

Atividade: Trabalho e o Teorema trabalho-energia¹

I. Relacionando trabalho com a variação da energia cinética

A. Um bloco move-se para a esquerda sobre uma superfície horizontal sem atrito. Uma pessoa aplica com a mão uma força constante, também na direção horizontal, sobre o bloco.

- Suponha que o trabalho realizado sobre o bloco pela mão seja positivo. Desenhe setas para mostrar a direção do deslocamento do bloco e a direção da força aplicada.

O bloco está acelerando, desacelerando ou em movimento com velocidade constante? Explique.

- Suponha agora que o bloco esteja se movendo para a esquerda e que o trabalho realizado pela força que a mão aplica seja negativo. Desenhe setas para representar a direção do deslocamento do bloco e a direção da força aplicada pela mão.

O bloco está acelerando, desacelerando ou em movimento com velocidade constante? Explique.

B. Em uma outra situação, duas pessoas empurram horizontalmente o bloco sobre uma superfície sem atrito. A primeira pessoa aplica uma força de tal modo que o trabalho é positivo e a segunda pessoa aplica uma força que realiza um trabalho negativo ($W_1 > 0$ e $W_2 < 0$).

Para cada um dos casos listados abaixo, desenhe o diagrama de corpo livre que mostra todas as forças que atuam sobre o bloco: tanto horizontalmente quanto verticalmente. Em seguida verifique se a soma $W_1 + W_2$ é positiva, negativa ou zero.

- O bloco move-se para a direita com velocidade crescente.
- O bloco move-se para a esquerda com velocidade crescente.
- O bloco move-se para a direita com velocidade decrescente.
- O bloco move-se para a esquerda com velocidade constante.

C. No lado esquerdo da figura abaixo, o diagrama mostra o deslocamento, $\Delta \vec{r}$, que o bloco realiza sobre a mesa quando empurrado com a mão. A força horizontal sobre o bloco aplicada pela mão, \vec{F}_M , também é desenhada no diagrama.



- Suponha agora que a mão esteja empurrando o bloco com uma força de mesma intensidade, \vec{F}_M , como antes, mas em uma direção que forma um ângulo θ em relação à horizontal, como no lado direito da figura anterior. O trabalho realizado por esta força é maior, menor ou é o mesmo quando comparado com a situação anterior?

Explique como é possível usar a definição de trabalho para obter a resposta.

- Suponha agora que a mão empurra o bloco com uma força de mesma intensidade, \vec{F}_M , mas que o trabalho seja nulo. Desenhe setas para representar a direção da força e do deslocamento neste caso.

D. Retome o movimento do bloco apresentado na parte **B**.

A soma dos trabalhos realizados por todas as forças que atuam sobre o bloco é o trabalho total, W_{total} . É positivo, negativo ou nulo, o trabalho total realizado sobre o bloco na parte **B**?

O trabalho total realizado sobre o bloco é maior, menor ou igual ao trabalho realizado pela força resultante sobre o bloco? Explique sua resposta.

E. A partir das respostas apresentadas da parte **A** até a parte **D**, generalize como a velocidade do objeto varia para o caso em que o trabalho é positivo, negativo ou nulo.

Avalie se seus resultados são consistentes com o teorema do trabalho-energia apresentado durante as aulas ($W = \Delta E_c = E_c^{final} - E_c^{inicial}$)

Verifique suas repostas com o(a) professor(a) antes de continuar.

II. Aplicando o teorema trabalho-energia

Responda as questões abaixo usando o teorema do trabalho-energia e os resultados apresentados na Parte **I**.

