

## Trabalho e energia: trabalho de uma força

Aula 24 / Pg. 338 / Setor A / Alfa 3

Apresentação, orientação e tarefa: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

**Professor Caio**

## 1. Trabalho e energia

### Energia

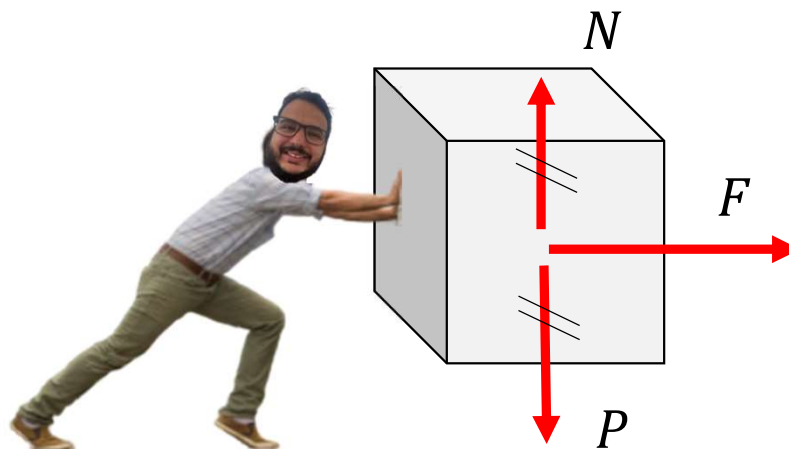
- Não há um conceito preciso de energia.
- A quantidade de energia do universo se mantém constante.
- Energia não pode ser criada ou destruída.
- A energia pode ser transformada de uma modalidade em outra ou transferida de um corpo a outro.

### Trabalho de uma força ( $\tau$ ou $\mathcal{E}$ ou $W$ )

- Calcula a quantidade de energia que é transformada ou transferida.

Exemplo:

