

## Exercício 6: Lançamento oblíquo

Data da aula: 3 de novembro (LF) e 15 de novembro (MIEF/MIEBB)

Data limite para entrega do relatório: 17 de novembro (LF) e 29 de novembro (MIEF/MIEBB)

### 6.1. Lançamento sem resistência do ar

Um corpo é lançado do solo com uma velocidade inicial de 10 m/s na oblíqua, segundo uma direção que faz um ângulo de  $\pi/4$  relativamente à horizontal. Desprezando a resistência do ar e assumindo uma superfície plana e horizontal, calcule o alcance máximo do corpo usando o método de *integração de Euler*.

- Compare o resultado obtido com o analítico e calcule o erro absoluto.
- Como escala o erro absoluto com o passo de integração?
- Compare as trajetórias obtidas numericamente para diferentes passos de integração.

Determine o alcance usando o método *Runge Kutta de quarta ordem*. Como escala agora o erro absoluto com o passo de integração?

### 6.2. Lançamento com resistência do ar

A equação de movimento sobre o efeito da resistência do ar é

$$\ddot{\mathbf{r}} = \mathbf{g} - \gamma v^2 \hat{\mathbf{v}},$$

onde  $\gamma$  é uma constante e  $\hat{\mathbf{v}}$  é um versor com a direção e sentido do vetor velocidade. Usando o método de integração de Euler ou Runge Kutta (segunda ou quarta ordem), determine como depende da constante  $\gamma$  o ângulo correspondente ao alcance máximo.