

Trabalho e energia: trabalho de uma força

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

Apresentação, orientação e tarefa: **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.

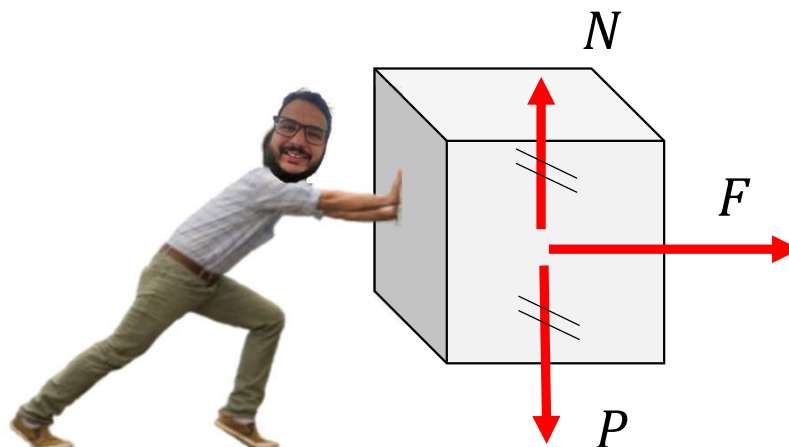
Trabalho de uma força (τ ou $\mathcal{E}$ ou W)

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

Exemplo:

Dacar

Cede energia mecânica



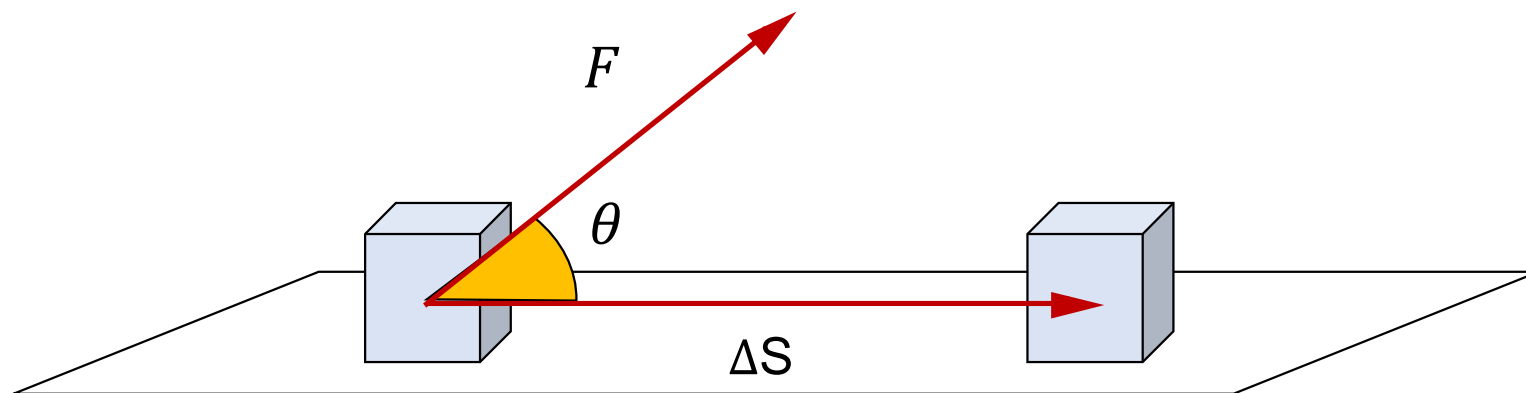
Caixa

Recebe energia mecânica

τ_F = quantidade de energia mecânica que o Dacar cedeu ou que a caixa recebeu

2. Trabalho de uma força constante

Calcula a quantidade de energia que é transformada ou transferida



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

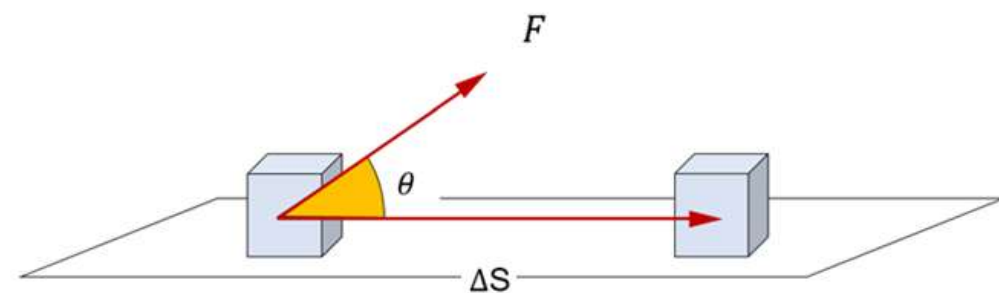
SI:

J

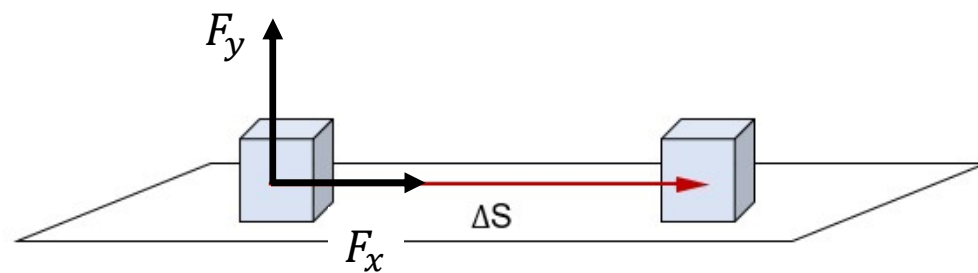
N

m

2. Trabalho de uma força constante

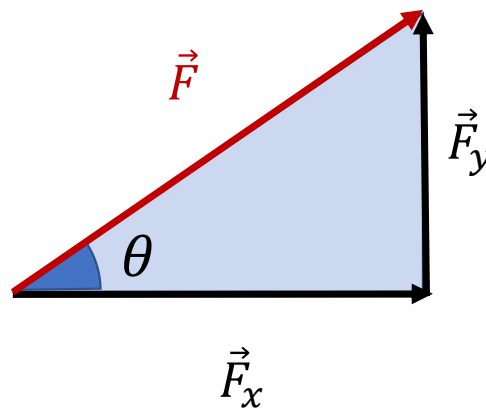
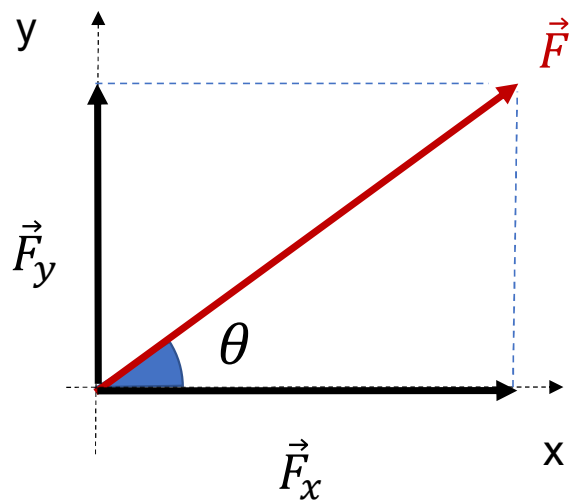


$$\tau = F \cdot \Delta S \cdot \cos \theta$$



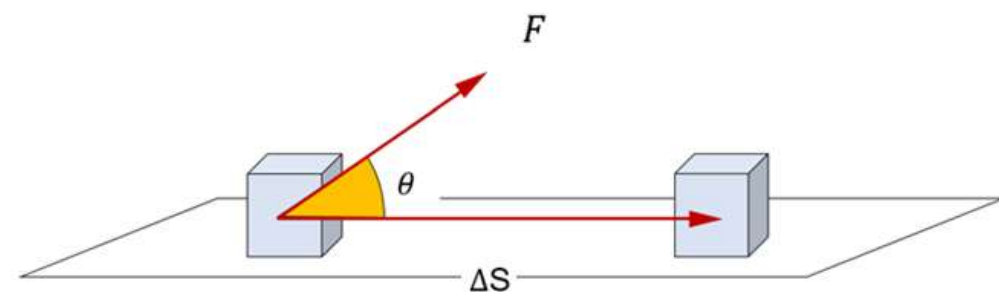
$$\tau = F_x \cdot \Delta S$$

2. Trabalho de uma força constante



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

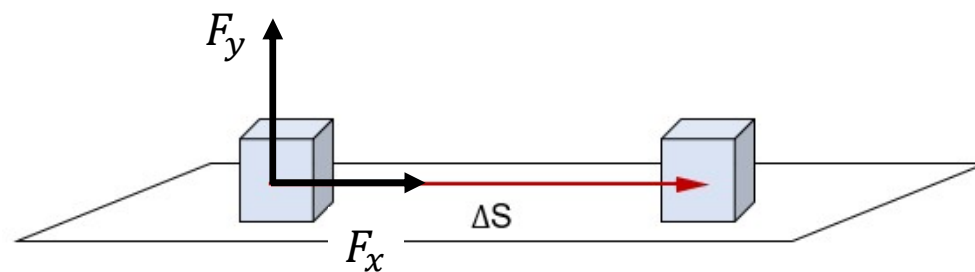
2. Trabalho de uma força constante



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

*Calculam a
mesma coisa*

$$\tau_F = \tau_{F_x}$$



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

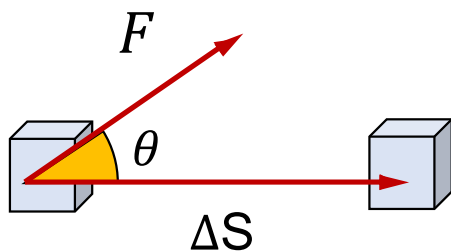
F_x : projeção de F na direção do deslocamento

$$F_x = F \cdot \cos \theta$$

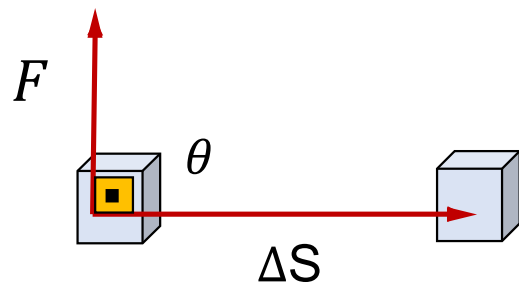


2. Trabalho de uma força constante

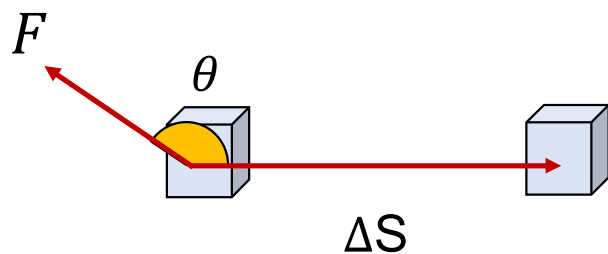
$$\tau = F \cdot \Delta S \cdot \cos \theta$$