**Dacar**  
Cede energia

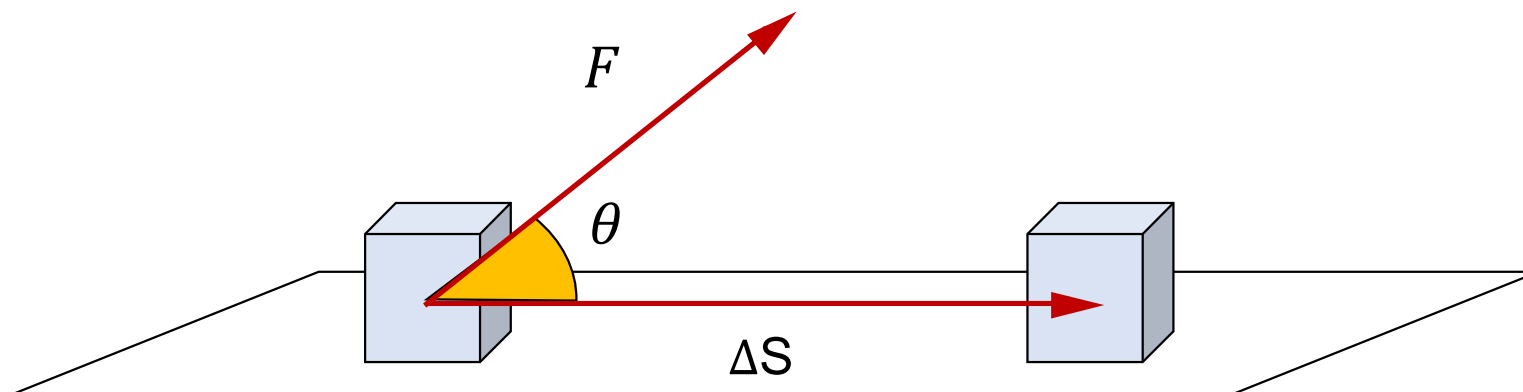


**Caixa**  
Recebe energia

$\tau_F$  = quantidade de energia que o  
cedeu ou que a caixa recebeu

## 2. Trabalho de uma força constante

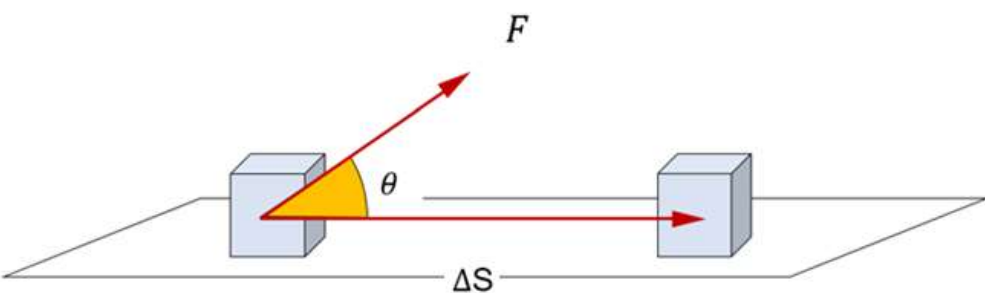
Calcula a quantidade de energia que é transformada ou transferida



$$\tau = F \cdot \Delta S \cdot \cos \theta$$

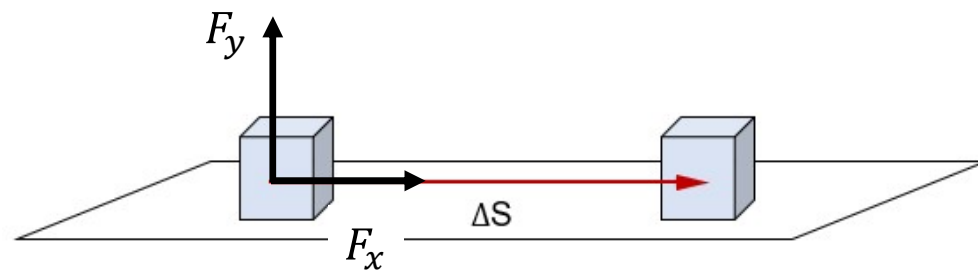
SI: J      N      m

## 2. Trabalho de uma força constante



$$\tau = F \cdot \Delta S \cdot \cos \theta$$

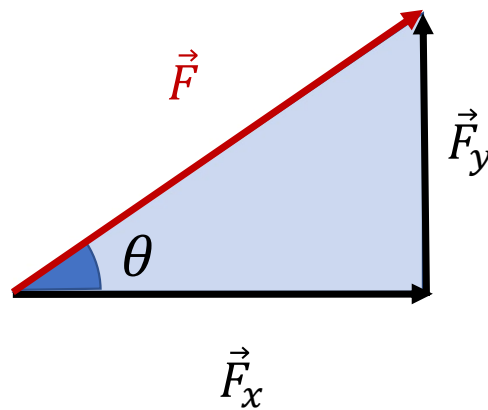
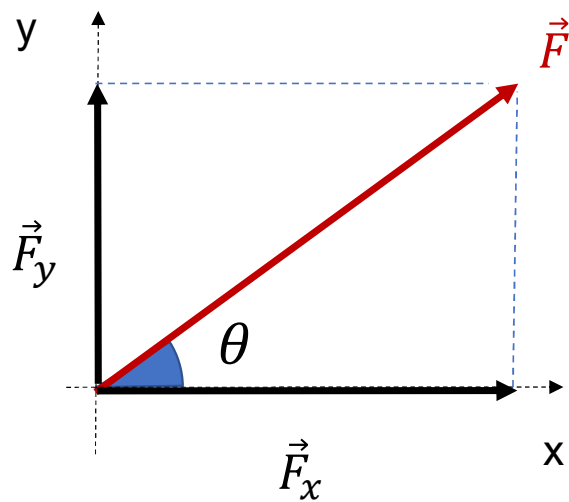
← Calculam a mesma coisa →



