Física 1 (4310145) - Aula 30/04/2020

Informações

- Capítulo 2
  - Perguntas: Todas!
  - Problemas: 2.1, 2.3, 2.5, 2.7, 2.9, 2.14, 2.17, 2.21, 2.31, 2.37, 2.41, 2.67, 2.69
- Capítulo 3
  - Perguntas: 3.1, 3.3, 3.5 , 3.12, 3.13
  - Problemas: 3.1, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.9, 3.10, 3.15, 3.32, 3.27, 3.33, 3.37, 3.43
- Capítulo 4
  - Perguntas: 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.13, 4.17
  - Problemas: 4.1, 4.3, 4.7, 4.9, 4.11, 4.19, 4.25, 4.29, 4.47, 4.57, 4.65, 4.69
- Capítulo 5
  - Perguntas: 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.9
  - Problemas: 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.7, 5.11, 5.13, 5.15, 5.19, 5.21, 5.31, 5.35, 5.45, 5.63
- Capítulo 6
  - Perguntas: 6.1, 6.2, 6.3, 6.5, 6.6, 6.9. 6.13
  - Problemas: 6.1, 6.3, 6.4, 6.5, 6.13, 6.19, 6.25, 6.33, 6.39, 6.41, 6.43, 6.57, 6.59
- Capítulo 7
  - Perguntas: 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.9, 7.11
  - Problemas: 7.1, 7.3, 7.5, 7.7, 7.15, 7.17, 7.21, 7.23, 7.31, 7.37, 7.41, 7.43, 7.45, 7.49, 7.67
- Capítulo 8
  - Perguntas:
  - Problemas:
- Capítulo 9
  - Perguntas:
  - Problemas:
- Capítulo 10
  - Perguntas:
  - Problemas:
- Capítulo 11
  - Perguntas:
  - Problemas:

---

jader.pereira.santos@gmail.com (11-963653978)
felipefreitas@usp.br

Sumário

Sumário

Sumário

Trabalho realizado pela força gravitacional

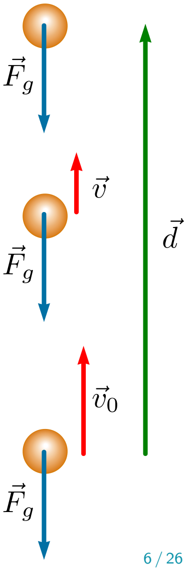
- Energia cinética inicial

$$K_i = \frac{1}{2} m v_0^2$$

- Trabalho realizado pela força gravitacional

$$W_g = \vec{F} \cdot \vec{d} = \vec{F}_g \cdot \vec{d} = mgd \cos\phi$$

  - Durante a subida $W_g = -mgd$
  - Durante a descida $W_g = +mgd$

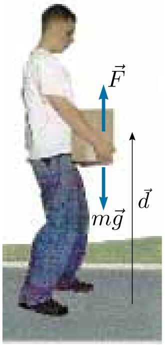


- Durante o deslocamento para cima
  - A força aplicada $\vec{F}$ realiza um trabalho $W_a > 0$
  - A força gravitacional $\vec{F}_g$, realiza um trabalho $W_g < 0$
- A variação de energia cinética é

$$\Delta K = K_f - K_i = W_a + W_g$$

- Se $v_i = 0$ e $v_f = 0$, teremos

$$W_a = -W_g$$



Exemplo: Trabalho para puxar uma caixa

Um objeto ($m = 200$kg) é puxado em uma rampa ($\theta = 30^\circ$) por uma distância $d = 20$m, mas o objeto está em repouso nos instantes inicial e final. Qual é o trabalho realizado pelas forças que agem sobre a caixa? (despreze o atrito)

- Trabalho da força normal $\vec{F}_N$

$$\begin{aligned} W_N &= \vec{F}_N \cdot \vec{d} \\ &= F_N d \cos(90^\circ) \\ &= 0 \end{aligned}$$

- Trabalho da força gravitacional $\vec{F}_g$

$$\begin{aligned} W_g &= \vec{F}_g \cdot \vec{d} \\ &= F_g d \cos((30+90)^\circ) \\ &= -1,96 \times 10^4 \text{J} \end{aligned}$$

ou

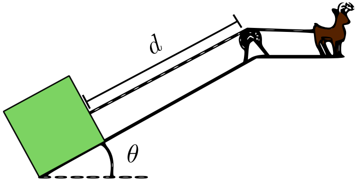
$$\begin{aligned} W_g &= (mg\sin\theta)(d)\cos(180^\circ) \\ &= -1,96 \times 10^4 \text{J} \end{aligned}$$