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

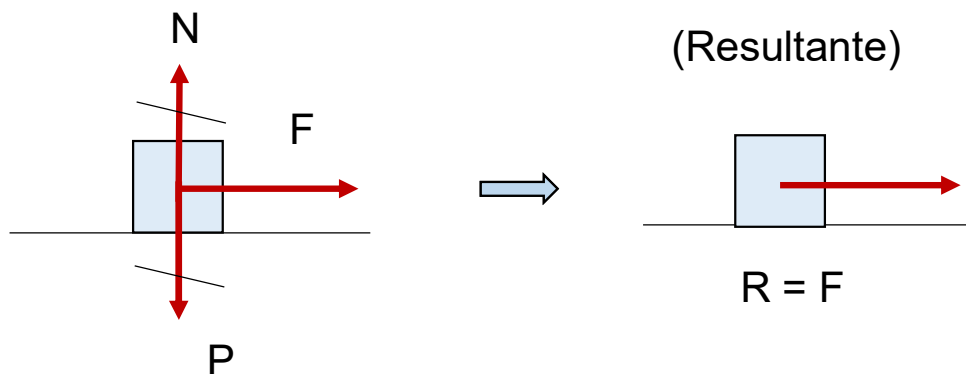


$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \cos \theta = 0 \Rightarrow \tau = 0 \Rightarrow \text{Trabalho nulo}$$



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

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

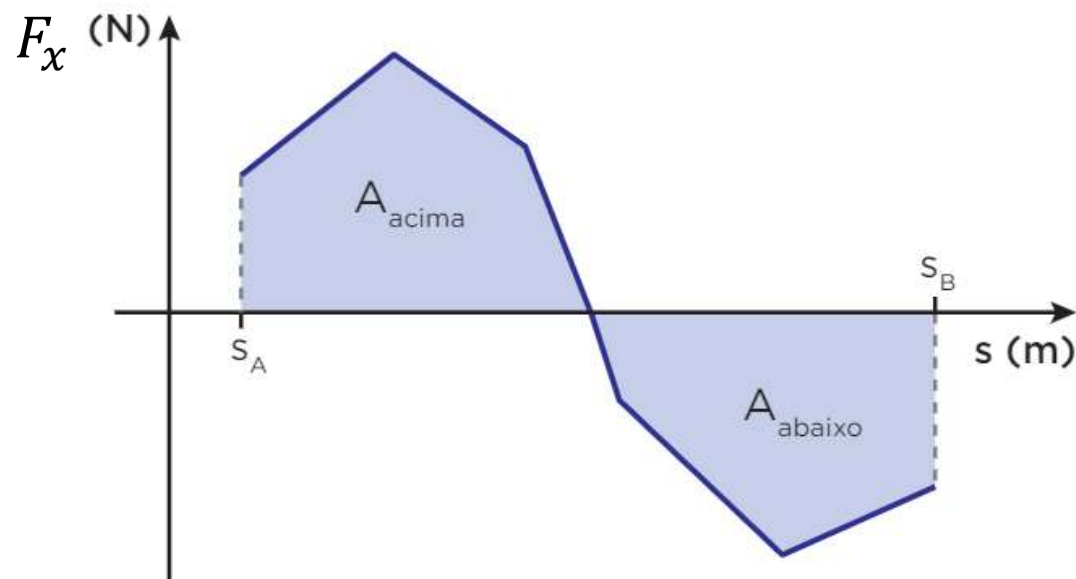
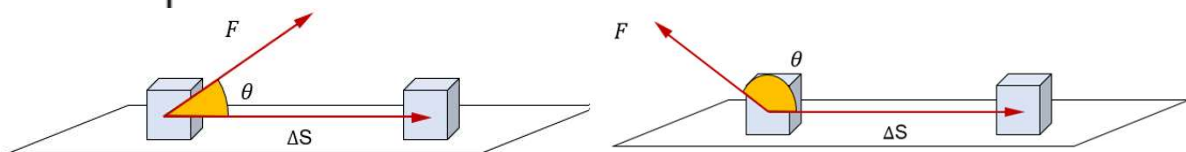
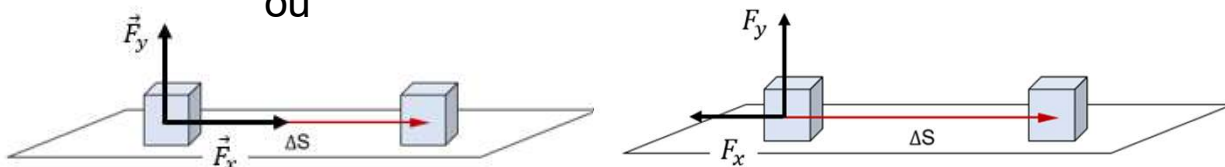


