

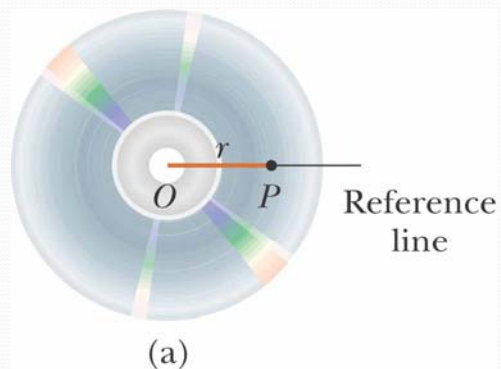
# MOVIMENTO CIRCULAR

Física - 12.º Ano

Adaptado de Serway & Jewett por Marília Peres

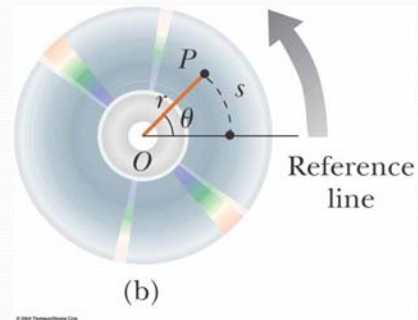
## Posição Angular

- O eixo de rotação está no centro do disco.
- Escolhe-se uma linha de referência.
- O ponto  $P$  é fixo a uma distância fixa da origem.



## Posição Angular, cont.

- Quando a partícula se move a única coordenada que muda é o ângulo  $\theta$ .
- Quando a partícula se move percorre o arco de comprimento  $s$ .
- O comprimento do arco relaciona-se com o raio  $r$ :
  - $s = \theta r$



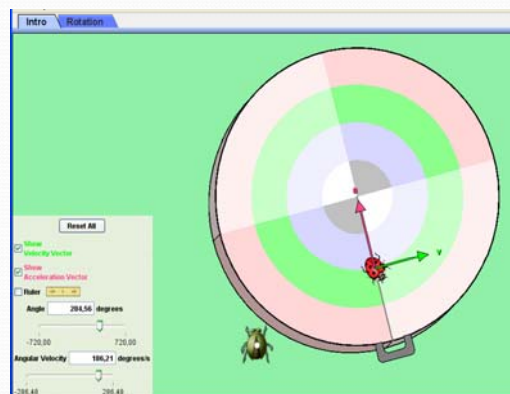
10/8/2013

Marília Peres

3

## Posição Angular, final

- Podemos associar o ângulo  $\theta$  percorrido por um objecto rígido em rotação, como se tratasse de uma única partícula.
  - Cada partícula do objecto roda de igual maneira.



10/8/2013

Marília Peres

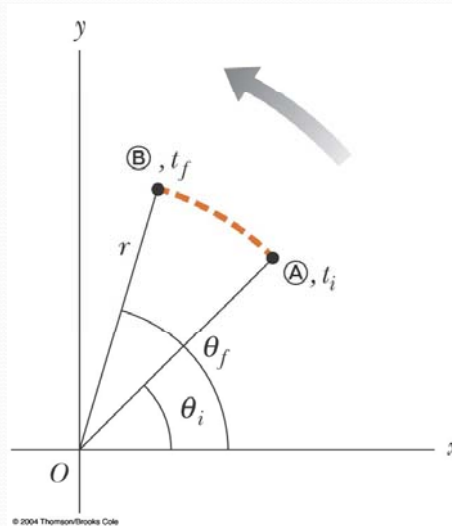
4

## Deslocamento Angular

- O deslocamento angular é definido como o ângulo que o objecto rodou durante um intervalo de tempo

$$\Delta\theta = \theta_f - \theta_i$$

S.I: rad



10/8/2013

Marília Peres

5

## Velocidade angular média

- A velocidade angular média,  $\omega_{avg}$  ou  $\omega_m$ , na rotação de um objecto rígido ou no movimento circular de uma partícula é a razão entre o deslocamento angular e o intervalo de tempo em que ele decorreu.

$$\omega_{avg} = \frac{\theta_f - \theta_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

S.I: rad/s

10/8/2013

Marília Peres

6

## Velocidade Angular Instantânea

- É definida como o limite da velocidade angular média, quando o intervalo de tempo se aproxima para zero.

