

# MODELAÇÃO DE SISTEMAS FÍSICOS

## 2º TESTE – Parte Cálculo Computacional-Numérico

8 de Maio 2024, 16h00

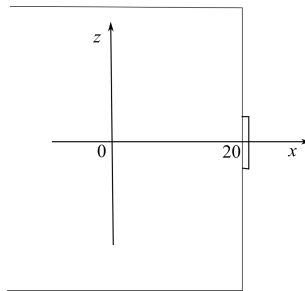
Duração: 1 hora

Cotação: I – 5 valores; II – 5 valores.

NOTE:

- Responda às perguntas com comentários no código, justificando-as.
- No final do teste, coloque os ficheiros de código elaborado, e, se for o caso, figuras e ficheiros de output, num só arquivo .zip (ou equivalente), com o nome e número mecanográfico do aluno. Entregue o arquivo .zip de acordo com as instruções do docente presente.
- Tem de usar o seu computador portátil. Pode (e deve) usar os seus programas, assim como outros programas que tenha obtido.
- É um teste de consulta, mas não pode aceder à internet, nem para consultar documentação do python.

- 
- I - Um jogador de futebol treina pontapés livres a 20m da baliza, e diretamente perpendicular a ela, como mostra a figura.



- O jogador chuta a bola a 100 km/h e a fazer um ângulo de  $16^\circ$  com a horizontal. Qual a altura da bola quando passa pela posição da baliza? É golo?
- Agora chuta a bola com um pequeno efeito de rotação descrito pelo vetor  $\vec{\omega} = (0, 0, -10)$  rad/s, no sistema de eixos indicado no diagrama. Qual a altura da bola quando passa pela posição da baliza? É golo?

Considere sempre a força de gravidade e a resistência do ar  $\vec{F}_{res} = -mD|\vec{v}|\vec{v}$  com  $D = 0.0127\text{m}^{-1}$ . A força de Magnus, para alinea (b), é  $\vec{F}_{Magnus} = \frac{1}{2}Ar\rho_{ar}\vec{\omega} \times \vec{v}$  em que

$\rho_{ar} = 1.225 \text{ kg/m}^3$ ,  $r = 0.11\text{m}$ ,  $A = \pi r^2$ , e a massa da bola é 0.45 kg.

É golo se, quando  $x$  passa 20 m, temos  $-3.75\text{m} < z < 3.75\text{m}$  e  $0 < y < 2.4\text{m}$ .

R:

- 2.44m, não é golo.
- 1.98m, sim agora é golo.

II - Um corpo de massa 0.5kg move-se num oscilador quártico. O oscilador tem a energia potencial

$$E_p = k(x - 0.5)^2(x + 0.5)^2$$

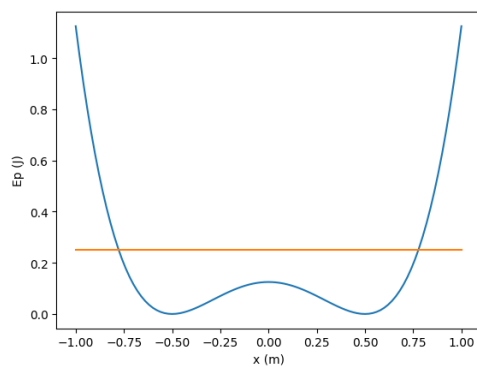
com  $k = 2J/m^4$ . Então exerce no corpo a força

$$F_x = -4kx^3 + kx.$$

- Faça o diagrama de energia desta energia potencial. Qual o movimento quando a energia total for menor do que 0.25 J? (Descreve qualitativamente.)
- Calcule numericamente a lei do movimento, quando a posição inicial for 1 m e a velocidade inicial 0 m/s.
- Faça um gráfico da energia cinética, a energia potencial e a energia total em função do tempo.
- Qual é a velocidade do corpo em  $x = 0.5$  m?

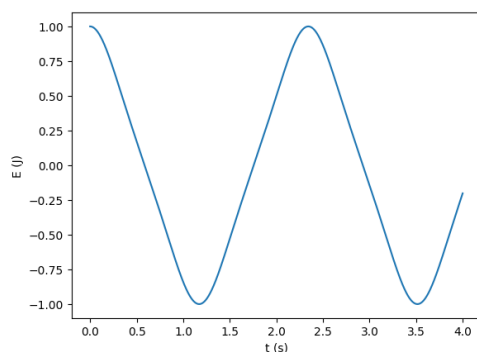
R:

(a)

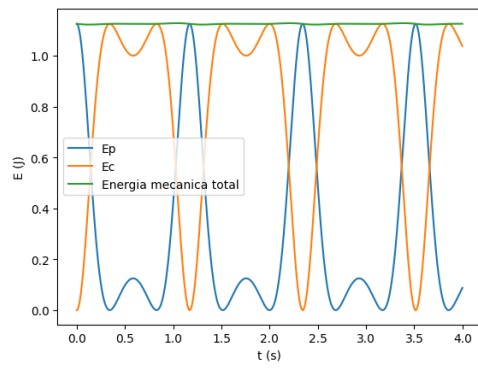


Se a energia for mais baixa do que 0.125J, vai oscilar na depressão do lado onde começou, ou à volta de -0.5m ou de 0,5m. Se a energia for entre 0.125J e 0.25J, vai oscilar nos dois lados, com movimento mais devesgar quando atravessa o centro.

(b)



(c)



(d) Assumindo as condições da alinea (b), a velocidade em  $x = 0.5\text{m}$  é  $2.12\text{m/s}$  ou  $-2.12\text{m/s}$ .