Gráfico da projeção de F na direção da trajetória



ou

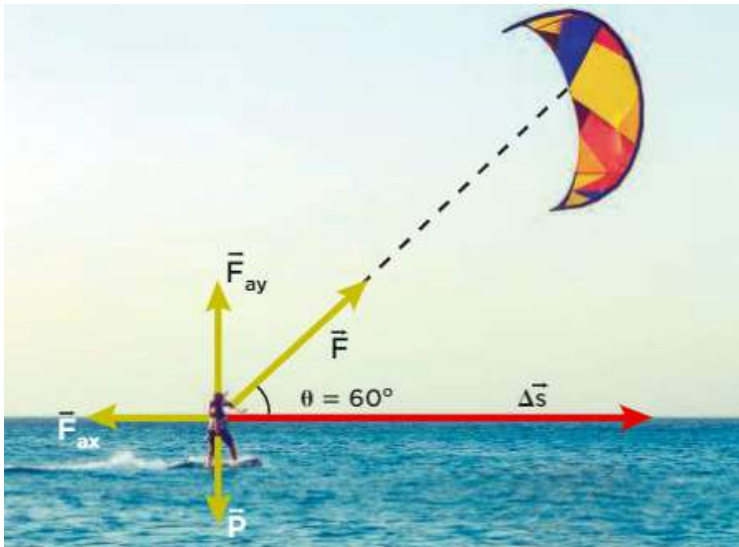


$$\tau_F = \tau_{F_x}$$

$$\tau_F^N = A_{acima} - A_{abaixo}$$

Exercícios

1. Um esporte que ganha cada vez mais adeptos é o kitesurf. Nesse esporte, o praticante utiliza uma prancha, onde seus pés podem ficar presos ou não, e uma pipa (kite, em inglês). A pipa é arrastada pelo vento, puxando o atleta. Pode ser praticado em águas mais calmas, como em represas, ou no mar, onde o atleta pode até “saltar” ondas. A figura abaixo ilustra um atleta praticando kitesurf em um local de águas calmas, bem como o deslocamento realizado pelo conjunto atleta-prancha, e as forças nele aplicadas. Para facilitar a análise, a força aplicada pela água no conjunto atleta-prancha está decomposta em duas direções, paralela e perpendicular ao deslocamento.

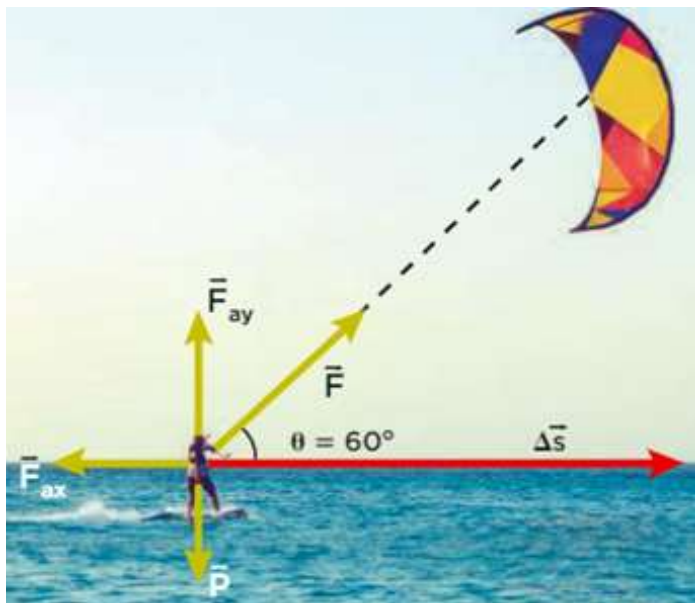


Sabe-se que:

- . massa do conjunto atleta-prancha: $m = 80 \text{ kg}$
- . a aceleração do conjunto é constante e igual a $0,5 \text{ m/s}^2$
- . componente horizontal da força aplicada pela água sobre o conjunto: $F_{ax} = 10 \text{ N}$
- . força aplicada pela pipa no conjunto através do fio: $F = 100 \text{ N}$
- . $g = 10 \text{ m/s}^2$

Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

- Determine o trabalho da força F , da força peso, e das componentes F_{ax} e F_{ay} .
- 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?

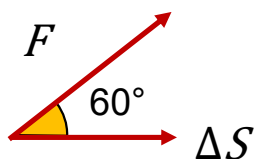


Sabe-se que:

- $m = 80 \text{ kg}$
- $a = 0,5 \text{ m/s}^2$
- $F_{ax} = 10 \text{ N}$
- $F = 100 \text{ N}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

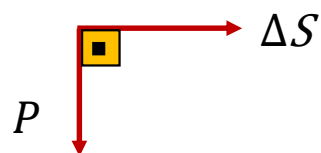
a) Determine o trabalho da força F , da força peso, e das componentes F_{ax} e F_{ay} .