$$\tau = F_x \cdot \Delta S$$

$F_x$  : projeção de F na direção do deslocamento

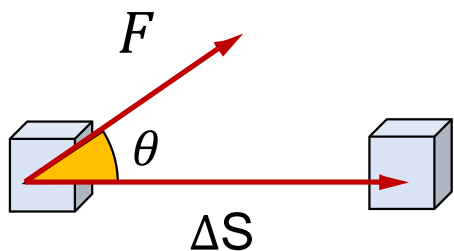
## 2. Trabalho de uma força constante



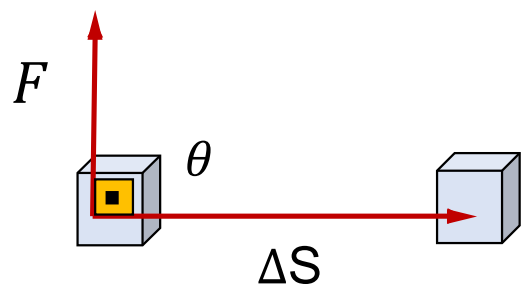
$$\cos \theta = \frac{F_x}{F} \rightarrow F_x = F \cdot \cos \theta$$

## 2. Trabalho de uma força constante

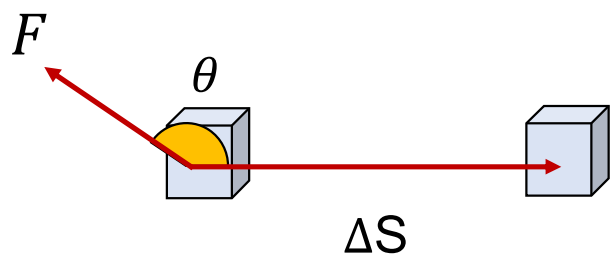
$$\tau = F \cdot \Delta S \cdot \cos \theta$$



$$0 \leq \theta < 90^\circ \Rightarrow \cos \theta > 0 \Rightarrow \tau > 0 \Rightarrow \text{Trabalho motor}$$

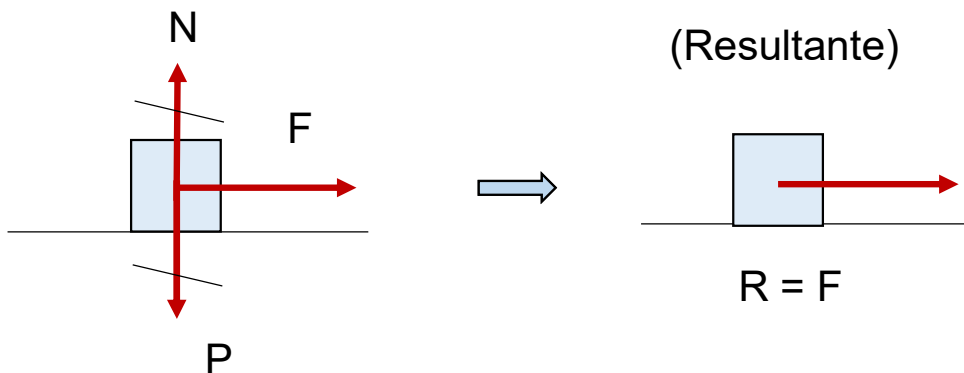


$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \cos \theta = 0 \Rightarrow \tau = 0 \Rightarrow \text{Trabalho nulo}$$



$$90^\circ < \theta \leq 180^\circ \Rightarrow \cos \theta < 0 \Rightarrow \tau < 0 \Rightarrow \text{Trabalho resistente}$$