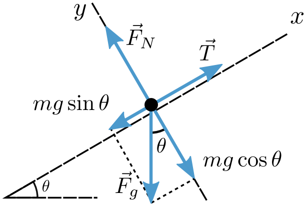
- Trabalho da força $\vec{T}$
- Podemos usar

$$\Delta K = W_{\text{total}}$$

como $\Delta K = 0$, temos

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_N + W_g + W_T = 0 \\ W_T &= -W_N - W_g \\ W_T &= 1,96 \times 10^4 \text{J} \end{aligned}$$





Exemplo: Trabalho para puxar uma caixa

Um objeto ($m = 200$kg) é puxado em uma rampa ($\theta = 30^\circ$) por uma distância $d = 20$m, mas o objeto está em repouso nos instantes inicial e final. Qual é o trabalho realizado pelas forças que agem sobre a caixa? (despreze o atrito)

- Trabalho da força normal $\vec{F}_N$

$$\begin{aligned} W_N &= \vec{F}_N \cdot \vec{d} \\ &= F_N d \cos(90^\circ) \\ &= 0 \end{aligned}$$

- Trabalho da força gravitacional $\vec{F}_g$

$$\begin{aligned} W_g &= \vec{F}_g \cdot \vec{d} \\ &= F_g d \cos((30+90)^\circ) \\ &= -1,96 \times 10^4 \text{J} \end{aligned}$$

ou

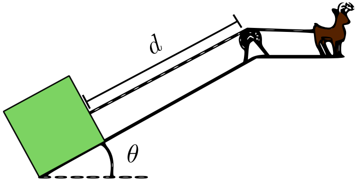
$$\begin{aligned} W_g &= (mg \sin\theta)(d)\cos(180^\circ) \\ &= -1,96 \times 10^4 \text{J} \end{aligned}$$

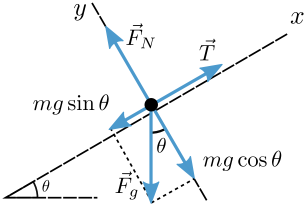
- Trabalho da força $\vec{T}$
- Podemos usar

$$\Delta K = W_{\text{total}}$$

como $\Delta K = 0$, temos

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_N + W_g + W_T = 0 \\ W_T &= -W_N - W_g \\ W_T &= 1,96 \times 10^4 \text{J} \end{aligned}$$





Exemplo: Trabalho para puxar uma caixa

Um objeto ($m = 200$kg) é puxado em uma rampa ($\theta = 30°$) por uma distância $d = 20$m, mas o objeto está em repouso nos instantes inicial e final. Qual é o trabalho realizado pelas forças que agem sobre a caixa? (despreze o atrito)

- Trabalho da força normal $\vec{F}_N$

$$\begin{aligned} W_N &= \vec{F}_N \cdot \vec{d} \\ &= F_N d \cos(90°) \\ &= 0 \end{aligned}$$

- Trabalho da força gravitacional $\vec{F}_g$

$$\begin{aligned} W_g &= \vec{F}_g \cdot \vec{d} \\ &= F_g d \cos((30 + 90)°) \\ &= -1,96 \times 10^4 \,\text{J} \end{aligned}$$

ou

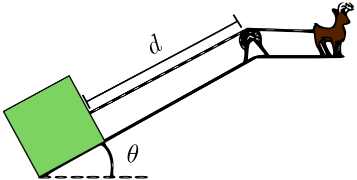
$$\begin{aligned} W_g &= (mg \sin\theta)(d) \cos(180°) \\ &= -1,96 \times 10^4 \,\text{J} \end{aligned}$$

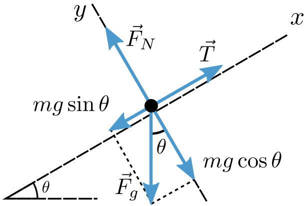
- Trabalho da força $\vec{T}$
- Podemos usar

$$\Delta K = W_{\text{total}}$$

como $\Delta K = 0$, temos

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_N + W_g + W_T = 0 \\ W_T &= -W_N - W_g \\ W_T &= 1,96 \times 10^4 \,\text{J} \end{aligned}$$





Exemplo: Trabalho para puxar uma caixa

Um objeto ($m = 200$kg) é puxado em uma rampa ($\theta = 30°$) por uma distância $d = 20$m, mas o objeto está em repouso nos instantes inicial e final. Qual é o trabalho realizado pelas forças que agem sobre a caixa? (despreze o atrito)

