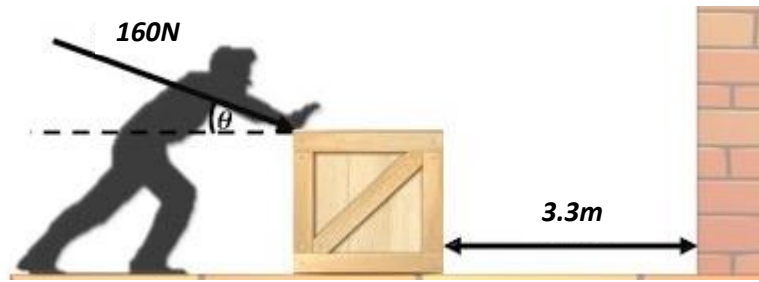
$$W_w = [Mg][d] \cos(0^\circ)$$

$$W_w = Mgd$$

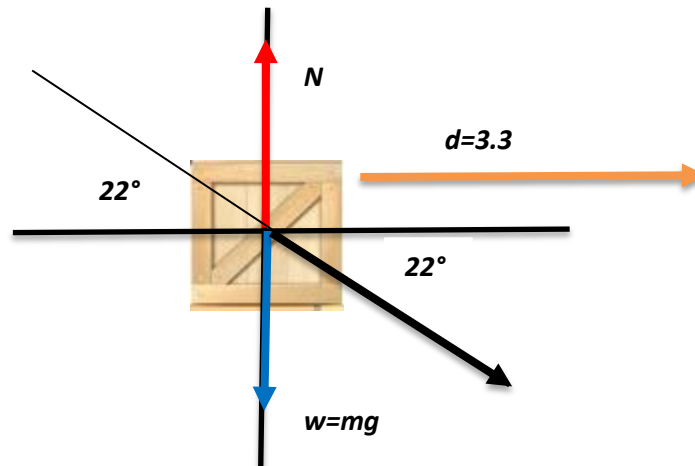
**Ejercicio 7 1 del Resnick**

Para empujar una caja de 52kg por el suelo, una persona ejerce una fuerza de 190 N, dirigida 22° debajo de la horizontal. Cuando la caja se ha movido 3.3 m. Cuanto trabajo ha realizado

- a) La fuerza de la persona
- b) La fuerza de gravedad
- c) La fuerza Normal del piso



**Diagrama de Cuerpo Libre**



a)

$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_F = [190N][3.3m] \cos(22^\circ)$$

$$W_F = 581.34J$$

b)

$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_w = [mg][3.3m] \cos(90^\circ)$$

$$W_F = 0J$$

c)

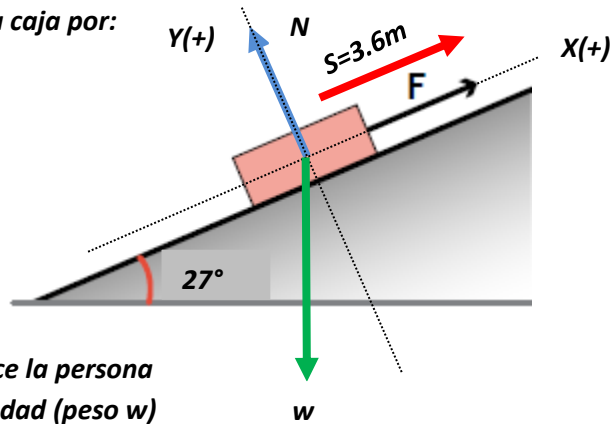
$$W = \left| \vec{F}_{neta} \right| \left| \vec{S} \right| \cos \theta$$

$$W_N = [N][3.3m] \cos(90^\circ)$$

$$W_N = 0J$$

**Ejercicio 8** 3 del Resnick **Para Entregar Actividad 2 2° parcial**

Para empujar una caja de 25kg de masa por un plano inclinado a  $27^\circ$ , una persona ejerce una fuerza de  $F=120\text{N}$ , paralela al plano inclinado. Cuando la caja se ha deslizado 3.6m. ¿Cuánto trabajo se efectuó sobre la caja por:



- a) La fuerza que ejerce la persona
- b) La fuerza de gravedad (peso  $w$ )
- c) La fuerza Normal que ejerce el plano inclinado.