### 3. Trabalho da resultante



É uma força fictícia que, se existisse e atuasse sozinha, causaria o mesmo efeito dinâmico daquelas forças que compõem o sistema

$$\tau_R = \tau_F + \tau_P + \tau_N$$

Generalizando:

$$\tau_R = \tau_{F_1} + \tau_{F_2} + \tau_{F_3} + \dots + \tau_{F_n}$$

## 4. Trabalho de uma força variável

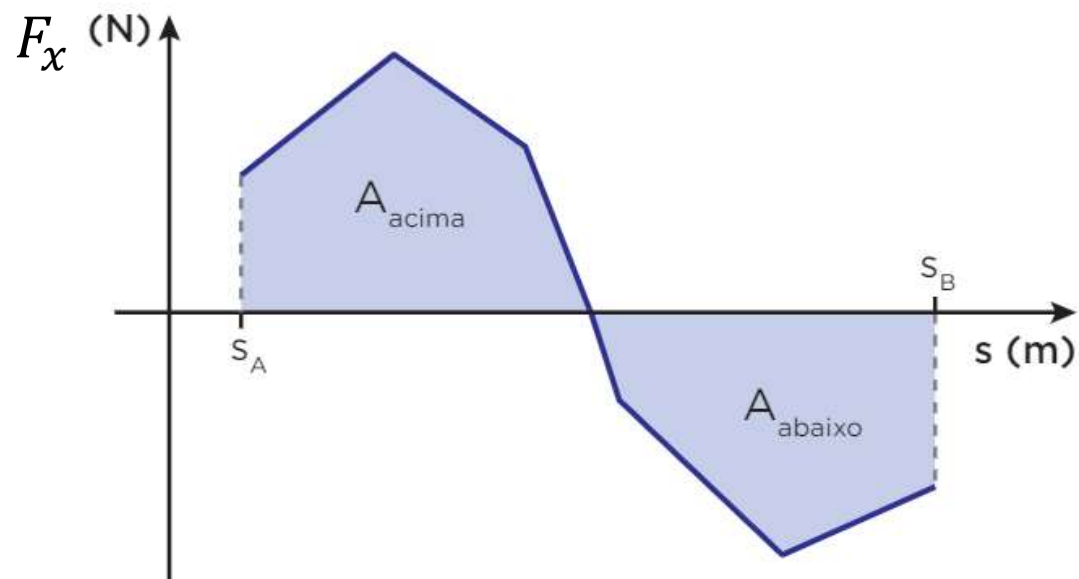
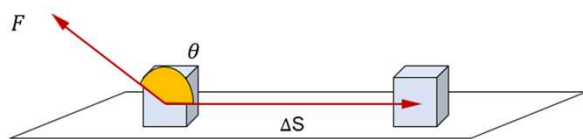
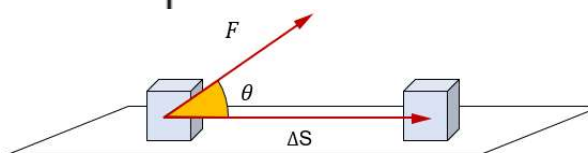
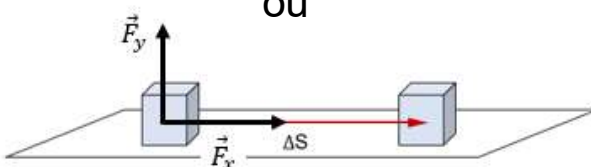