- Trabalho da força normal $\vec{F}_N$

$$\begin{aligned} W_N &= \vec{F}_N \cdot \vec{d} \\ &= F_N d \cos(90°) \\ &= 0 \end{aligned}$$

- Trabalho da força gravitacional $\vec{F}_g$

$$\begin{aligned} W_g &= \vec{F}_g \cdot \vec{d} \\ &= F_g d \cos((30+90)°) \\ &= -1,96 \times 10^4 \,\mathrm{J} \end{aligned}$$

ou

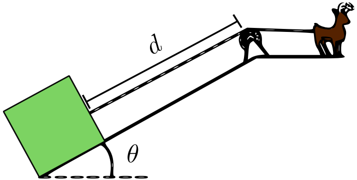
$$\begin{aligned} W_g &= (mg\sin\theta)(d)\cos(180°) \\ &= -1,96 \times 10^4 \,\mathrm{J} \end{aligned}$$

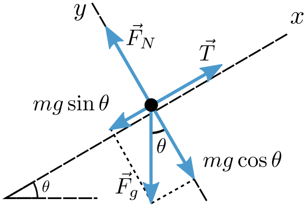
- Trabalho da força $\vec{T}$
- Podemos usar

$$\Delta K = W_{\text{total}}$$

como $\Delta K = 0$, temos

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_N + W_g + W_T = 0 \\ W_T &= -W_N - W_g \\ W_T &= 1,96 \times 10^4 \,\mathrm{J} \end{aligned}$$





Exemplo: Trabalho para puxar uma caixa

Um objeto ($m = 200$kg) é puxado em uma rampa ($\theta = 30°$) por uma distância $d = 20$m, mas o objeto está em repouso nos instantes inicial e final. Qual é o trabalho realizado pelas forças que agem sobre a caixa? (despreze o atrito)

- Trabalho da força normal $\vec{F}_N$

$$
\begin{aligned}
W_N &= \vec{F}_N \cdot \vec{d} \\
&= F_N d \cos(90°) \\
&= 0
\end{aligned}
$$

- Trabalho da força gravitacional $\vec{F}_g$

$$
\begin{aligned}
W_g &= \vec{F}_g \cdot \vec{d} \\
&= F_g d \cos((30 + 90)°) \\
&= -1,96 \times 10^4 \, \text{J}
\end{aligned}
$$

ou

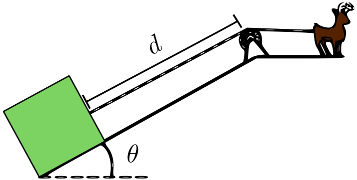
$$
\begin{aligned}
W_g &= (mg \sin\theta)(d) \cos(180°) \\
&= -1,96 \times 10^4 \, \text{J}
\end{aligned}
$$

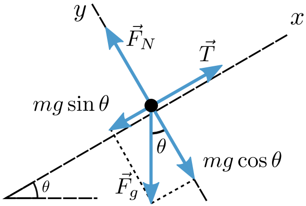
- Trabalho da força $\vec{T}$
- Podemos usar

$$\Delta K = W_{\text{total}}$$

como $\Delta K = 0$, temos

$$
\begin{aligned}
W_{\text{total}} &= W_N + W_g + W_T = 0 \\
W_T &= -W_N - W_g \\
W_T &= 1,96 \times 10^4 \, \text{J}
\end{aligned}
$$





Exemplo: Trabalho para puxar uma caixa

Um objeto ($m = 200$kg) é puxado em uma rampa ($\theta = 30°$) por uma distância $d = 20$m, mas o objeto está em repouso nos instantes inicial e final. Qual é o trabalho realizado pelas forças que agem sobre a caixa? (despreze o atrito)

- Trabalho da força normal $\vec{F}_N$

$$\begin{aligned} W_N &= \vec{F}_N \cdot \vec{d} \\ &= F_N d \cos(90°) \\ &= 0 \end{aligned}$$

- Trabalho da força gravitacional $\vec{F}_g$

$$\begin{aligned} W_g &= \vec{F}_g \cdot \vec{d} \\ &= F_g d \cos((30+90)°) \\ &= -1,96 \times 10^4 \,\text{J} \end{aligned}$$

ou

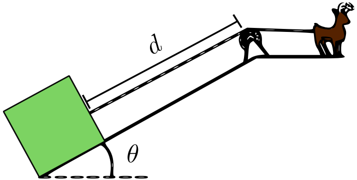
$$\begin{aligned} W_g &= (mg \sin\theta)(d)\cos(180°) \\ &= -1,96 \times 10^4 \,\text{J} \end{aligned}$$

