Física 1 (4310145) - Aula 26/05/2020

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: 8.1, 8.2, 8.3, 8.5, 8.9, 8.11
  - Problemas: 8.1, 8.2, 8.3, 8.5, 8.7, 8.9, 8.13, 8.15, 8.19, 8.25, 8.37, 8.39, 8.41, 8.45, 8.47, 8.53, 8.57, 8.67
- Capítulo 9
  - Perguntas: 9.1, 9.2, 9.3, 9.5, 9.7, 9.9, 9.11
  - Problemas: 9.1, 9.2, 9.3, 9.5, 9.7, 9.11, 9.13, 9.17 , 9.19, 9.25, 9.29, 9.33, 9.37, 9.39, 9.41, 9.45, 9.49, 9.51, 9.55, 9.61, 9.63, 9.73, 9.75
- Capítulo 10
  - Perguntas: 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.7. 10.11
  - Problemas: 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.7, 10.11, 10.13, 10.15, 10.17, 10.19, 10.25, 10.28, 10.33, 10.35, 10.41, 10.43, 10.49, 10.51, 10.53, 10.57, 10.59, 10.61, 10.63
- Capítulo 11
  - Perguntas:
  - Problemas:

---

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

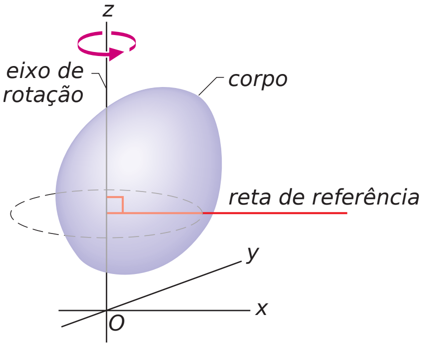
Sumário

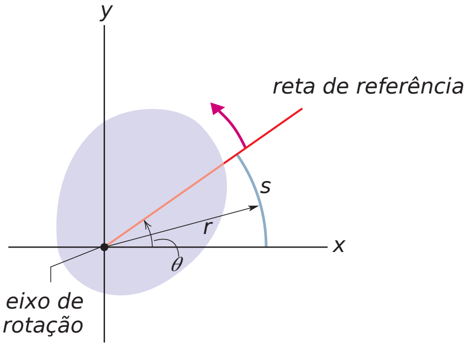
Sumário

Sumário

As Variáveis da Rotação

- Vamos estudar a rotação de um corpo rígido em torno de um eixo fixo
- Um corpo rígido é um corpo que gira em torno de um eixo com todas as partes ligadas entre si e sem mudar de forma
- Um eixo fixo é um eixo que não muda de posição



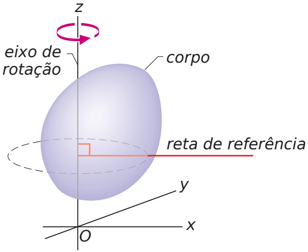


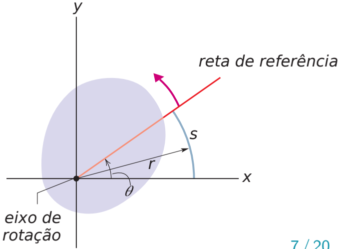
- A posição angular da reta de referência é o ângulo que a reta faz com uma direção fixa, que tomamos como a posição angular zero
- Na figura, a posição angular θ é medida em relação ao semieixo x
- A posição angular θ pode ser escrita como

Posição angular (ângulo em radianos)

$$\theta = \frac{s}{r}$$

  - s é o comprimento de um arco de circunferência que vai do eixo x (posição angular zero) até a reta de referência
  - r é o raio da circunferência

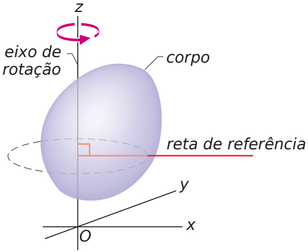


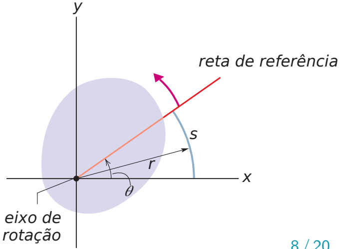


- Relação entre radianos, graus e revoluções:

$$1 \text{ rev} = 360^\circ = 2\pi \text{ rad}$$

$$1 \text{ rad} = 57,3^\circ = 0,159 \text{ rev}$$



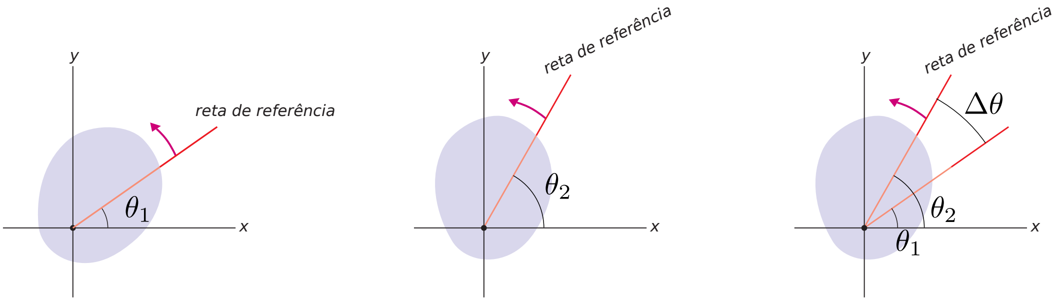


As Variáveis da Rotação

Deslocamento Angular

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$$

- Um deslocamento angular no sentido anti-horário é positivo
- Um deslocamento angular no sentido horário é negativo



Teste

Um disco pode girar em torno de um eixo central como se fosse um carrossel. Quais dos seguintes pares de valores para as posições inicial e final, respectivamente, correspondem a um deslocamento angular negativo:

(a) -3 rad, $+5$ rad

(b) -3 rad, -7 rad

(c) $+7$ rad, -3 rad

- Suponha que um corpo em rotação está
  - na posição angular θ_1 no instante t_1
  - na posição angular θ_2 no instante t_2
- Definimos a velocidade angular média no intervalo Δt como

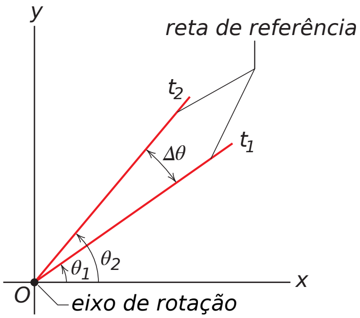
Velocidade angular média

$$\omega_{\text{med}} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

- A velocidade angular (instantânea) é dado por

velocidade angular (instantânea)

$$\omega = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\theta}{\Delta t} = \frac{d\theta}{dt}$$



- Suponha que um corpo em rotação está
  - com velocidade angular ω_1 no instante t_1
  - com velocidade angular ω_2 no instante t_2
- Definimos a aceleração angular média no intervalo Δt como

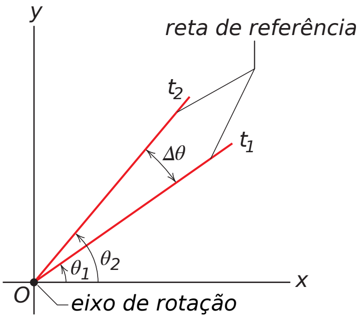
Aceleração angular média

$$\alpha_{\text{med}} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

- A aceleração angular (instantânea) é dado por

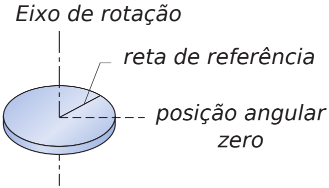
Aceleração angular (instantânea)

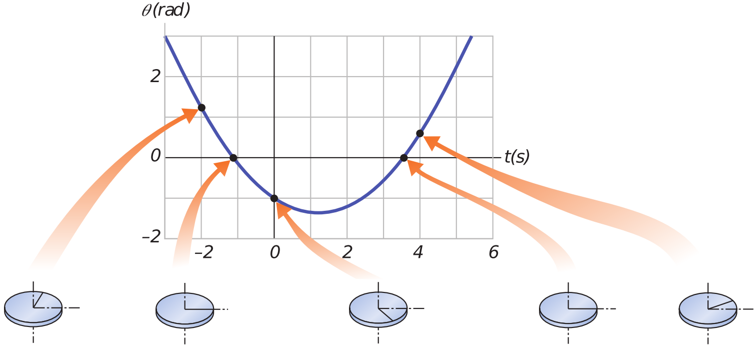
$$\alpha = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{d\omega}{dt}$$



Exemplo: Velocidade angular a partir da posição angular

Um disco está girando em torno do eixo central. A posição angular $\theta(t)$ de uma reta de referência do disco é dada por $\theta(t) = -1,00 - 0,600t + 0,250t^2$ (t em s e θ em rad). (a) Plote a $\theta(t)$, de $t = -3,0$s a $t = 5,4$s. Desenhe o disco e a reta de referência em $t = -2,0$s, 0s, $4,0$s e nos instantes em que o gráfico cruza o eixo t. (b) Em que instante $t_{\text{mín}}$ o ângulo $\theta(t)$ passa pelo valor mínimo? Qual é o valor mínimo?





