

# MODELAÇÃO DE SISTEMAS FÍSICOS

## 3º TESTE – Parte Cálculo Computacional-Numérico

22 de Março 2023, 9h

Duração: 1 hora

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

NOTE:

- i. Responda às perguntas com comentários no código, justificando-as.
- ii. 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.
- iii. Tem de usar o seu computador portátil. Pode (e deve) usar os seus programas, assim como outros programas que tenha obtido.
- iv. É um teste de consulta, mas não pode aceder à internet, incluindo para consultar documentos do python.

- 
- I - Um corpo de massa 1 kg move-se num oscilador cúbico. O oscilador tem a energia potencial

$$E_p = \frac{1}{2}kx^2 + \alpha x^3$$

e exerce no corpo a força

$$F_x = -kx - 3\alpha x^2.$$

Considere  $k = 1N/m$  e  $\alpha = 0.05N/m^2$ .

- (a) Faça o diagrama de energia desta energia potencial, para  $x$  entre  $-8m$  e  $4m$ . Qual o movimento quando a energia total for menor do que  $7J$ ? O que acontecerá se a energia total for maior do que  $8J$ ?
- (b) Calcule a lei do movimento numericamente, quando a posição inicial for  $2.2\text{ m}$  e a velocidade inicial nula. Quanto é a energia mecânica?
- (c) Faça a análise de Fourier da solução encontrada.

II - Um corpo de massa 1 kg move-se num oscilador quártico forçado. O oscilador tem a energia potencial  $E_p = \alpha x^4$  e exerce no corpo a força  $F_x = -4\alpha x^3$ . O oscilador é amortecido pela força  $-bv_x$  e sujeito à força externa  $F_0 \cos(\omega_f t)$ . Considere  $k = 1N/m$ ,  $b = 0.02kg/s$ ,  $\alpha = 0.15N/m^2$ ,  $F_0 = 7.5N$  e  $\omega_f = 1.0rad/s$ .

- (a) Calcule a lei de movimento do oscilador usando o método de Runge-Kutte de 4ª ordem, com a posição inicial  $x = 2m$  e a velocidade inicial  $v_x = 0m/s$ .
  - (b) Calcule até que instante pode calcular univocamente a lei do movimento, sabendo que a posição inicial é  $2.000 \pm 0.001m$  e a velocidade inicial é nula. Considere todas as quantidades, exceto a posição inicial, medidas com uma precisão elevada.
-