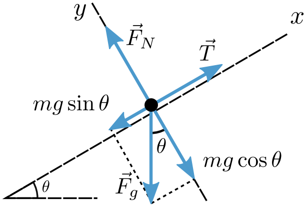
- Trabalho da força $\vec{T}$
- Podemos usar

$$\Delta K = W_{\text{total}}$$

como $\Delta K = 0$, temos

$$\begin{aligned} W_{\text{total}} &= W_N + W_g + W_T = 0 \\ W_T &= -W_N - W_g \\ W_T &= 1,96 \times 10^4 \,\text{J} \end{aligned}$$





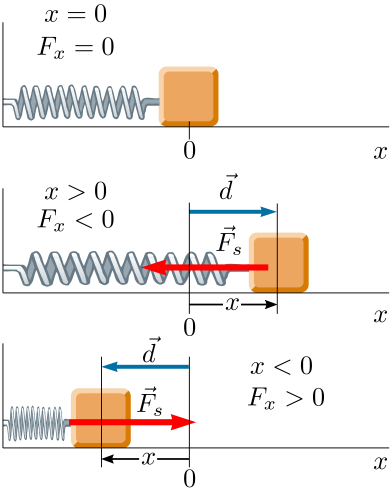
Sumário

- A força elástica é dada por

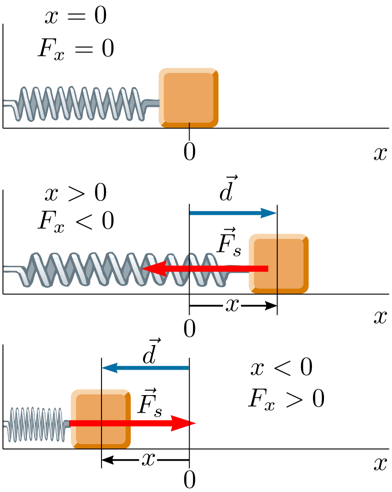
$$\vec{F}_s = -k\vec{d} \quad \text{(Lei de Hook)}$$

k é a constante elástica e
$\vec{d}$ é o vetor que sai da origem até a massa.

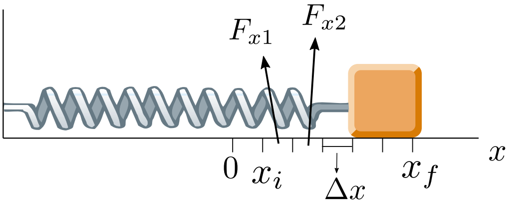
- Podemos escrever $\vec{F}_s = F_x\hat{\imath}$, com $F_x = -kx$
- Como determinar o trabalho da força elástica?



- Vamos assumir
  - que a mola não tem massa.
  - que a mola obedece a lei de Hook
  - que não exite atrito entre o bloco e o piso
- Não podemos usar $W = F_x \Delta x$ pois F_x não é constante!
- Estratégia:
  - dividimos o deslocamento em segmentos tão pequenos que podemos supor que a força não varia
  - em cada segmento, a força é aproximadamente constante e podemos usar $W = F_x \Delta x$
  - para obter o trabalho total, somamos o trabalho em cada segmento



- Se tornarmos os segmentos infinitesimais, o erro na aproximação vai tender a zero



- O trabalho total W_s realizado pela mola de x_i até x_f é a soma dos trabalhos

$$W_s = \sum_i \left(F_{xi} \Delta x \right)$$

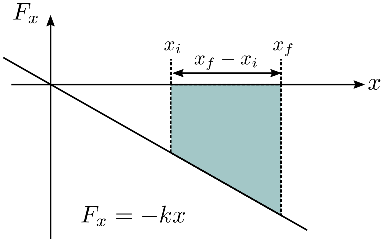
- No limite em que $\Delta x \to 0$, teremos $$W_s = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

- Como $F_x = -kx$, teremos

$$W_s = \int_{x_i}^{x_f} F_x \, dx = -k \int_{x_i}^{x_f} x \, dx = -k \left[\frac{x^2}{2} \right]_{x=x_i}^{x=x_f} = -k \left[\frac{x_f^2}{2} - \frac{x_i^2}{2} \right]$$

Trabalho de uma força elástica

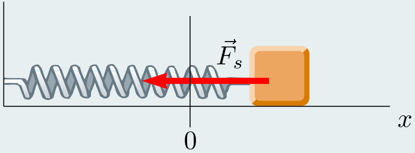
$$W_s = \frac{1}{2}kx_i^2 - \frac{1}{2}kx_f^2$$



- $W_s < 0$ quando aumenta a deformação da mola $|x_f| > |x_i|$
- $W_s > 0$ quando diminui a deformação da mola $|x_f| > |x_i|$
- $W_s = 0$ quando a deformação da mola não muda $|x_f| = |x_i|$

Teste

Em três situações, as posições inicial e final, respectivamente, ao longo do eixo x da abaixo são: (a) -3cm, 2cm; (b) 2cm, 3cm; (c) -2cm, 2cm. Em cada situação, o trabalho realizado sobre o bloco pela força elástica é positivo, negativo ou nulo?



