



Universidade Federal do Pará
Instituto de Ciências Exatas e Naturais
Faculdade de Física
Física Computacional II - 2024.4
Prof. Dr. Ednilton Santos de Oliveira

Lista de exercícios para a 2ª avaliação

1. Um objeto de 1 kg preso a uma mola de constante elástica $k = 0,5$ N/m sofre uma força de arrasto dada por $F_x = -bv_x$, sendo o coeficiente de arrasto $b = 0,1$ kg/s. (a) Utilize o método de Euler modificado para determinar $x(t)$ e $v(t)$ nos primeiros 50 s de movimento, com $x(0) = 1$ m, $v(0) = 0$ e $\Delta t = 0,01$ s. (b) Acrescente ao arquivo de dados a evolução da energia mecânica do sistema. (c) Escreva um novo código para os casos em que $x(0) = 0,5$ m e $v(0) = 2$ m/s.
2. Resolva o problema anterior utilizando o método de Runge-Kutta de 4ª ordem.
3. Uma bloco preso a uma mola ideal com $k = 10$ N/m tem $m = 0,2$ kg de massa. Entre o bloco e o piso o coeficiente de atrito cinético é $\mu_k = 0,1$. Gere, para um arquivo de dados, a posição e a velocidade do bloco nos primeiros 10 s se $x(0) = 1$ m e $v(0) = 0$ utilizando (a) o método de Euler modificado e (b) pelo método de Runge-Kutta de 4ª ordem com $\Delta t = 0,01$ s. (c) Adicione o comportamento da força à qual está sujeito o bloco no intervalo de tempo em questão ao arquivo de dados. [Dica: a força de atrito depende do sinal da velocidade. Utilize a função 'copysign' no C++ para expressar isto em $f_v(x,v)$. Desconsidere a ação do atrito estático.]
4. (a) Escreva um código para resolver o problema do pêndulo simples pelo método de Runge-Kutta adaptativo com $L = 1$ m, $m = 1$ kg, $g = 9,8$ m/s², $\theta(0) = 3$ rad e $\omega(0) = 0$. (b) Adicione, ao arquivo de dados, o erro estimado a partir do cálculo da energia mecânica do sistema e (c) como o valor de Δt varia. Considere uma tolerância de $\epsilon = 10^{-10}$, $\Delta t_{\max} = 0,1$ e 20 s. (d) Compare o erro com o mesmo obtido pelo método de Runge-Kutta de 4ª ordem com $\Delta t = 0,01$.
5. A força de arrasto do ar, em determinados casos, pode ser expressada por $F_a = C\rho Av^2/2$, sendo C o coeficiente de arrasto (obtido experimentalmente), ρ a densidade do ar, A a área da seção reta efetiva do objeto. Considere o caso de um objeto que tenha $m = 1$ kg, $C\rho A/2 = 0,05$ kg/m. Escreva um programa que salve os valores (a) da altura e (b) da velocidade de um objeto lançado do solo com $v_y(0) = 10$ m/s no intervalo de 2 s para um arquivo de dados utilizando o método de Euler modificado com $\Delta t = 0,01$. (c) Compare graficamente o resultado numérico, tanto para a posição quanto para a velocidade, com o mesmo movimento desconsiderando a resistência do ar. [Dica: considere a força gravitacional como constante e note que a força de arrasto aponta sempre no sentido oposto à velocidade. Assim como no problema 3, é necessário utilizar a função 'copysign'. Além disso, o gráfico do resultado sem resistência do ar pode ser gerado com a função descrita diretamente no programa de gráficos, como o Gnuplot.]
6. Resolva o problema anterior usando (a) o método de Runge-Kutta de 4ª ordem e (b) o método de Runge-Kutta adaptativo com tolerância de $\epsilon = 10^{-10}$.

7. Resolva o problema da difusão térmica em uma haste isolada de $L = 10$ cm com uma difusividade térmica de $D = 5 \times 10^{-5}$ m²/s, inicialmente em equilíbrio térmico com o ambiente a 25 °C considerando que (a) $T_0 = T_N = 0$ °C, (b) $T_0 = 0$ °C e $T_N = 100$ °C. Considere que $t_{\max} = 40$ s, $N = 30$ e $\Delta t = 2 \times 10^{-2}$ s. (c) Faça com que o programa gere o perfil final de temperatura, ou seja, o conjunto de pontos T_i^M , sendo $M = t_{\max}/\Delta t$, para um arquivo de dados e compare graficamente este perfil com o perfil esperado em $t \rightarrow \infty$. [Dica: adapte o código feito em aula lembrando que o conjunto de pontos T_i^j é armazenado em uma matriz. Assim, o perfil de temperatura em t_{\max} corresponde aos pontos na última coluna da matriz. Note ainda que o perfil de temperatura esperado em $t \rightarrow \infty$ tem a forma $f(x) = ax + b$, conectando as temperaturas nas extremidades da haste.]