**Respuestas:** a) 432 J b) -400 J c) Cero

### Ejercicio 9 Resnick 8

Un bloque de hielo de 47.2 kg se desliza hacia abajo por un plano inclinado de 1.62m de longitud y 0.902 m de altura. Un obrero lo empuja paralelo al plano inclinado de modo que se deslice hacia abajo a velocidad constante. El coeficiente de fricción cinético entre el bloque y el plano inclinado es de 0.11. Hallar:

- La fuerza ejercida por el obrero
- El trabajo efectuado por el obrero sobre el bloque.
- El trabajo efectuado por la gravedad sobre el hielo.

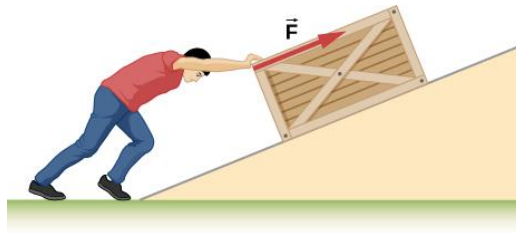
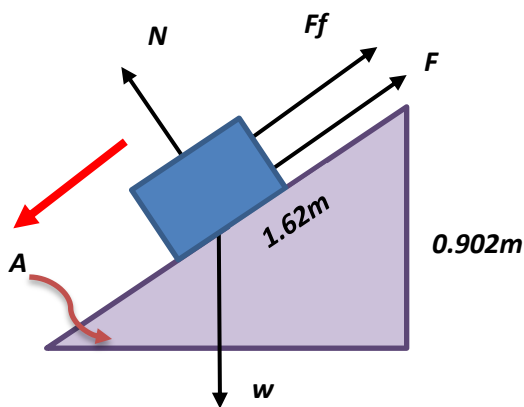


Diagrama de cuerpo libre

Cálculo del ángulo A



$$\begin{aligned}\sin A &= \frac{Co}{H} \\ \sin A &= \frac{0.902m}{1.62m} \\ A &= \sin^{-1}\left(\frac{0.902m}{1.62m}\right) \\ A &= 33.83^\circ\end{aligned}$$

#### a) Cálculo de Fuerza del obrero

$$\begin{aligned}F &= ma \\ \Sigma F &= -ma \\ \text{como..velocidad..constante} \\ a &= 0m/s^2 \\ F \cos 0^\circ + F_f \cos 0^\circ + w \cos(236.16^\circ) &= 0 \\ F + F_f - 0.5567mg &= 0 \\ F + \mu N &= 0.5567(47.2kg)(9.81m/s^2) \\ F + \mu N &= 257.811N \quad \text{--- 1}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F &= ma \\ \Sigma F_y &= ma_y \\ a_y &= 0m/s^2 \\ \Sigma F_y &= 0 \\ N \sin(90^\circ) + w \sin(236.16^\circ) &= 0 \\ N - 0.8305mg &= 0 \\ N &= 0.8305mg \quad \text{--- 2}\end{aligned}$$

2..en..1

$$F + \mu 0.8305 mg = 257.811 N$$

$$F = -(0.110)(0.8305)(47.2 Kg)(9.81 m/s^2) + 257.811 N$$

$$F = 215.505 N$$

b) **Calculo de Fuerza del obrero**

$$W_F = |F||S|\cos\theta$$

$$W_F = |215.505 N||1.62 m|\cos 180^\circ$$

$$W_F = -349.11 J$$

c) **Calculo de Fuerza gravitacional (peso w)**

$$W_w = |F||S|\cos\theta$$

$$W_w = |w||S|\cos\theta$$

$$W_w = |mg||S|\cos\theta$$

$$W_w = |(47.2 kg)(9.81 m/s^2)||1.62 m|\cos 56.17^\circ$$

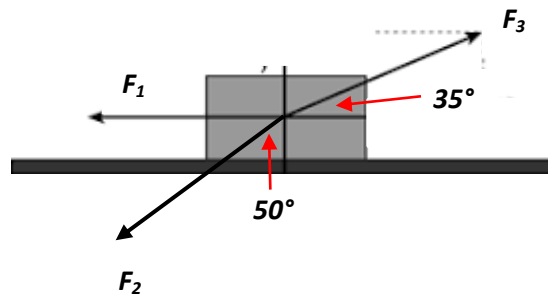
$$W_w = 417.610 J$$

### Ejercicio 10 Resnick 13 P 6ª Edición

La figura muestra una vista superior de tres fuerzas horizontales que actúan sobre un bloque inicialmente en reposo, pero ahora se mueve en un piso sin fricción. Las magnitudes de las fuerzas son:

$$F_1 = 3N, F_2 = 4N, F_3 = 10N$$

¿Cuál es el trabajo neto realizado en la caja por la fuerza neta durante los 4 primeros metros de desplazamiento?



#### Cálculo de las componentes de las Fuerzas

Fuerza	Dirección	$F_x$	$F_y$
$F_1 = 3N$	$180^\circ$	$-3N$	$0N$
$F_2 = 4N$	$220^\circ$	$-3.0641N$	$-2.5711N$
$F_3 = 10N$	$35^\circ$	$8.191N$	$5.735N$
		$\Sigma F_x = 2.1269N$	$\Sigma F_y = 3.164N$

#### Cálculo de magnitud y dirección de fuerza

$$|R| = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2} \quad \theta = \tan^{-1} \left[ \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x} \right]$$

$$|R| = \sqrt{(2.1269N)^2 + (3.164N)^2} \quad \theta = \tan^{-1} \left[ \frac{3.164N}{2.1269N} \right]$$

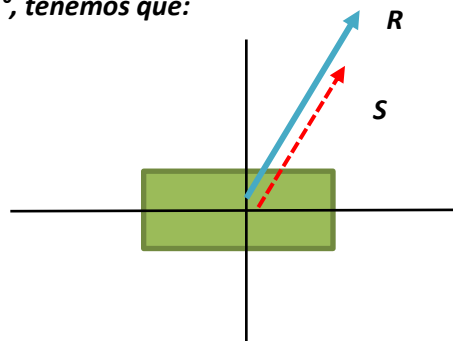
$$|R| = 3.8124N \quad \theta = 60.84^\circ$$

Si consideramos que la Fuerza neta es prácticamente la resultante y el bloque se desplaza 4m con una dirección igual a la fuerza neta con  $60.84^\circ$ , tenemos que:

$$W = |R||S|\cos\theta$$

$$W = |3.8124m||4m|\cos 0^\circ$$

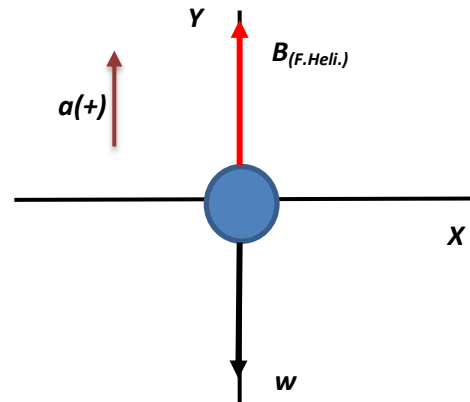
$$W = 15.24J$$



### Ejercicio 11 Resnick 17 P 6ª Edición

Un Helicóptero levanta a una astronauta de 72kg, 15m verticalmente desde el océano mediante un cable. La aceleración de la astronauta es de  $g/10$ . ¿Cuánto trabajo efectúa la astronauta dada a) la fuerza que ejerce el helicóptero y b) la gravitación en ella.