Gráfico da projeção de F na direção da trajetória



OU

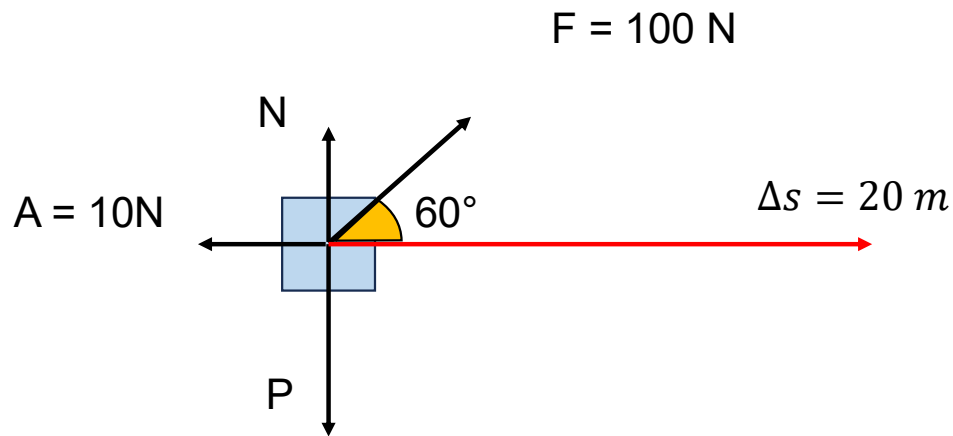


$$\tau_F \stackrel{N}{=} A_{\text{acima}} - A_{\text{abaixo}}$$



# Exercícios

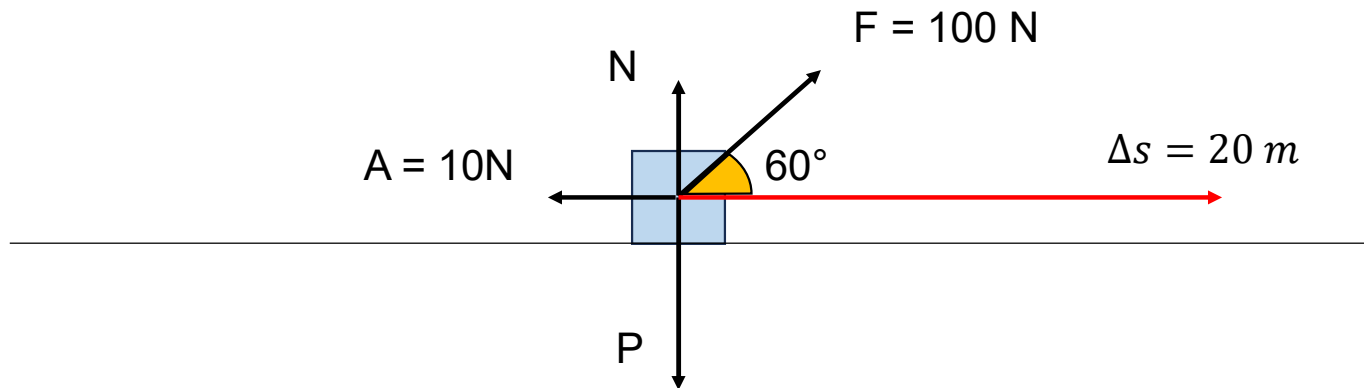
1. Considere um corpo de massa 80 kg que se move na direção horizontal e para a direita com aceleração constante de  $0,5 \text{ m/s}^2$ . As forças N e P são perpendiculares ao deslocamento. A força A tem a mesma direção e sentido oposto ao deslocamento.



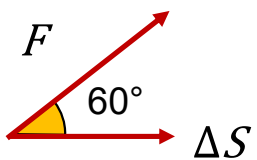
Calcule:

- Determine o trabalho das forças F, P, A e N.
- Calcule a resultante das forças que atuam no conjunto.
- Determine o trabalho da resultante.
- Compare os resultados encontrados no item c com a soma dos trabalhos de todas as forças que atuam no conjunto. Qual é a conclusão?

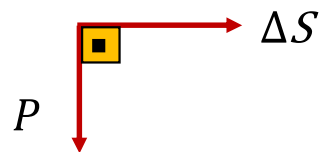
1. Considere um corpo de massa 80 kg que se move na direção horizontal e para a direita com aceleração constante de  $0,5 \text{ m/s}^2$ . As forças N e P são perpendiculares ao deslocamento. A força A tem a mesma direção e sentido oposto ao deslocamento.



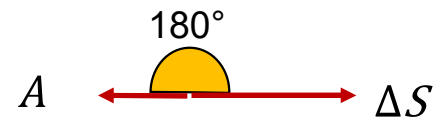
a) Determine o trabalho das forças F, P, A e N.



