Física I

Semana 09 - Aula 2

Teorema do Trabalho e energia

Prof. Henrique Antonio Mendonça Faria

Energia cinética

- O trabalho total realizado pelas forças externas sobre um corpo é relacionado com o deslocamento do corpo.

Energia cinética

- O trabalho total realizado pelas forças externas sobre um corpo é relacionado com o deslocamento do corpo.
- Contudo, o trabalho total também é relacionado com a *velocidade* do corpo.

Energia Cinética

Sem atrito!

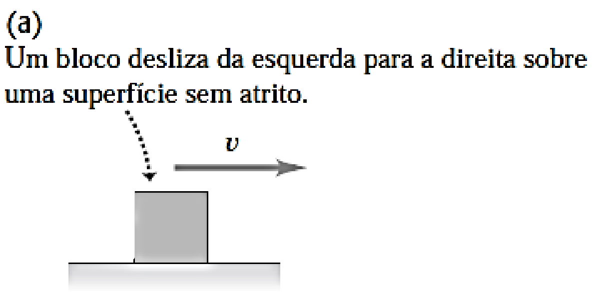


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

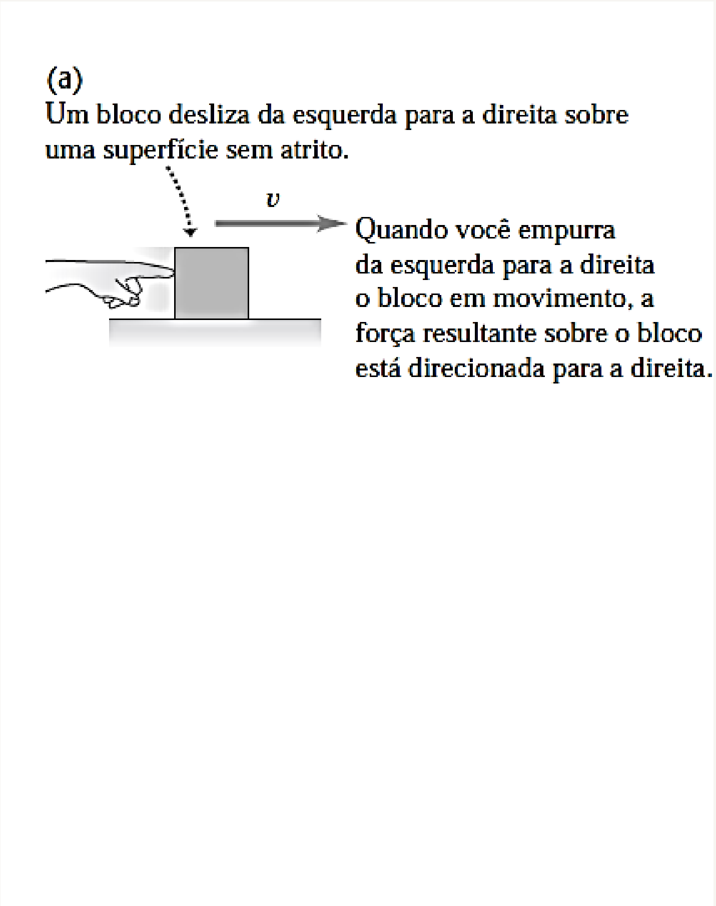