Diagrama de cuerpo libre sobre  $m$  de la astronauta



**Cálculo de  $B$  (fuerza Helicóptero) y Trabajo de la Fuerza  $B$  sobre  $m$**

$$F = ma$$

$$\Sigma F_y = (+)ma_y$$

$$B \text{ sen } 90^\circ + w \text{ sen } 270^\circ = ma_y$$

$$B - w = m \left( \frac{g}{10} \right)$$

$$B = mg + m \frac{g}{10}$$

$$B = m \left( g + \frac{g}{10} \right)$$

$$B = 72 \text{ kg} \left( \frac{11}{10} g \right)$$

$$B = 72 \text{ kg} (10.791 \text{ m/s}^2)$$

$$B = 777 \text{ N}$$

$$W_B = |F||S|\cos\theta$$

$$W_B = |777 \text{ N}||15 \text{ m}|\cos 0^\circ$$

$$W_B = 11655 \text{ J}$$

**Trabajo de la fuerza gravitacional o peso  $w$**

$$W_w = |F||S|\cos\theta$$

$$W_w = |mg||S|\cos\theta$$

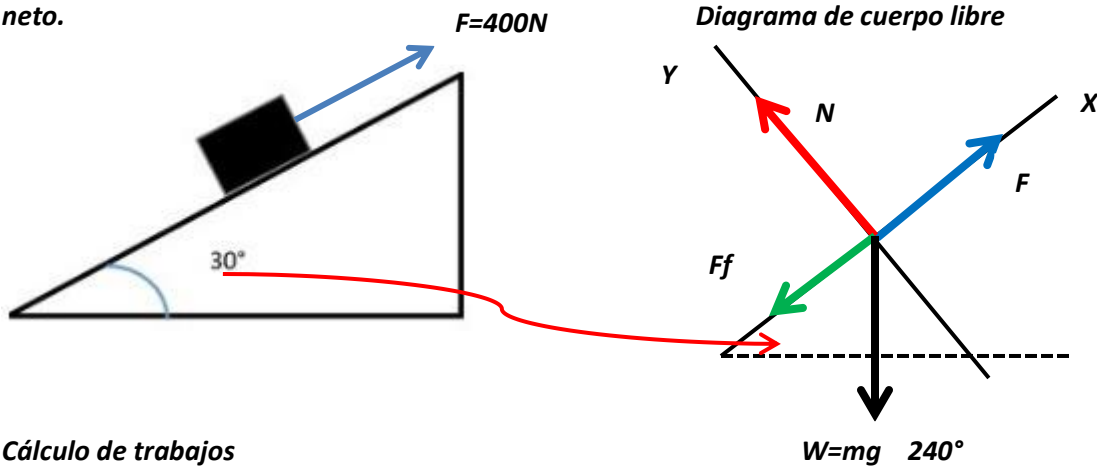
$$W_w = |(72 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)||15 \text{ m}|\cos 180^\circ$$

$$W_w = -10594.8 \text{ J}$$



**Ejercicio 12 Agustín Vázquez ejercicio 36 pp 249 Capitulo 3**

En una mudanza se sube un mueble utilizando una rampa de 4m aplicando una fuerza de 400N como se muestra en la figura. Si su masa es de 60 kg y el coeficiente de fricción cinético entre el mueble y la superficie es de 0.10: a) ¿Cuánto trabajo ha ce la fuerza aplicada sobre el mueble? b) ¿Cuánto trabajo realiza el peso o la fuerza gravitacional? c) Determinar el trabajo realizado por la fuerza Normal d) Determine el trabajo realizado por la fuerza de fricción e) calcular el trabajo neto.



**Cálculo de trabajos**

**a) fuerza F**

$$W_F = |F||S| \cos \theta$$

$$W_F = |400N||4m| \cos 0^\circ$$

$$W_F = 1600J$$

**b) Peso**

$$W_w = |w||S| \cos \theta$$

$$W_w = |mg||S| \cos \theta$$

$$W_w = |(60kg)(9.81m/s^2)||4m| \cos 240^\circ$$

$$W_w = -1180J$$

**c) Normal**

**Normal y desplazamiento son perpendiculares por lo tanto  $W_N=0J$**

**Fuerza de Fricción**

**Trabajo fuerza de fricción**

$$\Sigma F_y = ma_y$$

$$\text{como } a_y = 0m/s^2$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N + w \sin 240^\circ = 0$$

$$N - 0.8660mg$$

$$N = 0.8660(60kg)(9.81m/s^2)$$

$$N = 509.728N$$

$$W_{Ff} = |Ff||S| \cos \theta$$

$$W_{Ff} = |\mu N||S| \cos \theta$$

$$W_{Ff} = |0.1(509.728N)||4m| \cos 180^\circ$$

$$W_{Ff} = -203.891J$$

$$W_{\text{neto}} = 1600J - 1180J + 0J - 203.98J = \underline{\underline{216.02J}}$$

### Ejercicio 13 Sears 6.7

Dos remolcadores tiran de un buque. Cada uno ejerce una fuerza constante de  $1.8 \times 10^6 \text{ N}$ . Una de ellas con una dirección de  $14^\circ$  al oeste del norte y la otra  $14^\circ$  al este del norte; en conjunto desplazan el buque  $0.75 \text{ km}$  al norte. Despreciando las fuerzas de arrastre del agua, ¿Cuál es el trabajo realizado por las fuerzas sobre el buque?

