

# CINEMÁTICA EM COORDENADAS POLARES

## Parte 1 – O vetor posição

Uma partícula se move sobre um plano. Podemos descrever seu movimento de duas maneiras diferentes:

*Em COORDENADAS CARTESIANAS:* Dando  $x(t)$  e  $y(t)$ .

*Em COORDENADAS POLARES:* Dando  $r(t)$  e  $\phi(t)$ . (Onde  $r(t) = |\vec{r}(t)|$  é a “distância até a origem”)

(a) Desenhe um esquema mostrando a localização da partícula em algum instante arbitrário; mostre neste esquema quem são  $x, y, r, \phi$ ; mostre também os vetores unitários  $\hat{x}, \hat{y}, \hat{r}$ , e  $\hat{\phi}$ , todos neste mesmo instante.

(b) Usando este esquema, determine a fórmula para  $\hat{r}(t)$  em termos dos vetores unitários cartesianos. Sua resposta deve conter  $\phi(t)$ .

(c) Escreva uma expressão análoga para  $\hat{\phi}(t)$ .

(d) Um estudante afirma que o vetor posição em coordenadas cartesianas deve ser escrito como  $\vec{r}(t) = x(t)\hat{x} + y(t)\hat{y}$ . Você concorda? Isto é consistente com seu esquema acima?

(e) Outro estudante afirma que o vetor posição em coordenadas polares deve ser escrito apenas como  $\vec{r}(t) = r(t)\hat{r}$ . Outra vez, você concorda? Porque não aparece um termo da forma  $+\phi(t)\hat{\phi}$ ?

**Faça uma PAUSA e confirme suas respostas com o instrutor ou com outro grupo**

## Parte 2 – Os vetores velocidade e aceleração

(a) Vamos agora encontrar o vetor velocidade,  $\vec{v}(t) = d\vec{r}/dt$ .

Em coordenadas cartesianas, é simplesmente  $\vec{v}(t) = \dot{x}(t)\hat{x} + \dot{y}(t)\hat{y}$ . Explique porque, em coordenadas polares, o vetor velocidade pode ser escrito como  $d\vec{r}/dt = r(t)d\hat{r}/dt + dr(t)/dt\hat{r}$ .

(b) Precisamos portanto determinar quem é  $d\hat{r}/dt$ . Para começar, use a fórmula que você determinou na parte 1b – primeiro em termos de  $\hat{x}$  e  $\hat{y}$ , e depois convertendo para a forma puramente polar, em termos dos unitários das coordenadas polares.

(c) Escreva uma expressão para  $\vec{v}(t)$  em coordenadas polares.

(d) Para finalizar, determine o vetor aceleração  $\vec{a} = d\vec{v}(t)/dt$ . Em coordenadas cartesianas, ele é simplesmente  $\vec{a}(t) = \ddot{x}(t)\hat{x} + \ddot{y}(t)\hat{y}$ . Determine como deve ser escrito em coordenadas polares.