$$\tau = F \cdot \Delta S \cdot \cos 60^\circ$$

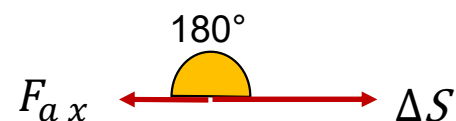
$$\tau = 100 \cdot 20 \cdot 0,5$$

$$\tau = 1000 \text{ J}$$



$$\tau = P \cdot \Delta S \cdot \cos 90^\circ$$

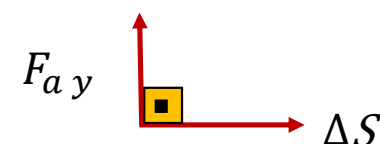
$$\tau = 0$$



$$\tau = F_{ax} \cdot \Delta S \cdot \cos 180^\circ$$

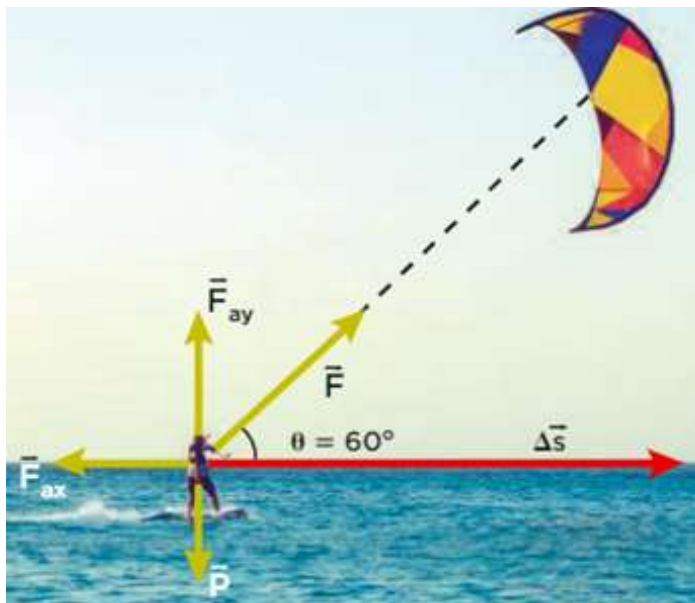
$$\tau = 10 \cdot 20 \cdot -1$$

$$\tau = -200 \text{ J}$$



$$\tau = F_{ay} \cdot \Delta S \cdot \cos 90^\circ$$

$$\tau = 0$$



Sabe-se que:

- $m = 80 \text{ kg}$
- $a = 0,5 \text{ m/s}^2$
- $F_{ax} = 10 \text{ N}$
- $F = 100 \text{ N}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

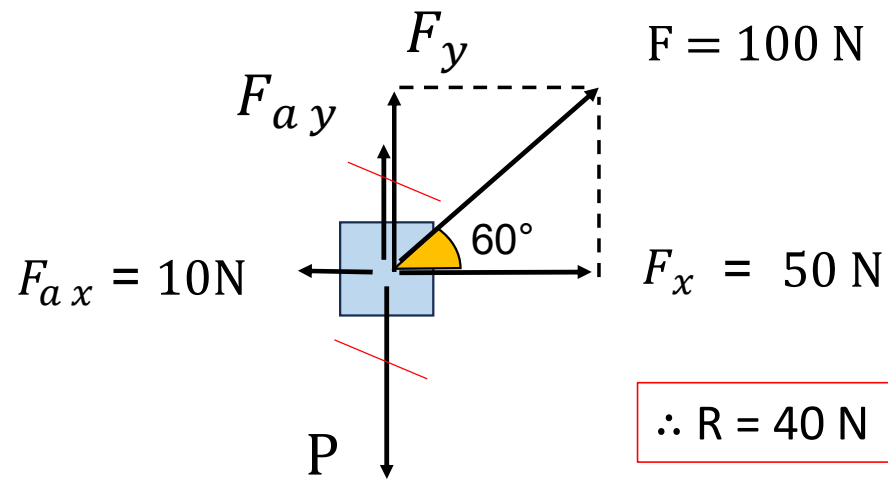
b) Calcule a resultante das forças que atuam no conjunto.

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

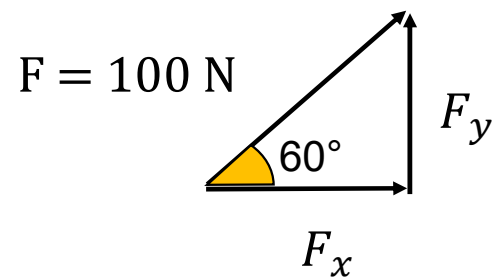
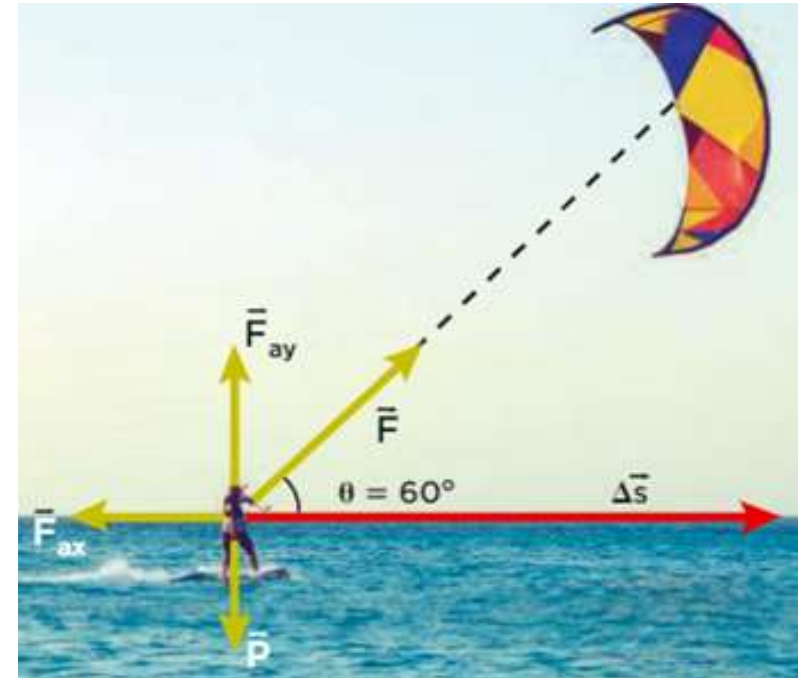
$$R = 80 \cdot 0,5$$