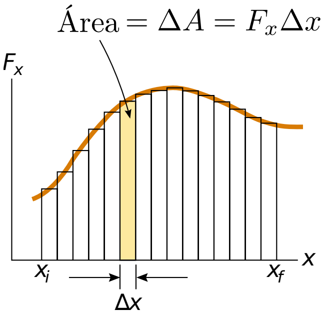
Sumário

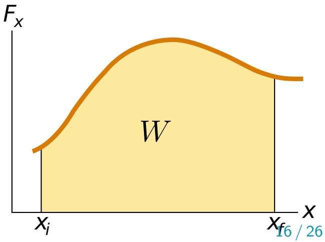
- A ideia que discutimos para o caso do trabalho da força elástica pode ser estendido para uma força variável qualquer

$$W \approx \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x$$

- No limite em que $\Delta x \to 0$, teremos

$$W = \lim_{\Delta x \to 0} \sum_{x_i}^{x_f} F_x \Delta x = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$





Exemplo: sonda interplanetária

Uma sonda interplanetária é atraída para o Sol por uma força de módulo $F = 1,3 \times 10^{22}/x^2$, onde x é a distância entre o Sol e a sonda. Determine o trabalho feito pelo Sol na sonda, quando a sonda se afasta do Sol de uma distância de $1,5 \times 10^{11}$m até $2,3 \times 10^{11}$m.

- Usamos

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

- Neste caso

$$F_x = -1,3 \times 10^{22} \frac{1}{x^2}$$

- Ficamos com

$$W = -1,3 \times 10^{22} \int_{x_i}^{x_f} x^{-2} dx$$

$$W = -1,3 \times 10^{22} \left[-x^{-1} \right]_{x_i}^{x_f}$$

$$W = 1,3 \times 10^{22} \left[\frac{1}{x_f} - \frac{1}{x_i} \right]$$

$$\boxed{W = -3,0 \times 10^{10}\,\text{J}}$$

Exemplo: sonda interplanetária

Uma sonda interplanetária é atraída para o Sol por uma força de módulo $F = 1,3 \times 10^{22}/x^2$, onde x é a distância entre o Sol e a sonda. Determine o trabalho feito pelo Sol na sonda, quando a sonda se afasta do Sol de uma distância de $1,5 \times 10^{11}$m até $2,3 \times 10^{11}$m.

- Usamos

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

- Neste caso

$$F_x = -1,3 \times 10^{22} \frac{1}{x^2}$$

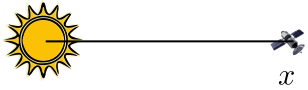
- Ficamos com

$$W = -1,3 \times 10^{22} \int_{x_i}^{x_f} x^{-2} dx$$

$$W = -1,3 \times 10^{22} \left[-x^{-1} \right]_{x_i}^{x_f}$$

$$W = 1,3 \times 10^{22} \left[\frac{1}{x_f} - \frac{1}{x_i} \right]$$

$$\boxed{W = -3,0 \times 10^{10}\,\text{J}}$$



Exemplo: sonda interplanetária

Uma sonda interplanetária é atraída para o Sol por uma força de módulo $F = 1,3 \times 10^{22}/x^2$, onde x é a distância entre o Sol e a sonda. Determine o trabalho feito pelo Sol na sonda, quando a sonda se afasta do Sol de uma distância de $1,5 \times 10^{11}$m até $2,3 \times 10^{11}$m.

- Usamos

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

- Neste caso

$$F_x = -1,3 \times 10^{22} \frac{1}{x^2}$$

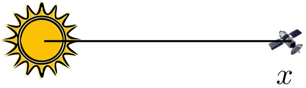
- Ficamos com

$$W = -1,3 \times 10^{22} \int_{x_i}^{x_f} x^{-2} dx$$

$$W = -1,3 \times 10^{22} \left[-x^{-1} \right]_{x_i}^{x_f}$$

$$W = 1,3 \times 10^{22} \left[\frac{1}{x_f} - \frac{1}{x_i} \right]$$

$$\boxed{W = -3,0 \times 10^{10}\,\mathrm{J}}$$



Exemplo: sonda interplanetária

Uma sonda interplanetária é atraída para o Sol por uma força de módulo $F = 1,3 \times 10^{22}/x^2$, onde x é a distância entre o Sol e a sonda. Determine o trabalho feito pelo Sol na sonda, quando a sonda se afasta do Sol de uma distância de $1,5 \times 10^{11}$m até $2,3 \times 10^{11}$m.