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

A velocidade angular será positiva se o ângulo aumentar no sentido positivo (contrário aos ponteiros do relógio).

## Aceleração Angular Média

- A aceleração angular média,  $\alpha_m$  ou  $\alpha_{avg}$  de uma partícula ou objecto é definida como a razão entre a variação da velocidade angular e o tempo em que ocorre essa variação.

$$\alpha_{avg} = \frac{\omega_f - \omega_i}{t_f - t_i} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$$

S.I. -> rad/s<sup>2</sup>

## Aceleração Angular Instantânea

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

- Units S.I.  $\rightarrow$  rad/s<sup>2</sup> or s<sup>-2</sup>

## Equações da Cinemática

$$\omega_f = \omega_i + \alpha t$$

$$\theta_f = \theta_i + \omega_i t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha(\theta_f - \theta_i)$$

# Equações da Cinemática

**TABLE 10.1**

A Comparison of Equations for Rotational and Translational Motion: Kinematic Equations

Rotational Motion About a Fixed Axis with  $\alpha = \text{Constant}$   
Variables:  $\theta_f$  and  $\omega_f$

$$\begin{aligned}\omega_f &= \omega_i + \alpha t \\ \theta_f &= \theta_i + \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2 \\ \omega_f^2 &= \omega_i^2 + 2\alpha(\theta_f - \theta_i)\end{aligned}$$

Translational Motion with  $a = \text{Constant}$   
Variables:  $x_f$  and  $v_f$

$$\begin{aligned}v_f &= v_i + at \\ x_f &= x_i + v_i t + \frac{1}{2}at^2 \\ v_f^2 &= v_i^2 + 2a(x_f - x_i)\end{aligned}$$

© 2006 Brooks/Cole - Thomson

## RELAÇÕES ENTRE GRANDEZAS ANGULARES E LINEARES

- Deslocamentos

$$s = \theta r$$

- Velocidades

$$v = \omega r$$

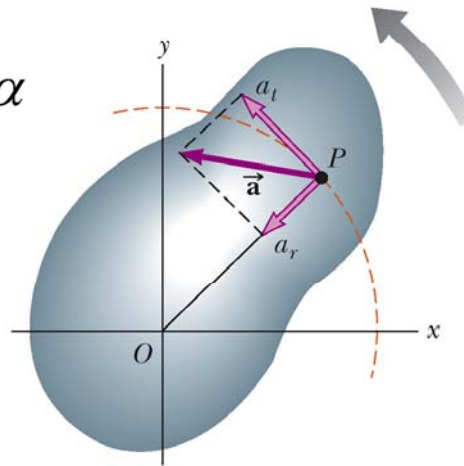
- Acelerações

$$a_t = \alpha r$$

- O movimento linear depende do raio da trajetória!

## Comparação de Acelerações

$$a_t = \frac{dv}{dt} = r \frac{d\omega}{dt} = r\alpha$$



10/8/2013

Marília Peres

13

## Aceleração Centrípeta

- Sempre que a partícula descreva uma trajetória circular, mesmo que com rapidez constante, haverá sempre aceleração.

$$a_C = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$$

10/8/2013

Marília Peres

14

## Aceleração (total ou resultante)

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_r^2} = \sqrt{r^2\alpha^2 + r^2\omega^4} = r\sqrt{\alpha^2 + \omega^4}$$

10/8/2013

Marília Peres

15

The screenshot shows a simulation window with a control panel on the right and a central display area. The control panel includes:

- Navigation tabs: AUDIO INTRO, STUDENT NOTES, SELF-TEST.
- Radio buttons for motion type:  Uniform circular motion,  Nonuniform circular motion.
- Checkboxes:  Show velocity vector,  Show acceleration vector.
- Acceleration: 0.27 m/s<sup>2</sup>
- Initial angular velocity: 3.0 rad/s
- Radius: 3.0 cm
- Control buttons: PLAY, PAUSE, RESET, STEP BACK, STEP FORW.

The central display area shows a blue dot representing a particle moving in a circle, with a black line indicating the radius.

<http://www3.interscience.wiley.com/8100/legacy/college/halliday/0471320005/simulations6e/>

10/8/2013

Marília Peres

16