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

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

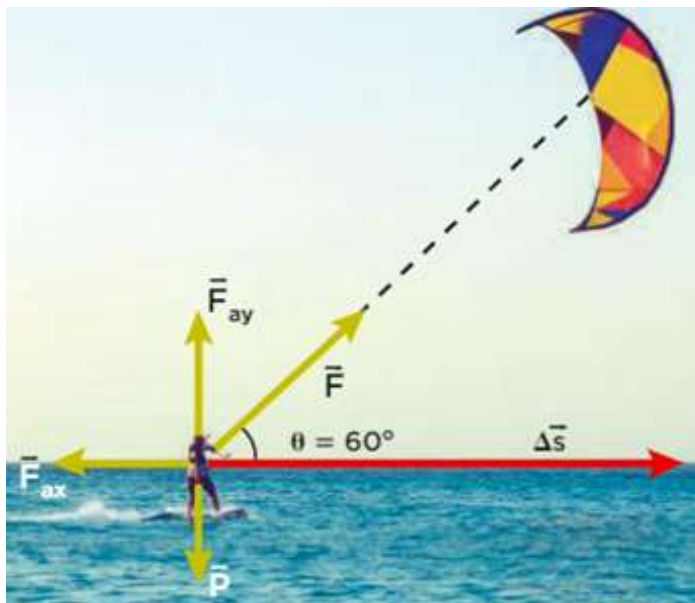


$$\therefore R = 40 \text{ N}$$



$$\cos 60^\circ = \frac{F_x}{F} \rightarrow F_x = F \cdot \cos 60^\circ$$

$$F_x = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ N}$$



Sabe-se que:

- $m = 80 \text{ kg}$
- $a = 0,5 \text{ m/s}^2$
- $F_{ax} = 10 \text{ N}$
- $F = 100 \text{ N}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

c) Determine o trabalho da resultante.

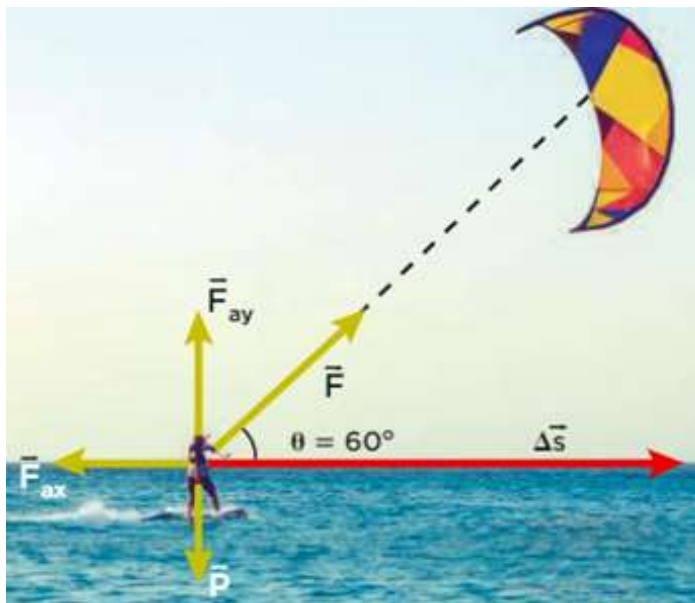
$$R = 40 \text{ N}$$

$$0^\circ \quad \xrightarrow{\Delta S}$$

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

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

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



Sabe-se que:

- $m = 80 \text{ kg}$
- $a = 0,5 \text{ m/s}^2$
- $F_{ax} = 10 \text{ N}$
- $F = 100 \text{ N}$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

Nessas condições, o conjunto realiza um movimento retilíneo, deslocando-se 20 m.