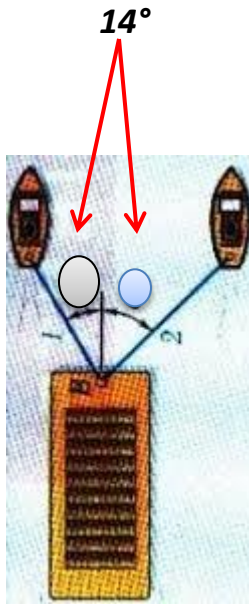
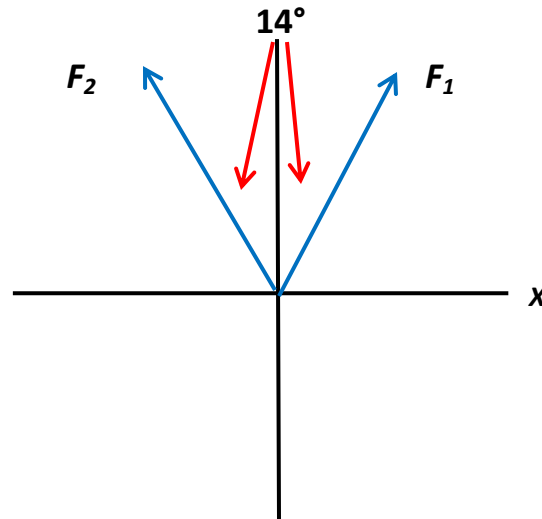


Diagrama de cuerpo libre



Fuerza	$\theta$	$F_x$	$F_y$
$F_1 = 1.8 \times 10^6 \text{ N}$	$76^\circ$	$0.435 \times 10^6 \text{ N}$	$1.746 \times 10^6 \text{ N}$
$F_2 = 1.8 \times 10^6 \text{ N}$	$104^\circ$	$-0.435 \times 10^6 \text{ N}$	$1.746 \times 10^6 \text{ N}$
		$\Sigma F_x = 0 \text{ N}$	$\Sigma F_y = 3.4930 \times 10^6 \text{ N}$

### Fuerza neta y dirección

$$|R| = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + (\Sigma F_y)^2}$$

$$|R| = \sqrt{(0 \text{ N})^2 + (3.4930 \times 10^6 \text{ N})^2}$$

$$|R| = 3.4930 \times 10^6 \text{ N}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left[ \frac{\Sigma F_y}{\Sigma F_x} \right]$$

$$\theta = \tan^{-1} \left[ \frac{3.4930 \times 10^6 \text{ N}}{0 \text{ N}} \right]$$

$$\theta = 90^\circ$$

### Trabajo neto

$$W_{NETO} = |R||S| \cos \theta$$

$$W_{NETO} = |3.4930 \times 10^6 \text{ N}| |750 \text{ m}| \cos 0^\circ$$

$$W_{NETO} = 2.62 \times 10^9 \text{ J}$$

**Ejercicio 14    Sears 6.8**

**Un cuerpo es sometido a una fuerza de  $F = 30N_i - 40N_j$  , generando un desplazamiento de  $S = -9m_i - 3m_j$ ; determinar el trabajo realizado por la fuerza sobre el cuerpo.**

$$W_{NETO} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$W_{NETO} = (30N)(-9m) + (-40N)(-3m) + (0m)(0N)$$

$$W_{NETO} = -270J + 120J$$

$$W_{NETO} = -150J$$

**Ejercicio 15 Agustín Vázquez ejercicio 34 pp 249 Capítulo 3**

Un hombre empuja una caja de 30 kg como se muestra en la figura, si la desplaza 15m y el coeficiente de fricción entre la caja y el suelo es de 0.25, calcular:

- ¿Cuánto trabajo realiza la persona? (Fuerza de la persona)
- ¿Cuál es el trabajo realizado por la fuerza de fricción?
- ¿Cuánto trabajo realiza la fuerza Normal?
- ¿Cuál es el trabajo neto realizado?