Exemplo: Velocidade angular a partir da posição angular

Um disco está girando em torno do eixo central. A posição angular $\theta(t)$ de uma reta de referência do disco é dada por $\theta(t) = -1,00 - 0,600t + 0,250t^2$ (t em s e θ em rad). (a) Plote a $\theta(t)$, de $t = -3,0$s a $t = 5,4$s. Desenhe o disco e a reta de referência em $t = -2,0$s, 0s, $4,0$s e nos instantes em que o gráfico cruza o eixo t. (b) Em que instante $t_{\text{mín}}$ o ângulo $\theta(t)$ passa pelo valor mínimo? Qual é o valor mínimo?

- Para encontrar $t_{\text{mín}}$ podemos fazer

$$\frac{d\theta(t)}{dt} = 0 \quad \Longrightarrow \quad -0,600 + 0,500t = 0 \quad \Longrightarrow \quad t = \frac{0,600}{0,500} = 1,2 \quad \Longrightarrow \quad \boxed{t_{\text{mín}} = 1,2\text{s}}$$

- Agora podemos encontrar o valor mínimo

$$\boxed{\theta(t_{\text{mín}}) = -1,36 \text{ rad}}$$

Exemplo: Velocidade angular a partir da posição angular

Um disco está girando em torno do eixo central. A posição angular $\theta(t)$ de uma reta de referência do disco é dada por $\theta(t) = -1,00 - 0,600t + 0,250t^2$ (t em s e θ em rad). (c) Plote a velocidade angular ω do disco em função do tempo de $t = -3,0$s a $t = 6,0$s. Desenhe o disco e indique o sentido de rotação e o sinal de ω em $t = -2,0$s, $4,0$s e $t_{\text{mín}}$. (d) Use os resultados anteriores para descrever o movimento do disco de $t = -3,0$s a $t = 6,0$s.

- Para encontrar $\omega(t)$ fazemos

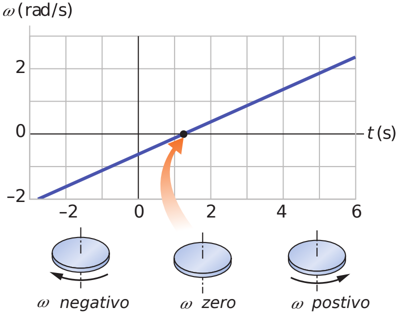
$$\omega(t) = \frac{d\theta}{dt}$$
$$\omega(t) = -0,600 + 0,500t$$

Exemplo: Velocidade angular a partir da posição angular

Um disco está girando em torno do eixo central. A posição angular $\theta(t)$ de uma reta de referência do disco é dada por $\theta(t) = -1,00 - 0,600t + 0,250t^2$ (t em s e θ em rad). (c) Plote a velocidade angular ω do disco em função do tempo de $t = -3,0$s a $t = 6,0$s. Desenhe o disco e indique o sentido de rotação e o sinal de ω em $t = -2,0$s, $4,0$s e $t_{\text{mín}}$. (d) Use os resultados anteriores para descrever o movimento do disco de $t = -3,0$s a $t = 6,0$s.

- Para encontrar $\omega(t)$ fazemos

$$\omega(t) = \frac{d\theta}{dt}$$
$$\omega(t) = -0,600 + 0,500t$$



Exemplo: Velocidade angular a partir da aceleração angular

Um pião gira com aceleração angular $\alpha = 5t^3 - 4t$ em que t está em segundos e α está em rad/s^2. No instante $t = 0$, a velocidade angular do pião é 5 rad/s e uma reta de referência traçada no pião está na posição angular $\theta = 2$ rad. (a) Obtenha uma expressão para a velocidade angular do pião. (b) Obtenha uma expressão para a posição angular do pisão.

(a)

$$\alpha(t) = \frac{d\omega}{dt} \quad \Longrightarrow \quad \alpha(t)\ dt = d\omega \quad \Longrightarrow \quad \int \alpha(t)\ dt = \int d\omega$$

$$\omega(t_f) - \omega(t_i) = \int_{t_i}^{t_f} \alpha(t)\ dt \quad \Longrightarrow \quad \omega(t_f) - \omega(t_i) = \int_{t_i}^{t_f} (5t^3 - 4t)\ dt$$

$$\omega(t_f) - \omega(t_i) = \left(\frac{5}{4}t^4 - \frac{4}{2}t^2\right)\Big|_{t_i}^{t_f} \quad \Longrightarrow \quad \omega(t_f) - \omega(t_i) = \frac{5}{4}(t_f^4 - t_i^4) - \frac{4}{2}(t_f^2 - t_i^2)$$

- Em $t = 0$ sabemos que $\omega(0) = 5$ rad/s. Assim

$$\boxed{\omega(t) = \frac{5}{4}t^4 - 2t^2 + 5}$$

Exemplo: Velocidade angular a partir da aceleração angular

Um pião gira com aceleração angular $\alpha = 5t^3 - 4t$ em que t está em segundos e α está em rad/s^2. No instante $t = 0$, a velocidade angular do pião é 5 rad/s e uma reta de referência traçada no pião está na posição angular $\theta = 2$ rad. (a) Obtenha uma expressão para a velocidade angular do pião. (b) Obtenha uma expressão para a posição angular do pisão.