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

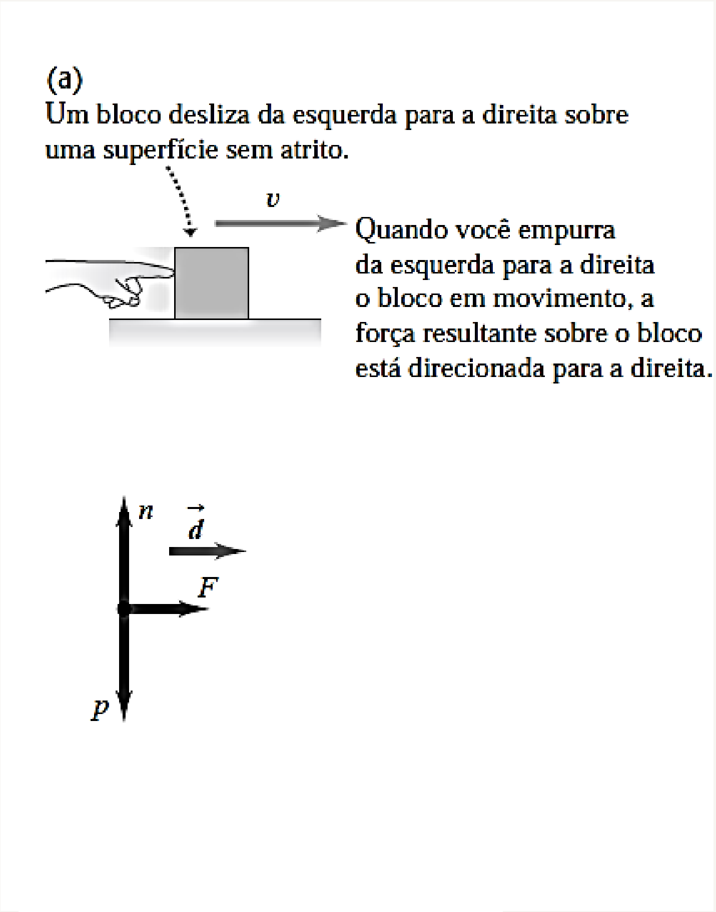


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

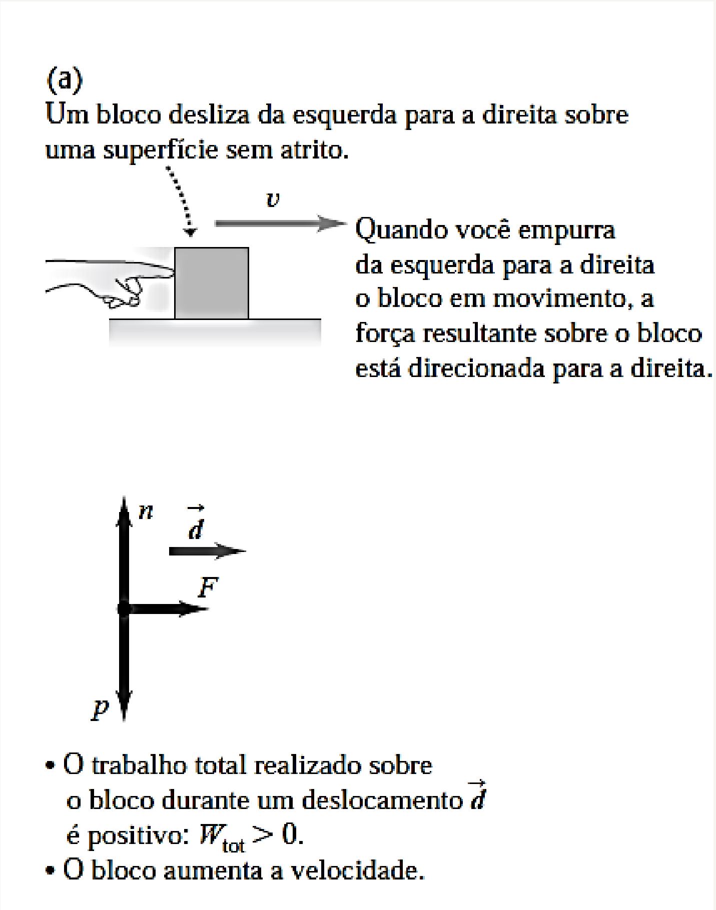


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

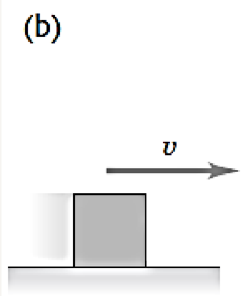


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

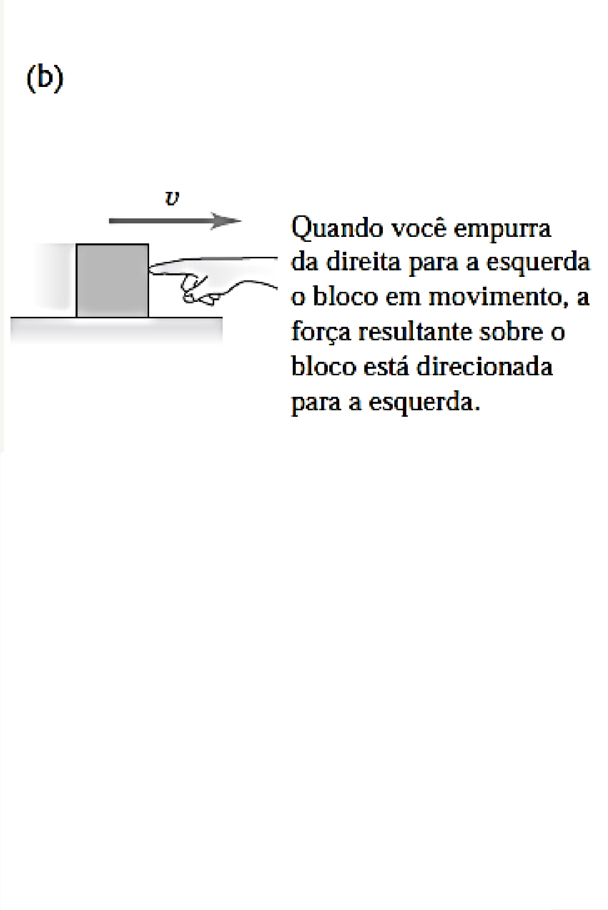


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

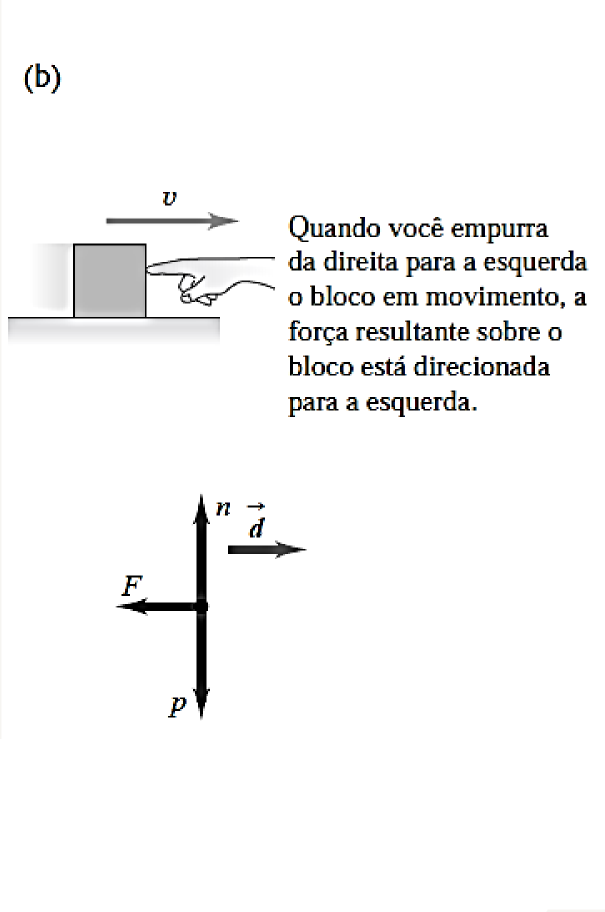


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

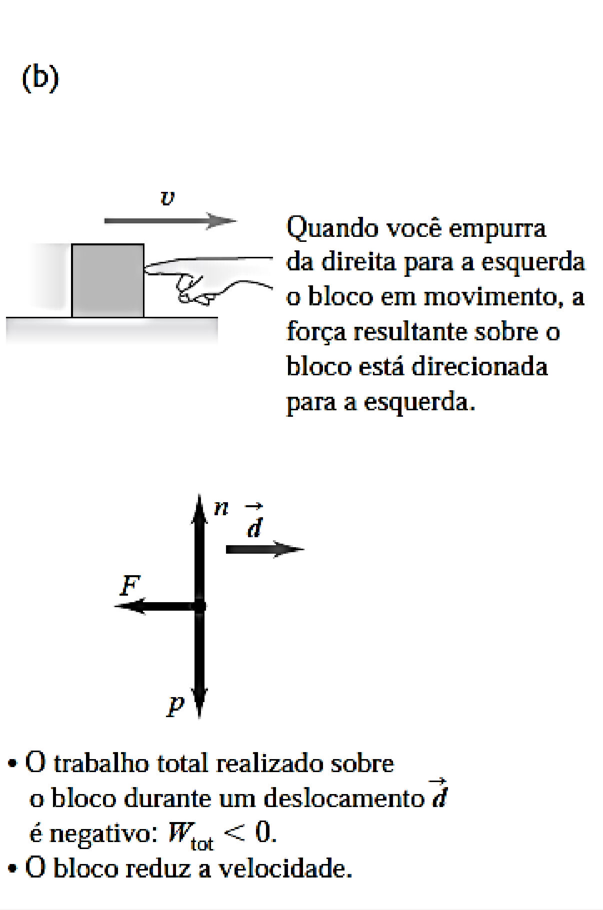