Suponer que el movimiento realiza una aceleración constante de  $0.5m/s^2$ .

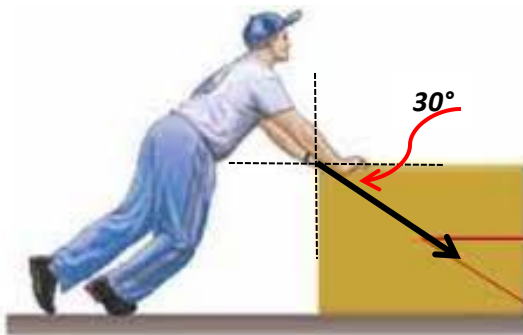
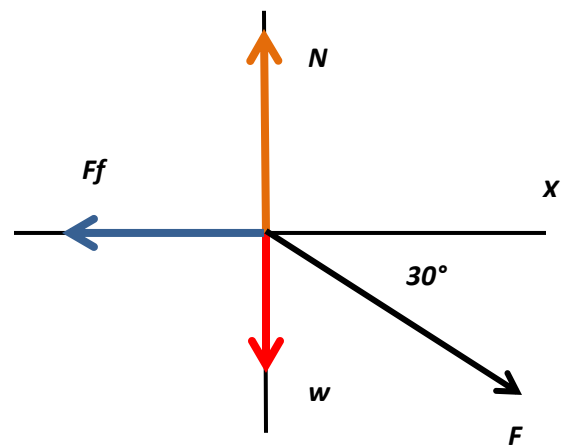


Diagrama de cuerpo libre



**Cálculo de las Fuerzas**

**Fuerza F**

$$F = ma$$

$$\sum F_x = ma$$

$$F \cos 330^\circ + F_f \cos 180^\circ = ma$$

$$0.8660 F - F_f = ma$$

$$0.8660 F - \mu_k N = ma$$

$$0.8660 F - 0.25 N = (30 \text{ Kg})(0.25 m/s^2)$$

$$0.8660 F - 0.25 N = 15 N \text{ ----1}$$

**Normal**

$$F = ma_y$$

$$\sum F_y = ma_y \Rightarrow a_y = 0$$

$$N \sin 90^\circ + w \sin 270^\circ + F \sin 330^\circ = 0$$

$$N - w - 0.5 F = 0$$

$$-0.5 F + N = w$$

$$-0.5 F + N = (30 \text{ Kg})(9.81 m/s^2)$$

$$-0.5 F + N = 294.3 N \text{ ----2}$$

**Resolviendo 1 con 2**

$$F = 119.534 N$$

$$N = 354.0672 N$$

**Fuerza de fricción**

$$F_f = \mu N$$

$$F_f = (0.25)(354.0672\text{ N})$$

$$F_f = 88.5168\text{ N}$$

**Cálculo de los trabajos**

$$W_F = |F||S|\cos\theta$$

$$W_{Ff} = |F_f||S|\cos\theta$$

$$W_F = |119.1247\text{ N}||15\text{ m}|\cos 30^\circ \quad W_{Ff} = |88.5168\text{ N}||15\text{ m}|\cos 180^\circ$$

$$W_F = 1547.47\text{ J}$$

$$W_{Ff} = -1327.752\text{ J}$$

$$W_N = |F||S|\cos\theta$$

$$W_w = |F||S|\cos\theta$$

$$W_N = |N||15\text{ m}|\cos 90^\circ$$

$$W_w = |w||15\text{ m}|\cos 90^\circ$$

$$W_N = 0\text{ J}$$

$$W_w = 0\text{ J}$$

**Cálculo de Trabajo Neto**

$$W_{Neto} = 1547.47\text{ J} - 1327.752\text{ J} + 0\text{ J} + 0\text{ J}$$

$$W_{Neto} = 219.718\text{ J}$$