- Usamos

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

- Neste caso

$$F_x = -1,3 \times 10^{22} \frac{1}{x^2}$$

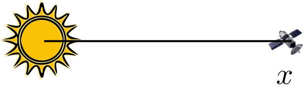
- Ficamos com

$$W = -1,3 \times 10^{22} \int_{x_i}^{x_f} x^{-2} dx$$

$$W = -1,3 \times 10^{22} \left[-x^{-1} \right]_{x_i}^{x_f}$$

$$W = 1,3 \times 10^{22} \left[\frac{1}{x_f} - \frac{1}{x_i} \right]$$

$$\boxed{W = -3,0 \times 10^{10}\,\mathrm{J}}$$



Exemplo: sonda interplanetária

Uma sonda interplanetária é atraída para o Sol por uma força de módulo $F = 1,3 \times 10^{22}/x^2$, onde x é a distância entre o Sol e a sonda. Determine o trabalho feito pelo Sol na sonda, quando a sonda se afasta do Sol de uma distância de $1,5 \times 10^{11}$m até $2,3 \times 10^{11}$m.

- Usamos

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

- Neste caso

$$F_x = -1,3 \times 10^{22} \frac{1}{x^2}$$

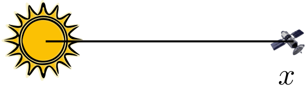
- Ficamos com

$$W = -1,3 \times 10^{22} \int_{x_i}^{x_f} x^{-2} dx$$

$$W = -1,3 \times 10^{22} \Big[-x^{-1} \Big]_{x_i}^{x_f}$$

$$W = 1,3 \times 10^{22} \left[\frac{1}{x_f} - \frac{1}{x_i} \right]$$

$$\boxed{W = -3,0 \times 10^{10} \text{J}}$$



Exemplo: sonda interplanetária

Uma sonda interplanetária é atraída para o Sol por uma força de módulo $F = 1,3 \times 10^{22}/x^2$, onde x é a distância entre o Sol e a sonda. Determine o trabalho feito pelo Sol na sonda, quando a sonda se afasta do Sol de uma distância de $1,5 \times 10^{11}$m até $2,3 \times 10^{11}$m.

- Usamos

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

- Neste caso

$$F_x = -1,3 \times 10^{22} \frac{1}{x^2}$$

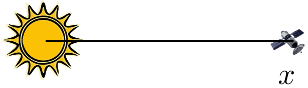
- Ficamos com

$$W = -1,3 \times 10^{22} \int_{x_i}^{x_f} x^{-2} dx$$

$$W = -1,3 \times 10^{22} \left[-x^{-1} \right]_{x_i}^{x_f}$$

$$W = 1,3 \times 10^{22} \left[\frac{1}{x_f} - \frac{1}{x_i} \right]$$

$$\boxed{W = -3,0 \times 10^{10}\,\text{J}}$$



Exemplo: sonda interplanetária

Uma sonda interplanetária é atraída para o Sol por uma força de módulo $F = 1,3 \times 10^{22}/x^2$, onde x é a distância entre o Sol e a sonda. Determine o trabalho feito pelo Sol na sonda, quando a sonda se afasta do Sol de uma distância de $1,5 \times 10^{11}$m até $2,3 \times 10^{11}$m.

- Usamos

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx$$

- Neste caso

$$F_x = -1,3 \times 10^{22} \frac{1}{x^2}$$

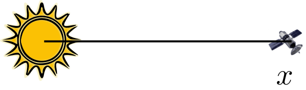
- Ficamos com

$$W = -1,3 \times 10^{22} \int_{x_i}^{x_f} x^{-2} dx$$

$$W = -1,3 \times 10^{22} \left[-x^{-1} \right]_{x_i}^{x_f}$$

$$W = 1,3 \times 10^{22} \left[\frac{1}{x_f} - \frac{1}{x_i} \right]$$

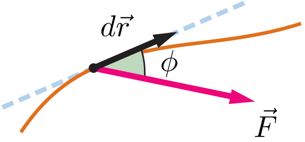
$$\boxed{W = -3,0 \times 10^{10}\,\text{J}}$$



Sumário

Trabalho - Análise tridimensional

- O trabalho depende da componente da força na direção do deslocamento do corpo.