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

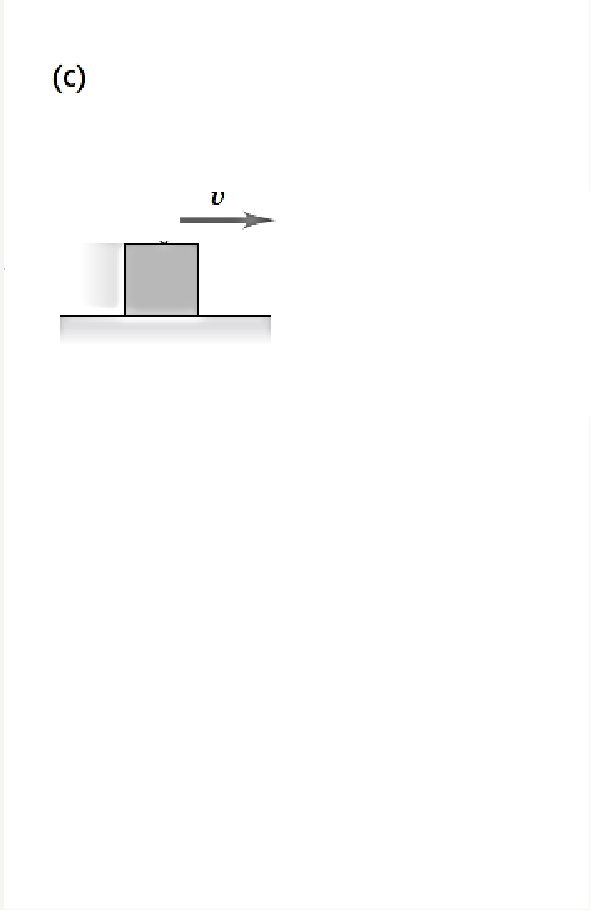
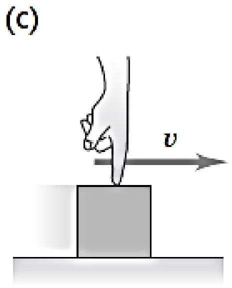


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!



Quando você empurra de cima para baixo o bloco em movimento, a força resultante sobre o bloco é igual a zero.

Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

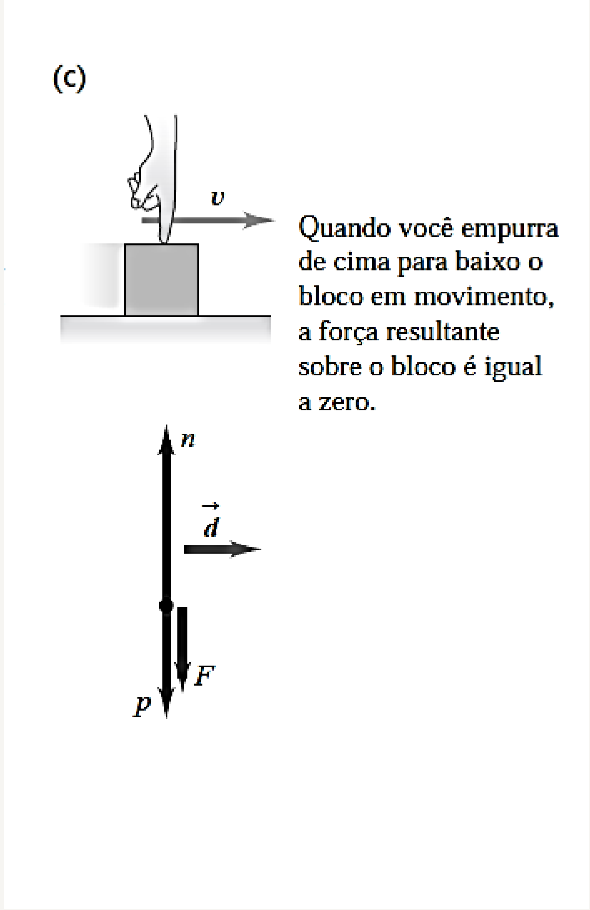


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

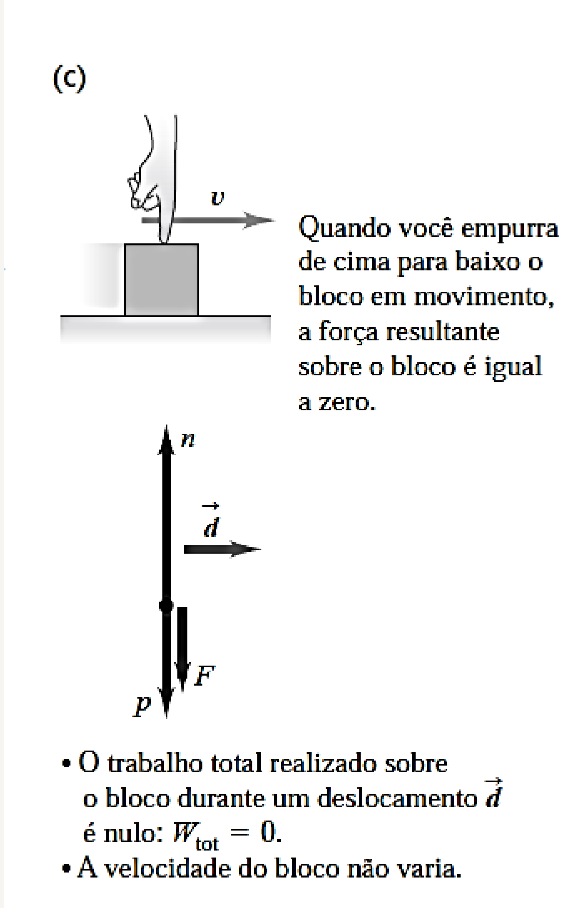


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

Sem atrito!

