

## 1.1. Cinemática e dinâmica da partícula em movimentos a mais de uma dimensão

- A **posição** de uma partícula pode ser definida, em cada instante, pelas **coordenadas cartesianas x, y e z**, ou pelo **vector posição,  $\vec{r}$**

- **Lei do movimento** ou **Lei das posições** relativamente ao referencial Oxyz:

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{e}_x + y(t)\vec{e}_y + z(t)\vec{e}_z$$

- **Equações paramétricas** ou **escalares** do movimento:

$$x = x(t) \quad ; \quad y = y(t) \quad ; \quad z = z(t)$$

- As **equações cartesianas da trajectória**  $y = f(x)$  e  $z = g(x)$  obtêm-se por eliminação do parâmetro tempo, t, nas equações paramétricas.

- **Vector deslocamento,  $\Delta\vec{r}$** , num referencial Oxyz:

$$\Delta\vec{r} = (x_2 - x_1)\vec{e}_x + (y_2 - y_1)\vec{e}_y + (z_2 - z_1)\vec{e}_z$$

- **Velocidade média,  $\vec{v}_m$** :

$$\vec{v}_m = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \quad ; \quad \vec{v}_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}\vec{e}_x + \frac{\Delta y}{\Delta t}\vec{e}_y + \frac{\Delta z}{\Delta t}\vec{e}_z$$

- **Velocidade instantânea,  $\vec{v}$** :  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$  ;  $\vec{v} = \frac{dx}{dt}\vec{e}_x + \frac{dy}{dt}\vec{e}_y + \frac{dz}{dt}\vec{e}_z$  ;

$$\vec{v} = v_x\vec{e}_x + v_y\vec{e}_y + v_z\vec{e}_z$$

- **Aceleração média,  $\vec{a}_m$** :  $\vec{a}_m = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$  ;  $\vec{a}_m = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}$

- **Aceleração instantânea,  $\vec{a}$** :  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$  ;  $\vec{a} = \frac{dv_x}{dt}\vec{e}_x + \frac{dv_y}{dt}\vec{e}_y + \frac{dv_z}{dt}\vec{e}_z$  ;

$$\vec{a} = a_x\vec{e}_x + a_y\vec{e}_y + a_z\vec{e}_z$$

- **Aceleração,  $\vec{a}$** , e as suas **componentes tangencial e normal,  $\vec{a}_t$  e  $\vec{a}_n$** :

$$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n \quad ; \quad a_t = \frac{dv}{dt} \quad ; \quad \vec{a}_n = \frac{v^2}{R}\vec{e}_n$$

- **Segunda Lei de Newton** ou **Lei fundamental da dinâmica**:  $\Sigma F_i = m\vec{a}$  ou  $\vec{F}_r = m\vec{a}$

- **É possível decompor uma força,  $\vec{F}$ , nas suas componentes, num sistema de eixos cartesianos fixo ou num sistema de eixos ligado à partícula através das componentes normal e tangencial dos vectores.**

Neste referencial é:

$$\vec{F}_t = m\vec{a}_t ; \vec{F}_n = m\vec{a}_n$$

- **Velocidade angular,  $\vec{\omega}$ :**

$$\vec{\omega} = \frac{d\theta}{dt} \vec{e}_z$$

- **Relação entre a velocidade angular,  $\vec{\omega}$ , e a velocidade linear,  $\vec{v}$ :**

$$\vec{v} = \vec{\omega} \wedge \vec{r}$$

- **Aceleração angular,  $\vec{\alpha}$ :**

$$\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$