A. Um bloco, bloco A, é puxado por um fio sobre uma mesa sem atrito. O fio exerce uma força horizontal constante.

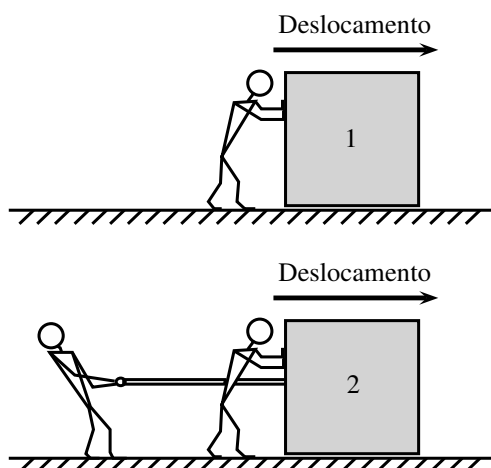
- Como o trabalho total realizado sobre o bloco em movimento ao deslocar uma distância $2d$ é comparado ao trabalho total realizado sobre o mesmo bloco ao se deslocar de uma distância d ?

Considere que o bloco inicie o movimento a partir do repouso. Encontre a razão entre as velocidades do bloco quando desloca-se de $2d$ e d .

- O fio puxa um segundo bloco, bloco B, ao longo da mesa sem atrito. O fio exerce sobre o bloco B a mesma força que foi aplicada no bloco A. A massa do bloco B é maior do que a massa do bloco A ($m_B > m_A$). Ambos os blocos estavam inicialmente em repouso.

Após cada bloco ser puxado a uma distância d , a energia cinética do bloco A será maior, menor ou igual a energia cinética do bloco B? Explique sua resposta.

- B. O diagrama abaixo mostra dois blocos idênticos movendo-se para a direita sem ação da força de atrito da superfície de contato. Uma pessoa aplica uma força \vec{F} sobre os blocos e nas duas situações esta força é de mesma intensidade. O segundo bloco experimenta uma força adicional, de intensidade menor do que F , devido a um fio que está sendo puxado por uma outra pessoa (veja a figura abaixo).

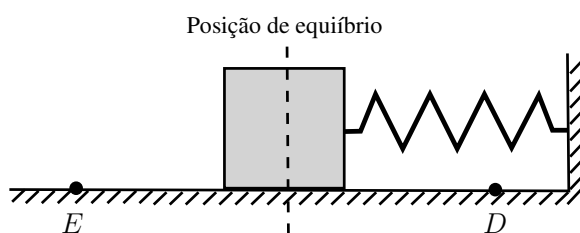


Suponha que os blocos sejam deslocados de distâncias idênticas.

O trabalho realizado sobre o bloco 1 pela força \vec{F} é maior, menor ou igual ao trabalho realizado por \vec{F} sobre o bloco 2? Explique.

A variação na energia cinética do bloco 1 é maior, menor ou igual a variação da energia cinética no bloco 2?

- C. Um bloco sobre uma superfície sem atrito está conectado a uma mola como representado na figura seguinte. A mola inicialmente não está esticada. O bloco é deslocado para a direita até o ponto D e em seguida é liberado.



1. Quando o bloco passa pelo ponto D , a mola está sendo comprimida ou esticada?

Sua resposta depende da direção na qual o bloco está se movendo? Explique.

2. Desenhe o diagrama de corpo livre para o bloco no instante em que ele passa pelo ponto D movendo-se para a esquerda. Desenhe também setas para representar as direções da velocidade, da aceleração e da força resultante sobre o bloco, para este mesmo instante.

O trabalho total sobre o bloco do ponto em que foi liberado até o ponto D é positivo, negativo ou nulo? Explique.

3. Em algum outro instante, o bloco irá passar pelo ponto E movendo-se para a esquerda. Desenhe o diagrama de corpo livre para o bloco neste instante. Desenhe também setas para representar a velocidade, a aceleração e a força resultante neste mesmo instante.

Suponha que o bloco realize um pequeno deslocamento indo da direita do ponto E para a esquerda do mesmo ponto.

O trabalho total realizado sobre o bloco é positivo, negativo ou nulo? Explique.

A velocidade do bloco aumenta, diminui ou permanece a mesma? Explique como sua resposta é consistente com o teorema do trabalho-energia.

¹ Adaptado do livro *Tutorials in Introductory Physics* de McDermott, Shaffer e Phys. Educ. Group da Univ. de Washington.