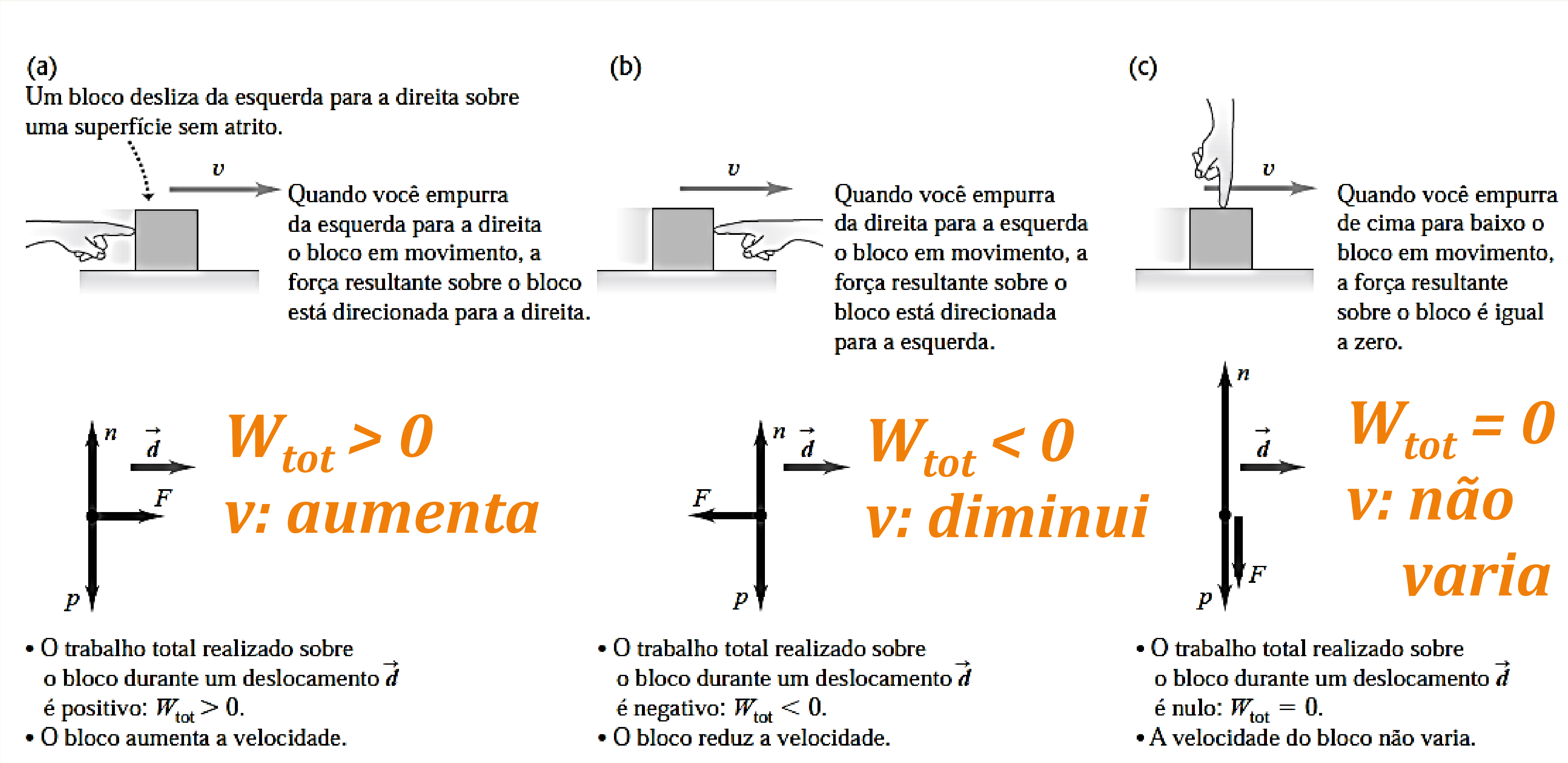


Figura 6.8 A relação entre o trabalho total realizado sobre um corpo e a variação da velocidade escalar do corpo.

Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

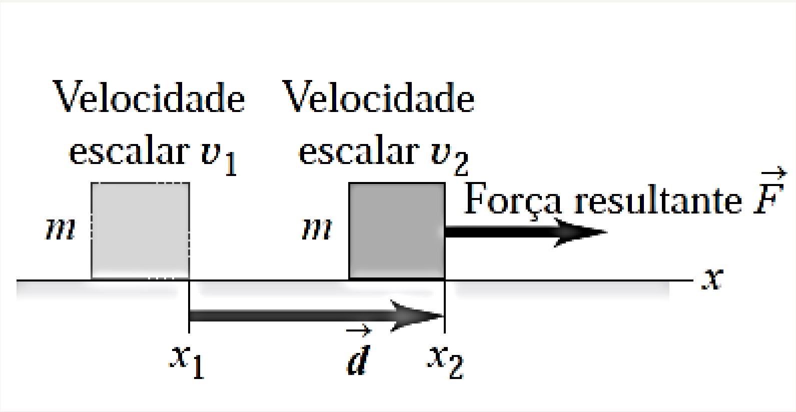
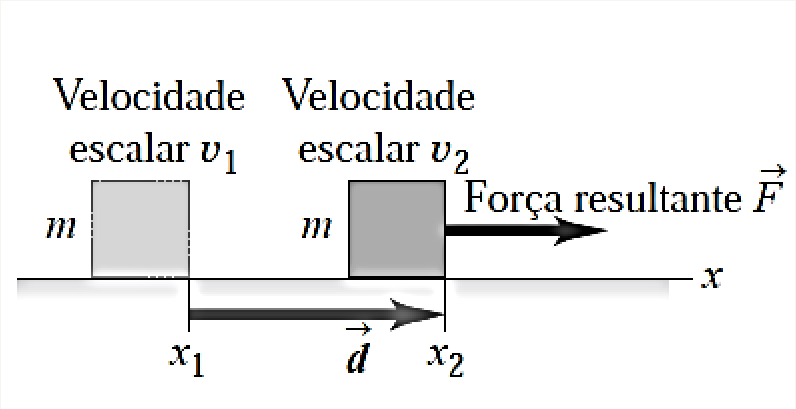


Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

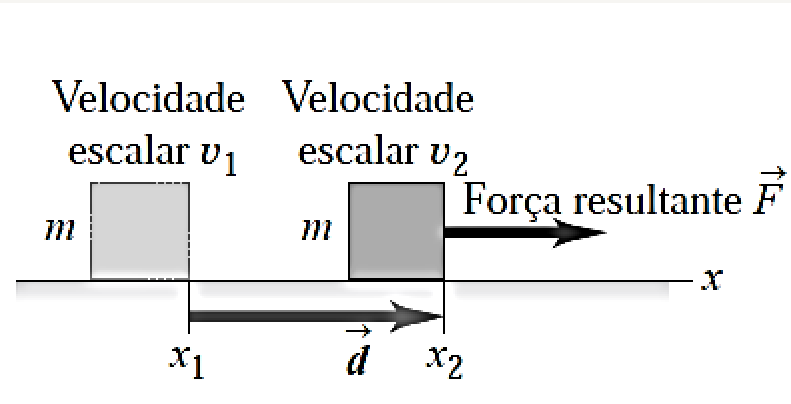


- Força constante:

$$F = ma_x$$

Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética



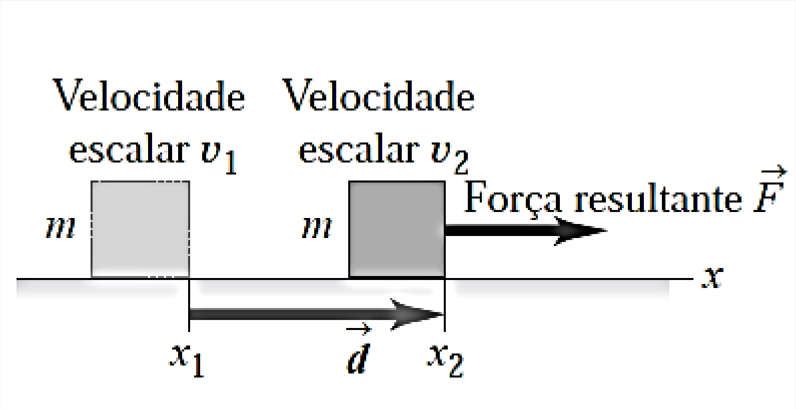
- Força constante:

$$F = ma_x$$

- Velocidade variável.

Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética



- Força constante:

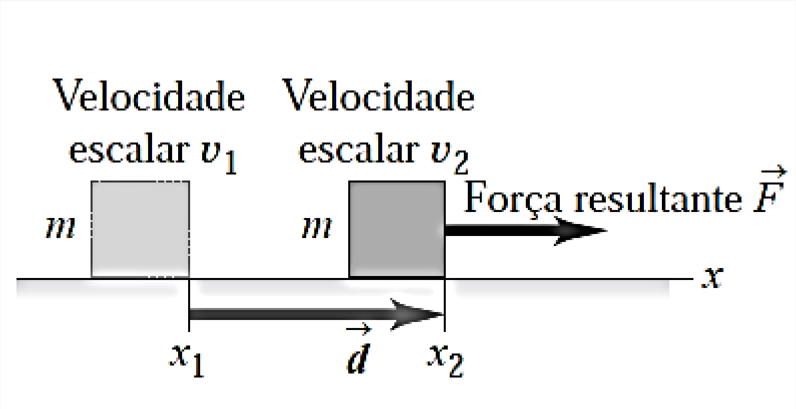
$$F = ma_x$$

- Velocidade variável.
- Possível usar equação para aceleração constante.

Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

$$v_2{}^2 = v_1{}^2 + 2a_x d$$



- Força constante:

$$F = ma_x$$

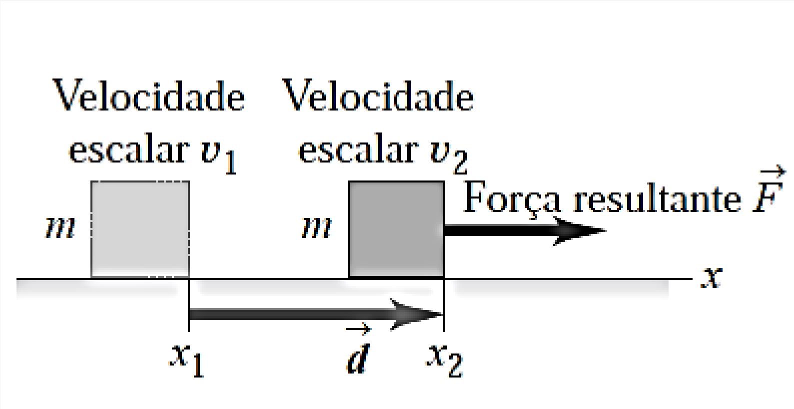
- Velocidade variável.
- Possível usar equação para aceleração constante.

Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética

$$v_2{}^2 = v_1{}^2 + 2a_x d$$

$$a_x = \frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2d}$$



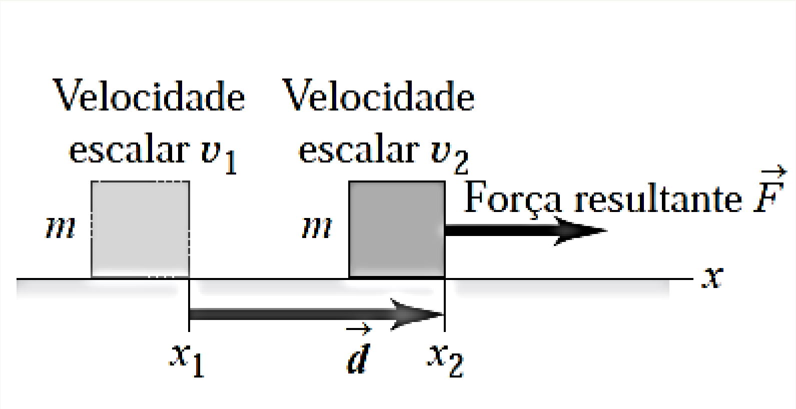
- Força constante:

$$F = ma_x$$

- Velocidade variável.
- Possível usar equação para aceleração constante.

Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética



$$v_2{}^2 = v_1{}^2 + 2a_x d$$

$$a_x = \frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2d}$$

$$ma_x = m\frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2d}$$

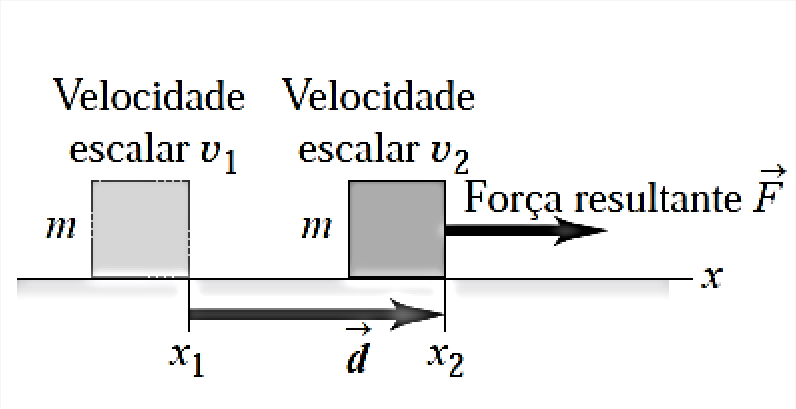
- Força constante:

$$F = ma_x$$

- Velocidade variável.
- Possível usar equação para aceleração constante.

Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética



- Força constante:

$$F = ma_x$$

- Velocidade variável.
- Possível usar equação para aceleração constante.

$$v_2{}^2 = v_1{}^2 + 2a_x d$$

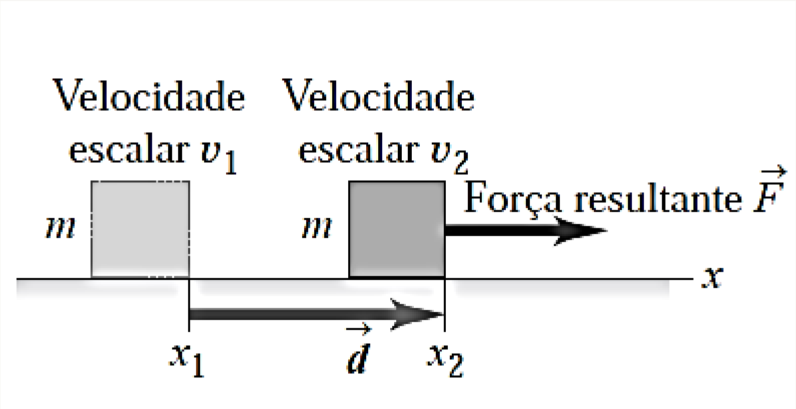
$$a_x = \frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2d}$$

$$ma_x = m\frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2d}$$

$$Fd = m\frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2}$$

Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética



- Força constante:

$$F = ma_x$$

- Velocidade variável.
- Possível usar equação para aceleração constante.

$$v_2{}^2 = v_1{}^2 + 2a_x d$$

$$a_x = \frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2d}$$

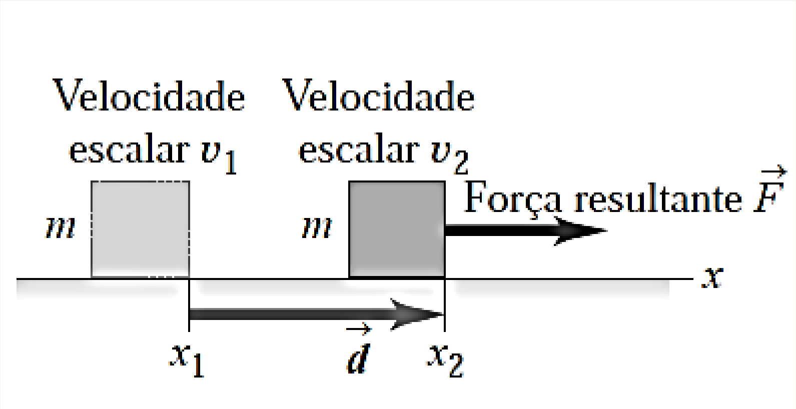
$$ma_x = m\frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2d}$$

$$Fd = m\frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2}$$

$$Fd = \frac{1}{2}mv_2{}^2 - \frac{1}{2}mv_1{}^2$$

Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética



- Força constante:

$$F = ma_x$$

- Velocidade variável.
- Possível usar equação para aceleração constante.

$$v_2{}^2 = v_1{}^2 + 2a_x d$$

$$a_x = \frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2d}$$

$$ma_x = m\frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2d}$$

$$Fd = m\frac{v_2{}^2 - v_1{}^2}{2}$$

$$Fd = \boxed{\frac{1}{2}mv_2{}^2} - \frac{1}{2}mv_1{}^2$$

K: energia cinética

Figura 6.9 Uma força resultante constante realiza um trabalho sobre um corpo.
Fonte: Sears e Zemansky

Energia Cinética ($\boldsymbol{K}$)

$$\boldsymbol{K = \frac{1}{2}mv^2} \quad [\,J\,] \ (joule)$$

Energia Cinética ($\boldsymbol{K}$)

$$\boldsymbol{K = \frac{1}{2}mv^2} \quad [\,J\,]\ (joule)$$

- Grandeza escalar.

Energia Cinética ($\boldsymbol{K}$)

$$\boldsymbol{K = \frac{1}{2}mv^2} \quad [\,J\,]\ (joule)$$

- Grandeza escalar.
- Depende somente da massa e do módulo da velocidade da partícula.

Energia Cinética (*K*)

$$\boldsymbol{K = \frac{1}{2} m v^2} \quad [\,J\,] \; (joule)$$

- Grandeza escalar.
- Depende somente da massa e do módulo da velocidade da partícula.
- Não depende da direção do movimento.

Energia Cinética (*K*)

$$\boldsymbol{K = \frac{1}{2}mv^2} \quad [\,J\,]\ (joule)$$

- Grandeza escalar.
- Depende somente da massa e do módulo da velocidade da partícula.
- Não depende da direção do movimento.
- A energia cinética nunca pode ser negativa.