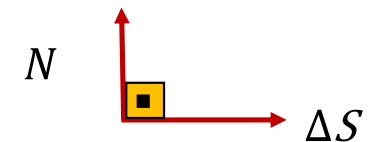
$$\begin{aligned}\tau &= F \cdot \Delta S \cdot \cos 60^\circ \\ \tau &= 100 \cdot 20 \cdot 0,5 \\ \tau &= 1000 \text{ J}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\tau &= P \cdot \Delta S \cdot \cos 90^\circ \\ \tau &= 0\end{aligned}$$

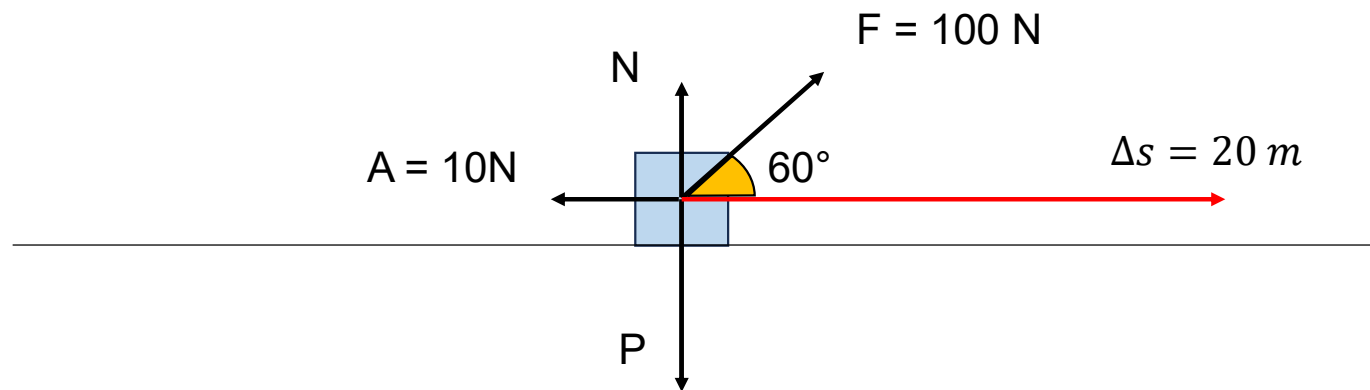


$$\begin{aligned}\tau &= A \cdot \Delta S \cdot \cos 180^\circ \\ \tau &= 10 \cdot 20 \cdot -1 \\ \tau &= -200 \text{ J}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\tau &= N \cdot \Delta S \cdot \cos 90^\circ \\ \tau &= 0\end{aligned}$$

1. Considere um corpo de massa 80 kg que se move na direção horizontal e para a direita com aceleração constante de  $0,5 \text{ m/s}^2$ . As forças N e P são perpendiculares ao deslocamento. A força A tem a mesma direção e sentido oposto ao deslocamento.



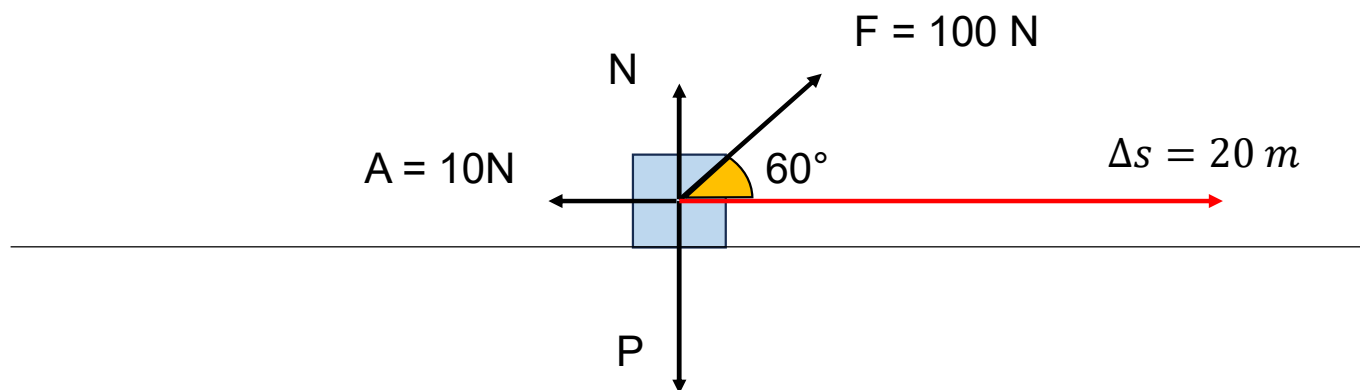
b) Calcule a resultante das forças que atuam no conjunto.