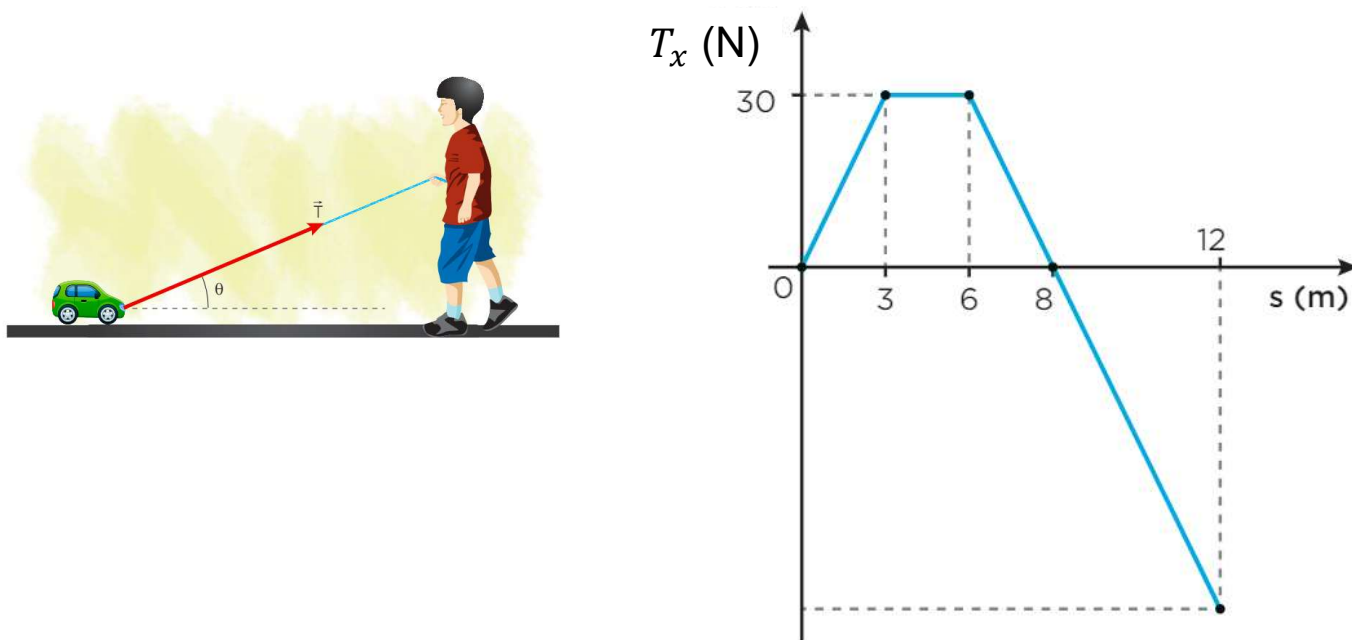
d) Compare os resultados encontrados no item c com a soma dos trabalhos de todas as forças que atuam no conjunto. Qual é a conclusão?

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

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

$$\text{Conclusão: } \tau^R = \tau^F + \tau^P + \tau^{Fax} + \tau^{Fay}$$

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.

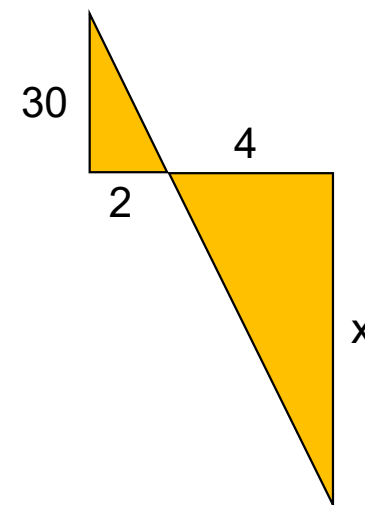
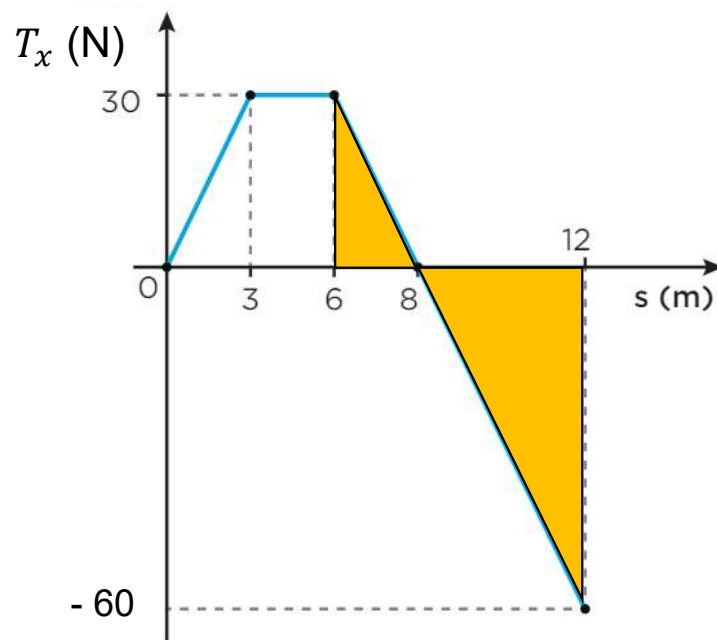
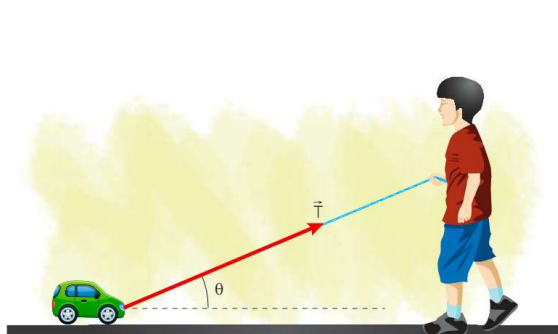


Enquanto a criança se diverte, a força de tração varia, e sua projeção na direção do movimento em função do espaço está indicada no gráfico a seguir.