Teorema do trabalho-Energia

$$\boldsymbol{K_2 = \frac{1}{2} m v_2{}^2}\ (energia\ final\ da\ partícula)$$

Teorema do trabalho-Energia

$$\boldsymbol{K_2 = \frac{1}{2} m v_2{}^2}\ (energia\ final\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_1 = \frac{1}{2} m v_1{}^2}\ (energia\ inicial\ da\ partícula)$$

Teorema do trabalho-Energia

$$\boldsymbol{K_2 = \frac{1}{2} m v_2{}^2}\ (energia\ final\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_1 = \frac{1}{2} m v_1{}^2}\ (energia\ inicial\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_2 - K_1 = \Delta K}\ \ (variação\ da\ energia\ cinética)$$

Teorema do trabalho-Energia

$$\boldsymbol{K_2 = \frac{1}{2} m {v_2}^2} \ (energia\ final\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_1 = \frac{1}{2} m {v_1}^2} \ (energia\ inicial\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_2 - K_1 = \Delta K} \ \ (variação\ da\ energia\ cinética)$$

$$Fd = \frac{1}{2} m {v_2}^2 - \frac{1}{2} m {v_1}^2$$

Teorema do trabalho-Energia

$$\boldsymbol{K_2 = \frac{1}{2} m v_2{}^2} \; (energia\ final\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_1 = \frac{1}{2} m v_1{}^2} \; (energia\ inicial\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_2 - K_1 = \Delta K} \;\; (variação\ da\ energia\ cinética)$$

$$Fd = \frac{1}{2} m v_2{}^2 - \frac{1}{2} m v_1{}^2$$

$$W_{tot} = K_2 - K_1 = \boldsymbol{\Delta K}$$

Teorema do trabalho-Energia

$$\boldsymbol{K_2 = \frac{1}{2} m {v_2}^2}\ (energia\ final\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_1 = \frac{1}{2} m {v_1}^2}\ (energia\ inicial\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_2 - K_1 = \Delta K}\ \ (variação\ da\ energia\ cinética)$$

$$Fd = \frac{1}{2} m {v_2}^2 - \frac{1}{2} m {v_1}^2$$

$$W_{tot} = K_2 - K_1 = \Delta \boldsymbol{K}$$

Teorema do trabalho – energia

Teorema do trabalho-Energia

$$\boldsymbol{K_2 = \frac{1}{2} m v_2{}^2}\ (energia\ final\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_1 = \frac{1}{2} m v_1{}^2}\ (energia\ inicial\ da\ partícula)$$

$$\boldsymbol{K_2 - K_1 = \Delta K}\ \ (variação\ da\ energia\ cinética)$$

$$Fd = \frac{1}{2} m v_2{}^2 - \frac{1}{2} m v_1{}^2$$

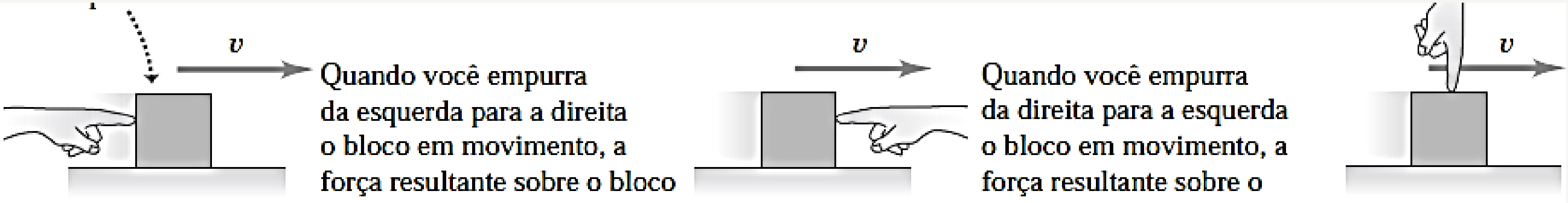
$$\boxed{W_{tot} = K_2 - K_1 = \Delta K}$$

Teorema do trabalho – energia

O trabalho realizado pela força resultante sobre a partícula fornece a variação da sua energia cinética.

Teorema do trabalho-Energia

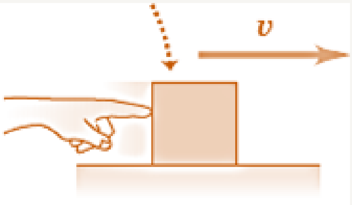
- O teorema do trabalho-energia concorda com as situações do bloco descritas na Figura 6.8.



Teorema do trabalho-Energia

- O teorema do trabalho-energia concorda com as situações do bloco descritas na Figura 6.8.

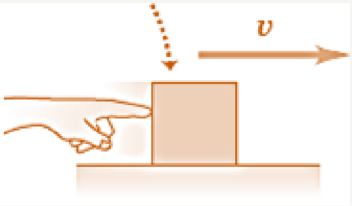
$$W_{tot} = K_2 - K_1 = \Delta \boldsymbol{K}$$



Trabalho total W_{tot}	Energia cinética $\boldsymbol{K}$	Relação entre as energias cinéticas

Teorema do trabalho-Energia

- O teorema do trabalho-energia concorda com as situações do bloco descritas na Figura 6.8.

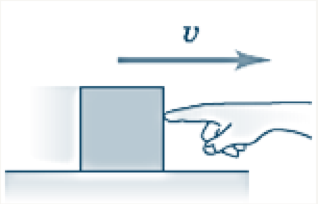


$$W_{tot} = K_2 - K_1 = \Delta \boldsymbol{K}$$

Trabalho total W_{tot}	Energia cinética K	Relação entre as energias cinéticas
> 0	aumenta	$K_2 > K_1$

Teorema do trabalho-Energia

- O teorema do trabalho-energia concorda com as situações do bloco descritas na Figura 6.8.



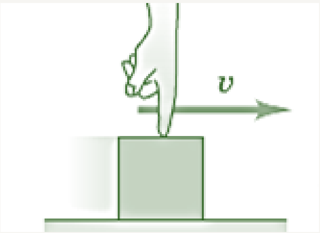
$$W_{tot} = K_2 - K_1 = \Delta \boldsymbol{K}$$

Trabalho total W_{tot}	Energia cinética K	Relação entre as energias cinéticas
> 0	aumenta	$K_2 > K_1$
< 0	diminui	$K_2 < K_1$

Teorema do trabalho-Energia

- O teorema do trabalho-energia concorda com as situações do bloco descritas na Figura 6.8.

$$W_{tot} = K_2 - K_1 = \Delta \boldsymbol{K}$$



Trabalho total W_{tot}	Energia cinética $\boldsymbol{K}$	Relação entre as energias cinéticas
> 0	aumenta	$K_2 > K_1$
< 0	diminui	$K_2 < K_1$
$= 0$	Não se altera	$K_2 = K_1$

Teorema do trabalho-Energia

- Empregamos as leis de Newton para deduzi-lo.