$$R = m \cdot |a|$$

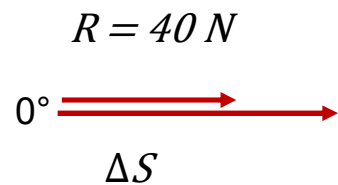
$$R = 80 \cdot 0,5$$

$$R = 40 \text{ N}$$

1. Considere um corpo de massa 80 kg que se move na direção horizontal e para a direita com aceleração constante de  $0,5 \text{ m/s}^2$ . As forças N e P são perpendiculares ao deslocamento. A força A tem a mesma direção e sentido oposto ao deslocamento.



c) Determine o trabalho da resultante.

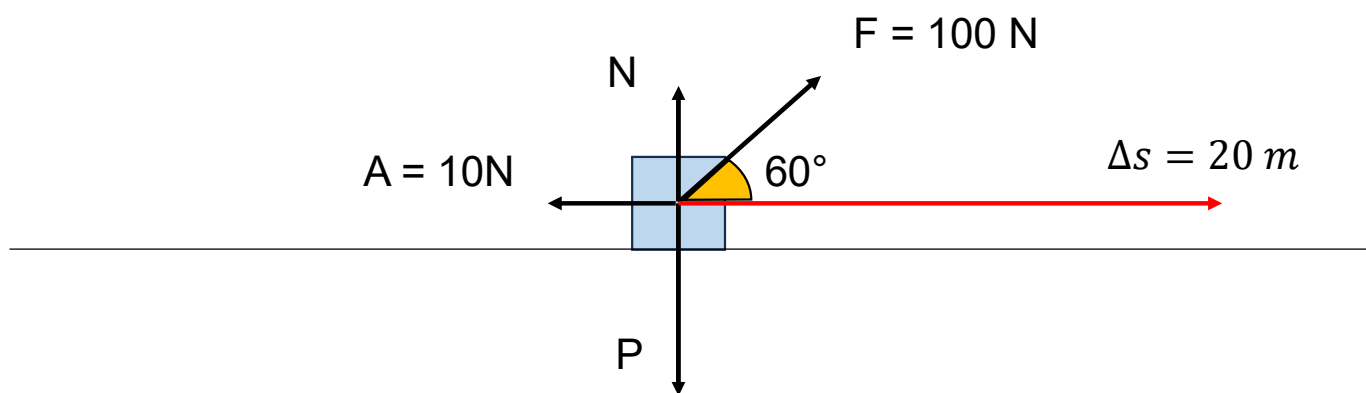


$$\tau^R = R \cdot \Delta S \cdot \cos 0^\circ$$

$$\tau^R = 40 \cdot 20 \cdot 1$$

$$\tau^R = 800 \text{ J}$$

1. Considere um corpo de massa 80 kg que se move na direção horizontal e para a direita com aceleração constante de  $0,5 \text{ m/s}^2$ . As forças N e P são perpendiculares ao deslocamento. A força A tem a mesma direção e sentido oposto ao deslocamento.