O trabalho da força T ao longo desse movimento vale:

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

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.

$$\frac{x}{4} = \frac{30}{2}$$

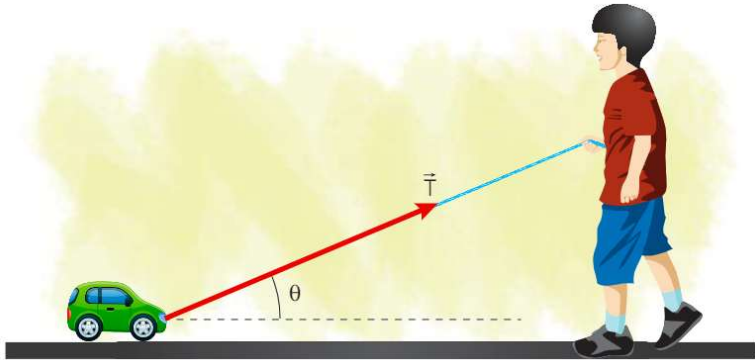
O trabalho da força T ao longo desse movimento vale:

$$\therefore x = 60$$

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

$$\tau^T = ?$$

$$\rightarrow \tau^T = \tau^{Tx}$$



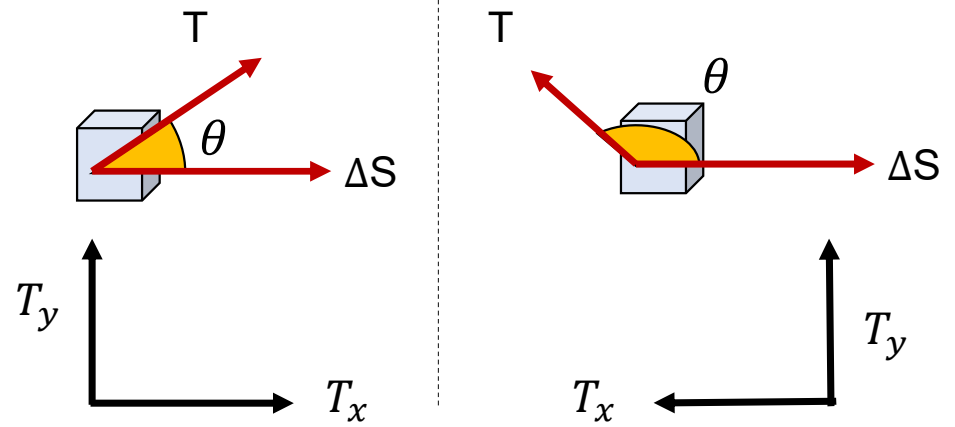
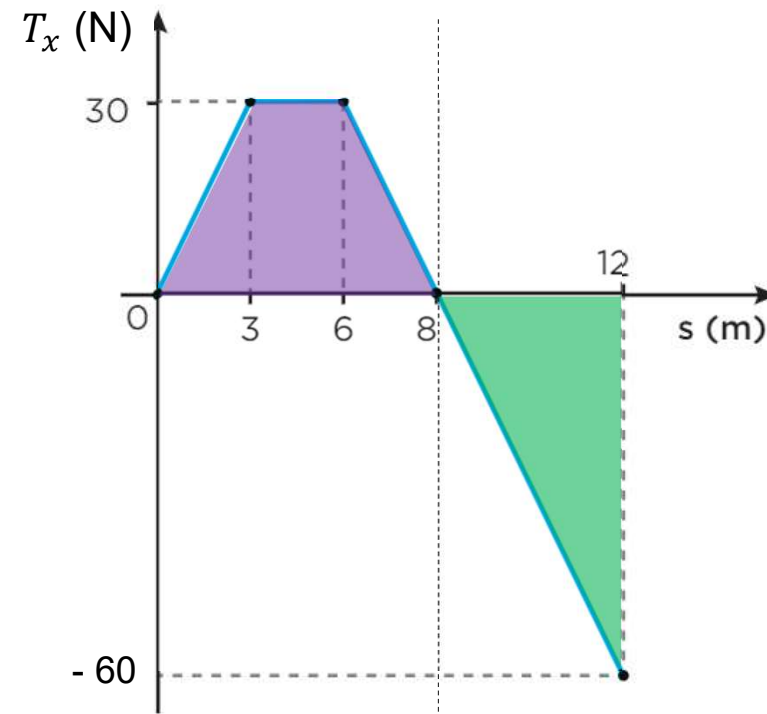
$$\tau_T^N = A_{\text{acima}} - A_{\text{abaixo}}$$

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

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

$$\tau_T = 165 - 120$$

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



Exercícios do Caio

1. (Ita) O átomo de hidrogênio no modelo de Bohr é constituído de um elétron de carga e que se move em órbitas circulares de raio r , em torno do próton, sob influência da força de atração coulombiana. O trabalho efetuado por esta força sobre o elétron ao percorrer órbita do estado fundamental é:

a) $-e^2/(2\varepsilon_0 r)$. b) $e^2/(2\varepsilon_0 r)$. c) $-e^2/(4\pi\varepsilon_0 r)$. d) e^2/r . e) 0

2. (Ita 2021) Um trem parte do repouso sobre uma linha horizontal e deve alcançar a velocidade de 72 km/h. Até atingir essa velocidade, o movimento do trem tem aceleração constante de $0,50 \text{ m/s}^2$, sendo que resistências passivas absorvem 5,0% da energia fornecida pela locomotiva. O esforço médio, em N, fornecido pela locomotiva para transportar uma carga de 1,0 ton é

a) $2,5 \times 10^2$. b) $4,8 \times 10^2$. c) $5,0 \times 10^2$. d) $5,3 \times 10^2$. e) $1,0 \times 10^3$.

Bagarito: 1. E 2. D