Teorema do trabalho-Energia

- Empregamos as leis de Newton para deduzi-lo.
- Podemos usá-lo somente para um sistema de referência inercial.

Teorema do trabalho-Energia

- Empregamos as leis de Newton para deduzi-lo.
- Podemos usá-lo somente para um sistema de referência inercial.
- Porém os valores do trabalho podem diferir de um sistema de referência inercial para outro.

Teorema do trabalho-Energia

- Empregamos as leis de Newton para deduzi-lo.
- Podemos usá-lo somente para um sistema de referência inercial.
- Porém os valores do trabalho podem diferir de um sistema de referência inercial para outro.
- Mostraremos na próxima aula que o teorema é válido no caso geral, mesmo quando as forças não são constantes e a trajetória é uma curva.

Estratégia para a solução de problemas

Identificar

1. O Teorema do trabalho - energia é extremamente útil para relacionar as velocidades escalares de um corpo em movimento em dois pontos da trajetória.

Estratégia para a solução de problemas

Identificar

1. O Teorema do trabalho - energia é extremamente útil para relacionar as velocidades escalares de um corpo em movimento em dois pontos da trajetória.
2. Mas, o teorema não envolve tempo e não é útil em problemas que envolvam a grandeza temporal.

Estratégia para a solução de problemas

Preparar

1. Escolha a posição inicial e a posição final do corpo.

Estratégia para a solução de problemas

Preparar

1. Escolha a posição inicial e a posição final do corpo.
2. Desenhe um diagrama do corpo livre mostrando todas as forças que atuam sobre o corpo.

Estratégia para a solução de problemas

Preparar

1. Escolha a posição inicial e a posição final do corpo.
2. Desenhe um diagrama do corpo livre mostrando todas as forças que atuam sobre o corpo.
3. Escolha um sistema de coordenadas e oriente os eixos.

Estratégia para a solução de problemas

Preparar

1. Escolha a posição inicial e a posição final do corpo.
2. Desenhe um diagrama do corpo livre mostrando todas as forças que atuam sobre o corpo.
3. Escolha um sistema de coordenadas e oriente os eixos.
4. Faça uma lista de todas as grandezas conhecidas e desconhecidas, definindo as incógnitas.

Estratégia para a solução de problemas

Executar

1. Calcule o trabalho W realizado por cada força.
2. Certifique-se de verificar os sinais:

Estratégia para a solução de problemas

Executar

1. Calcule o trabalho W realizado por cada força.
2. Certifique-se de verificar os sinais:
   - Componente da força na mesma direção e no mesmo sentido do deslocamento, W é positivo.

Estratégia para a solução de problemas

Executar

1. Calcule o trabalho W realizado por cada força.

2. Certifique-se de verificar os sinais:

   - Componente da força na mesma direção e no mesmo sentido do deslocamento, W é positivo.

   - Componente da força na mesma direção e sentido contrário do deslocamento, W é negativo.

Estratégia para a solução de problemas

Executar

1. Calcule o trabalho W realizado por cada força.
2. Certifique-se de verificar os sinais:

- Componente da força na mesma direção e no mesmo sentido do deslocamento, W é positivo.
- Componente da força na mesma direção e sentido contrário do deslocamento, W é negativo.
- Quando uma força é ortogonal ao deslocamento, o trabalho é igual a zero.

Estratégia para a solução de problemas

Executar

3. Para calcular o trabalho total, faça a soma de todos os trabalhos realizados pelas forças individuais que atuam sobre o corpo.

Estratégia para a solução de problemas

Executar

3. Para calcular o trabalho total, faça a soma de todos os trabalhos realizados pelas forças individuais que atuam sobre o corpo.

4. Ou calcular a soma vetorial de todas as forças que atuam sobre esse corpo e a seguir, calcular o trabalho.

Estratégia para a solução de problemas

Executar

3. Para calcular o trabalho total, faça a soma de todos os trabalhos realizados pelas forças individuais que atuam sobre o corpo.

4. Ou calcular a soma vetorial de todas as forças que atuam sobre esse corpo e a seguir, calcular o trabalho.

5. Escreva expressões para a energia cinética inicial e para a energia cinética final.

Estratégia para a solução de problemas

Executar

3. Para calcular o trabalho total, faça a soma de todos os trabalhos realizados pelas forças individuais que atuam sobre o corpo.

4. Ou calcular a soma vetorial de todas as forças que atuam sobre esse corpo e a seguir, calcular o trabalho.

5. Escreva expressões para a energia cinética inicial e para a energia cinética final.

6. Finalmente, use teorema do trabalho-energia para encontrar a incógnita.

Estratégia para a solução de problemas

Avaliar

- ✓ É fundamental lembrar que a energia cinética nunca pode ser negativa.

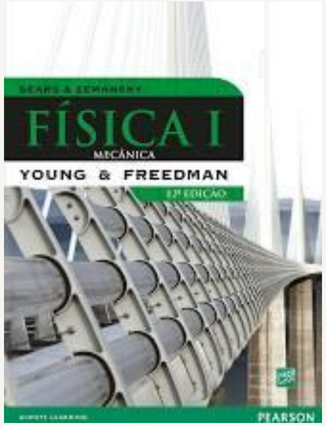
Estratégia para a solução de problemas

Avaliar

- ✓ É fundamental lembrar que a energia cinética nunca pode ser negativa.
- ✓ Se você chegar a um valor negativo de K, talvez tenha trocado as energias cinética inicial e final na equação ou cometido um erro de sinal em algum dos cálculos do trabalho.

Referências

1. H.D. YOUNG, R.A. FREEDMAN, Sears e Zemansky, Física I – Mecânica, Addison Wesley Ed, São Paulo, 12a Edição, 2008. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/270



2. M. ALONSO e, E.J. FINN, Física: Um Curso Universitário. v.1, Editora Edgard Blucher Ltda, São Paulo, 1999. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br/Acervo/Publicacao/158847

Contatos

profhenriquefaria.com

henrique.faria@unesp.br