



[www.estudar.com.vc](http://www.estudar.com.vc)

# **Cinemática 2D e 3D**

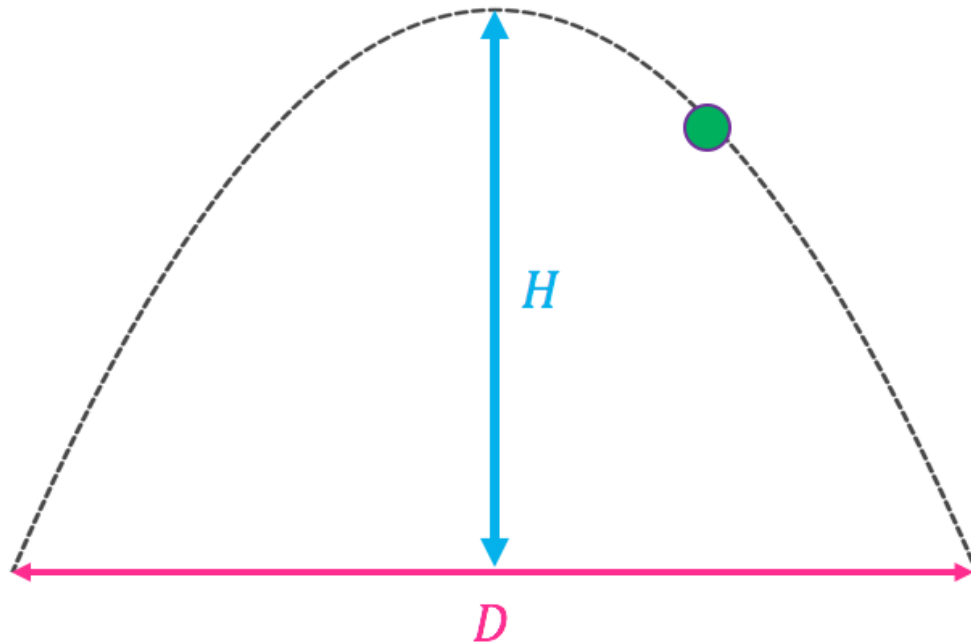
## **Balística: Tempo, Altura e Alcance**

### Explicação





Sabe-se que no **movimento balístico**, a trajetória da partícula lançada é uma **parábola**:



Há três grandezas muito importantes de serem calculadas nesse tipo de movimento. São elas: o **tempo de voo ( $T$ )**, a **altura máxima ( $H$ )**, e o **alcance ( $D$ )**.

O **tempo de voo ( $T$ )** é intervalo de tempo que leva para partícula sair da sua posição inicial até atingir de novo o chão. Ela pode ser calculada partindo do princípio de que o **tempo de subida** e o **tempo de descida** são **iguais (ambos são a metade de  $T$ )**.

Vamos lembrar que a **velocidade inicial em y** é  $v_0 \sin \theta$ , sendo  $v_0$  o módulo da velocidade inicial de partida e  $\theta$  o ângulo entre a direção dessa velocidade e o plano horizontal. Vamos usar a função horária da velocidade em y para calcular esse tempo:

$$v(t) = v_0 + at$$



Vamos usar um sistema de referência com **y positivo para cima**. Vamos ter que a aceleração da gravidade é **negativa**. Dessa forma, ficamos com:

$$v_y(t) = v_0 \sin \theta - gt$$

No instante  $\frac{T}{2}$ , ou seja, na metade do tempo de voo, a velocidade em y é nula, pois estará no topo (**tempo de subida**):

$$0 = v_0 \sin \theta - g \frac{T}{2}$$

Vamos ter, então:

$$T = \frac{2 \cdot v_0 \sin \theta}{g}$$

A **altura máxima (H)** pode ser calculada usando o **tempo de subida**, que é  $\frac{T}{2}$ , em  $y(t)$  abaixo:

$$y(t) = v_0 \sin \theta t - \frac{gt^2}{2}$$

No instante  $\frac{T}{2} = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$ , temos:

$$H = y\left(\frac{T}{2}\right) = v_0 \sin \theta \left(\frac{v_0 \sin \theta}{g}\right) - \frac{g}{2} \left(\frac{v_0 \sin \theta}{g}\right)^2$$

$$H = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g}$$



Finalmente o **alcance** ( $D$ ) pode ser calculado pelo **movimento em  $x$** , com a equação  $x(t)$ , que é **movimento uniforme**, no instante  $T$ :

$$x(t) = v_0 \cos \theta t$$

$$D = x(T) = v_0 \cos \theta \left( \frac{2v_0 \sin \theta}{g} \right)$$

Podendo ser escrito como:

$$D = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta}{g}$$

Ou:

$$D = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\theta}{g}$$