(b)

$$\omega(t) = \frac{d\theta}{dt} \implies \omega(t)\ dt = d\theta \implies \int \omega(t)\ dt = \int d\theta$$

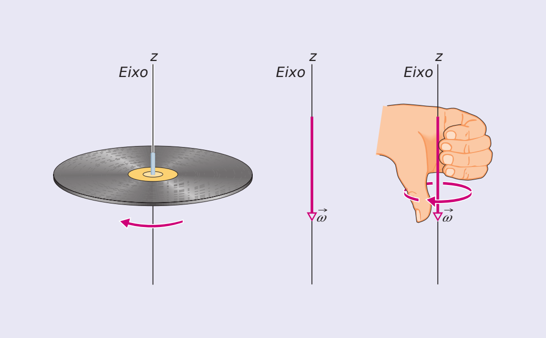
$$\theta(t_f) - \theta(t_i) = \int_{t_i}^{t_f} \omega(t)\ dt \implies \theta(t_f) - \theta(t_i) = \int_{t_i}^{t_f} (\frac{5}{4}t^4 - 2t^2 + 5)\ dt$$

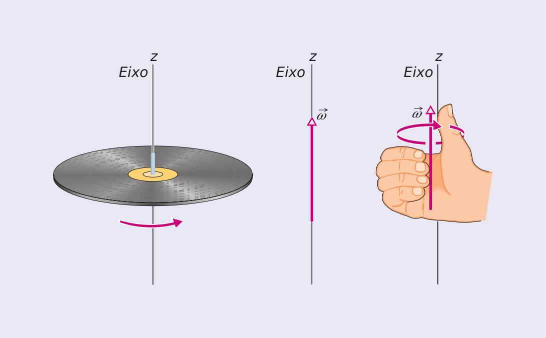
$$\theta(t_f) - \theta(t_i) = (\frac{5}{20}t^5 - \frac{2}{3}t^3 + 5t)\Big|_{t_i}^{t_f} \implies \theta(t_f) - \theta(t_i) = \frac{1}{4}(t_f^5 - t_i^5) - \frac{2}{3}(t_f^3 - t_i^3) + 5(t_f - t_i)$$

- Em $t = 0$ sabemos que $\theta(0) = 2$ rad. Assim

$$\boxed{\theta(t) = \frac{1}{4}t^5 - \frac{2}{3}t^3 + 5t - 2}$$

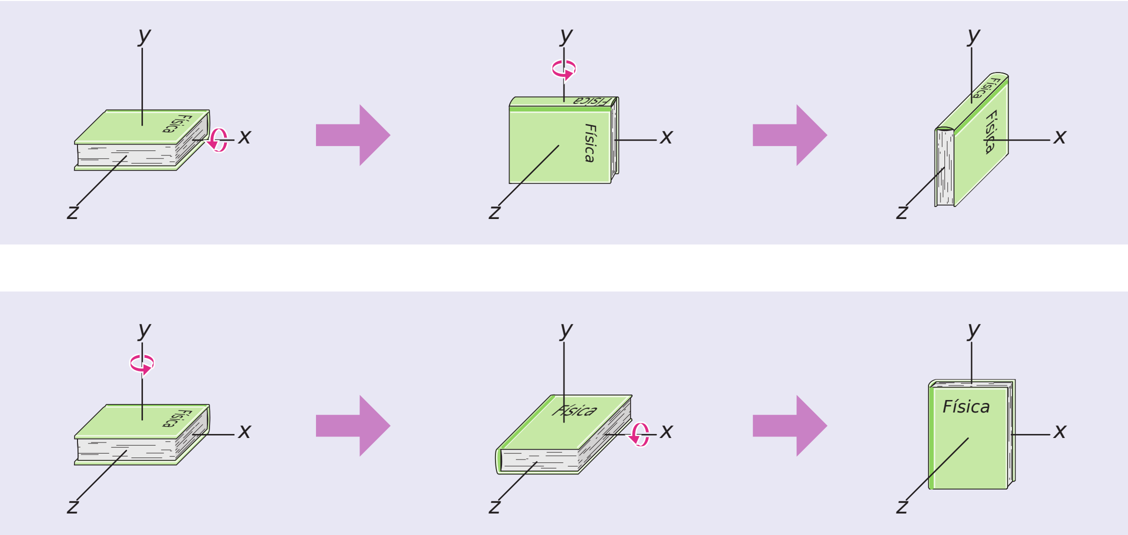
Grandezas angulares são vetores?





Grandezas angulares são vetores?

Deslocamento angulares não podem ser tratados como vetores



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