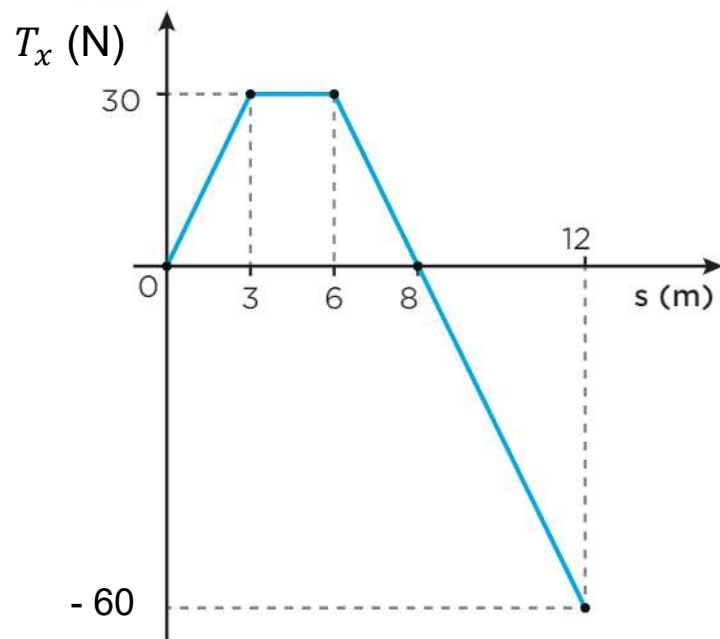
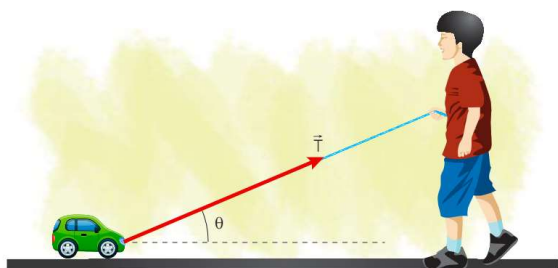
d) Compare os resultados encontrados no item c com a soma dos trabalhos de todas as forças que atuam no conjunto. Qual é a conclusão?

$$\tau^R = 800 \text{ J}$$

$$\tau^F + \tau^P + \tau^A + \tau^N = 1000 + 0 - 200 + 0 = 800 \text{ J}$$

$$\text{Conclusão: } \tau^R = \tau^F + \tau^P + \tau^A + \tau^N$$

2. Um garoto brinca com seu carrinho, puxando-o com um fio. A força de tração  $T$  aplicada pelo fio ideal sobre o carrinho está indicada na figura.



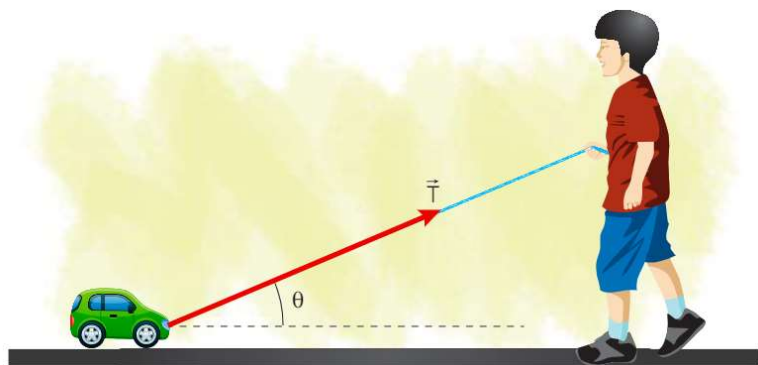
Enquanto a criança se diverte, a força de tração varia, e sua projeção na direção do movimento em função do espaço está indicada no gráfico a seguir.

O trabalho da força  $T$  ao longo desse movimento vale:

- a) 210 J.    b) 0.    c) 30 J.    d) 50 J.    e) 45 J.

$$\tau^T = ?$$

Se T fosse constante:  $\tau^T = T \cdot \Delta S \cdot \cos \theta$  ou  $\tau^T = T_x \cdot \Delta S$



Porém, T é variável:

$$\tau_T^N = A_{\text{acima}} - A_{\text{abaixo}}$$

$$A_{\text{acima}} = \frac{(B+b) \cdot h}{2} = \frac{(8+3) \cdot 30}{2} = 165$$

$$A_{\text{abaixo}} = \frac{B \cdot h}{2} = \frac{4 \cdot 60}{2} = 120$$

$$\tau_T = 165 - 120$$

$$\therefore \tau_T = 45\text{J}$$

