

# Modelação de Sistemas Físicos

## 9ª aula Prática

Sumário:

Realização e resolução de problemas sobre:

- Energia e movimento, integração numérica

Bibliografia:

## Problemas cap 5 Bola de Ténis

5. Uma bola de ténis é batida junto ao solo (posição inicial  $y = 0$ ) com a velocidade 100 km/h, a fazer um ângulo de  $10^\circ$  com a horizontal e no sentido positivo dum eixo horizontal OX, sendo OY eixo vertical.

a) Calcule a energia mecânica em qualquer instante, no caso de não considerar a resistência do ar.

b) Considerando a resistência do ar, calcule a energia mecânica de  $t_0 = 0$  até  $t_f = 0.8$  s.

c) Considerando a resistência do ar, calcule o trabalho realizado pela força de resistência do ar até às posições nos três instantes

$t_0 = 0$ ,  $t_1 = 0.4$  s e  $t_2 = 0.8$  s.

Use a aproximação trapezoidal para calcular os integrais. A velocidade terminal da bola de ténis é 100 km/h. A massa da bola é 57 g.

## Problemas cap 5 Bola de Ténis

### Análise do erro

a) Nas mesmas condições do problema anterior, repete o calculo do trabalho realizado pela força de resistência do ar no instante  $t_1 = 0.4$  s, usando os seguintes valores de  $\delta t$  :

$$\{0.1, 0.01, 0.001, 0.0001, 0.00001\}$$

b) Faça um plot em escala log-log do erro  $|W^{(\delta t)} - W^{(exato)}|$  nos valores do trabalho calculado em a), em função de  $\delta t$ .

Para o valor exato do trabalho use  $W^{(exato)} = -4.9768522$  J.

Qual é a ordem do erro em termos de  $\delta t$ ?

c) Repete alinhas a) e b) usando a aproximação retangular para calcular os integrais. Qual o ordem do erro? Qual dos métodos é preferível usar?