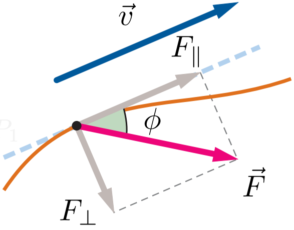


- A componente $F_{\parallel}$ está relacionada com ϕ, por $F_{\parallel} = F\cos\phi$
- O trabalho dW realizado por $\vec{F}$, durante o deslocamento $d\vec{r}$ é

$$dW = F_{\parallel}\, dr = F\cos\phi\, dr = \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

- Escrevendo em componentes, encontramos

$$dW = \vec{F}\cdot d\vec{r} = (F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k})\cdot(dx\hat{\imath} + dy\hat{\jmath} + dz\hat{k})$$
$$dW = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

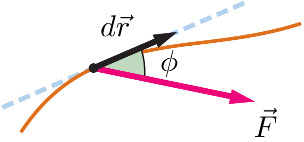


- O Trabalho realizado sobre a partícula, enquanto ela se move de um ponto P_1 até P_2, é

$$\boxed{W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx + \int_{y_1}^{y_2} F_y dy + \int_{z_1}^{z_2} F_z dz}$$

Trabalho - Análise tridimensional
Energia cinética e Trabalho

- O trabalho depende da componente da força na direção do deslocamento do corpo.
- A componente $F_{\parallel}$ está relacionada com ϕ, por $F_{\parallel} = F\cos\phi$

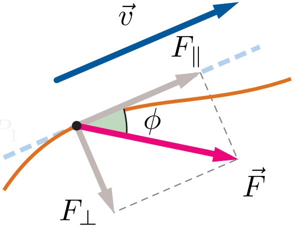


- O trabalho dW realizado por $\vec{F}$, durante o deslocamento $d\vec{r}$ é

$$dW = F_{\parallel}\, dr = F\cos\phi\, dr = \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

- Escrevendo em componentes, encontramos

$$dW = \vec{F}\cdot d\vec{r} = (F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k})\cdot(dx\hat{\imath} + dy\hat{\jmath} + dz\hat{k})$$
$$dW = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

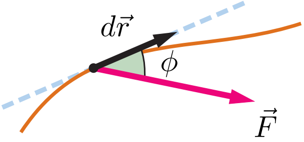


- O Trabalho realizado sobre a partícula, enquanto ela se move de um ponto P_1 até P_2, é

$$\boxed{W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx + \int_{y_1}^{y_2} F_y dy + \int_{z_1}^{z_2} F_z dz}$$

Trabalho - Análise tridimensional

- O trabalho depende da componente da força na direção do deslocamento do corpo.
- A componente $F_{\|}$ está relacionada com ϕ, por $F_{\|} = F\cos\phi$



- O trabalho dW realizado por $\vec{F}$, durante o deslocamento $d\vec{r}$ é

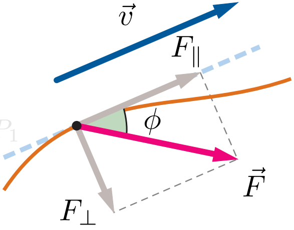
$$dW = F_{\|}\, dr = F\cos\phi\, dr = \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

- Escrevendo em componentes, encontramos

$$dW = \vec{F}\cdot d\vec{r} = (F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k})\cdot(dx\hat{\imath} + dy\hat{\jmath} + dz\hat{k})$$
$$dW = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$

- O Trabalho realizado sobre a partícula, enquanto ela se move de um ponto P_1 até P_2, é

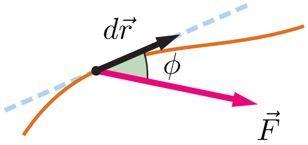
$$\boxed{W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx + \int_{y_1}^{y_2} F_y dy + \int_{z_1}^{z_2} F_z dz}$$



Trabalho - Análise tridimensional

Energia cinética e Trabalho

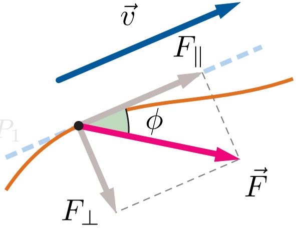
- O trabalho depende da componente da força na direção do deslocamento do corpo.
- A componente $F_{\parallel}$ está relacionada com ϕ, por $F_{\parallel} = F\cos\phi$
- O trabalho dW realizado por $\vec{F}$, durante o deslocamento $d\vec{r}$ é



$$dW = F_{\parallel}\,dr = F\cos\phi\,dr = \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

- Escrevendo em componentes, encontramos

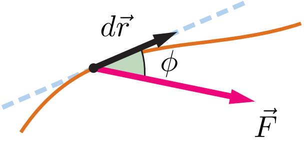
$$dW = \vec{F}\cdot d\vec{r} = (F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k})\cdot(dx\hat{\imath} + dy\hat{\jmath} + dz\hat{k})$$
$$dW = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$



- O Trabalho realizado sobre a partícula, enquanto ela se move de um ponto P_1 até P_2, é

$$W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx + \int_{y_1}^{y_2} F_y dy + \int_{z_1}^{z_2} F_z dz$$

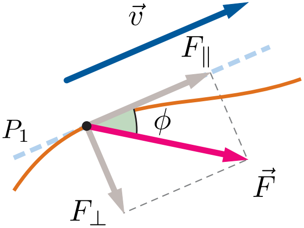
- O trabalho depende da componente da força na direção do deslocamento do corpo.
- A componente $F_{\|}$ está relacionada com ϕ, por $F_{\|} = F\cos\phi$
- O trabalho dW realizado por $\vec{F}$, durante o deslocamento $d\vec{r}$ é



$$dW = F_{\|}\, dr = F\cos\phi\, dr = \vec{F}\cdot d\vec{r}$$

- Escrevendo em componentes, encontramos

$$dW = \vec{F}\cdot d\vec{r} = (F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k})\cdot(dx\hat{\imath} + dy\hat{\jmath} + dz\hat{k})$$
$$dW = F_x dx + F_y dy + F_z dz$$



- O Trabalho realizado sobre a partícula, enquanto ela se move de um ponto P_1 até P_2, é

$$\boxed{W = \int_{P_1}^{P_2} \vec{F}\cdot d\vec{r} = \int_{x_1}^{x_2} F_x dx + \int_{y_1}^{y_2} F_y dy + \int_{z_1}^{z_2} F_z dz}$$

Sumário

- Já vimos que

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)dx$$

- Usando $F(x) = ma$, podemos escrever

$$W = m\int_{x_i}^{x_f} adx = m\int_{x_i}^{x_f} \left(\frac{dv}{dt}\right)dx$$

- Podemos usar a regra da cadeia

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dv}{dx}\frac{dx}{dt} = v\frac{dv}{dx}$$

$$\begin{aligned} W &= m\int_{x_i}^{x_f} v\frac{dv}{dx}dx \\ &= m\int_{x_i}^{x_f} v\, dv \\ &= m\left[\frac{v^2}{2}\right]_{v_i}^{v_f} \end{aligned}$$

$$\boxed{W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = K_f - K_i}$$

Sumário

- A definição de trabalho não diz nada sobre quanto tempo ele leva para ser realizado
- Em física, a taxa na qual uma força realiza trabalho é chamada de potência P
- Potência é a taxa de transferência de energia
- O trabalho realizado durante um intervalo de tempo dt é dado por

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} = \vec{F} \cdot \vec{v}\, dt$$

- A potência, então, é

Potência instantânea

$$P = \frac{dW}{dt} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

Potência média

$$P_{\text{méd}} = \frac{W}{\Delta t}$$

- No SI a unidade de potência é chamada de watt

$$1\text{W} = 1\text{J/s} \qquad 1\text{hp} \approx 746\text{W}$$

$$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} \implies d\vec{r} = \vec{v}dt$$

Teste

Um bloco descreve um movimento circular uniforme sob a ação de uma corda presa ao bloco e ao centro de uma circunferência. A potência desenvolvida pela força que a corda exerce sobre o bloco é positiva, negativa ou nula?

Dicas

- Reproduza as passagens de maneira independente!
- Estude as referências!

  - D. Halliday, R. Resnick, and J. Walker. *Fundamentos de Física - Mecânica*, volume 1. LTC, 10 edition, 2016
  - P.A. Tipler and G. Mosca. *Física para Cientistas e Engenheiros*, volume 1. LTC, 10 edition, 2009
  - H.M. Nussenzveig. *Curso de física básica, 1: mecânica.* E. Blucher, 2013
  - H.D. Young, R.A. Freedman, F.W. Sears, and M.W. Zemansky. *Sears e Zemansky física I: mecânica*
  - M. Alonso and E.J. Finn. *Física: Um curso universitário - Mecânica.* Editora Blucher, 2018
  - R.P. Feynman, R.B. Leighton, and M.L. Sands. *Lições de Física de Feynman.* Bookman, 2008