



FÍSICA GERAL | 21048

Período de realização e limite de entrega

[consultar datas no PUC e fóruns da UC]

Temática

Uso de computadores na Física

Critérios de avaliação e cotação

60 ± 10% Rigor técnico do código desenvolvido e dos comentários (código não comentário = zero valores).

40 ± 10% Colocação do problema em equação, rigor dos cálculos, expressão e interpretação corretas dos resultados (se aplicável).

Nota: estas percentagens estão sujeitas a adaptações consoante as alíneas do efolio. Em caso de dúvida quanto aos critérios, contactar o professor.

Instruções

Na sua submissão deste trabalho deve incluir dois ficheiros:

1. Um ficheiro de texto (.DOC/.DOCX/.PDF), feito a partir do Modelo de Resolução disponibilizado na pasta "Enunciados de provas e OR" da página-mãe da turma. Neste ficheiro coloque as respostas às questões, tabelas de valores para as iterações que forem solicitadas e eventuais gráficos dos resultados.

2. O código-fonte da sua implementação, devidamente comentado, e dependências, caso haja. Qualquer linguagem de programação será aceite (C, C++, Javascript, Python, Octave, R, etc.), mas o estudante deve indicar qual a que usou, que versão e sob que sistema operativo trabalhou. Não usar acentos no código e desativar/comentar todas as linhas do código que recorram a bibliotecas externas para gerar gráficos.

Os dois ficheiros devem ser zipados e o zip submetido via plataforma, pelo normal dispositivo de entrega, com o nome [NºEstudante]_[Nome]_[Apelido]_efolioB_FisGeral. Não usar os compressores 7ZIP or RAR. A não-observação das indicações do ponto 2 pode implicar cotação nula.

O ficheiro ZIP a enviar não deve exceder 8 MB.

Q1. O oscilador com atrito de deslizamento

O oscilador com atrito de deslizamento é um oscilador harmônico modificado, no qual além da força elástica ($F_{\text{elast}} = -kx$) atua também uma força de atrito cinético de deslizamento com o formato usual $f_k = \mu mg$. Na prática todos os osciladores massa-mola são deste tipo porque há sempre algum atrito entre a massa e a superfície onde esta desliza.

Usando a 2ª lei de Newton, podemos construir uma equação diferencial para um sistema massa-mola com atrito:

$$\Sigma F = ma \Leftrightarrow -\text{sgn}(v)f_k - kx = ma$$

em que $\text{sgn}(v)$ é a função sinal, definida por

$$\text{sgn}(v) = \begin{cases} 1 & v \geq 0 \\ -1 & v < 0 \end{cases}$$

Esta função é necessária para que a força de atrito tenha sempre sentido contrário do sentido da velocidade.

Transformando aceleração e velocidade em derivadas, chegamos, após algum manuseio da expressão e substituindo a expressão para o atrito cinético de deslizamento, a

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\text{sgn}\left(\frac{dx}{dt}\right)\mu g - \frac{k}{m}x$$

As restantes variáveis nesta expressão são:

x, t : posição da massa (elongamento) e tempo

m : valor da massa

μ : coeficiente de atrito cinético

g : constante gravítica

Questões: [4 val]

(a) [2,9 val] Integre a equação do oscilador amortecido acima recorrendo ao método de Heun para equações diferenciais de segunda ordem.

Para o efeito, utilize (unidades: SI)

Condições iniciais: $t_0 = 0, x_0 = 5, v_0 = 0$ (Nota: $v_0 = \left. \frac{dx}{dt} \right|_{t=0}$)

Parâmetros: $\mu = 0,2; m = 0,5; g = 9,8; k = 4$

Passo: $h = 0,1$

Realize 120 iterações, i.e. de $t = 0$ a $t = 12$.

(b) [0,6 val] Altere os valores dos parâmetros de acordo com as indicações abaixo. Explique fisicamente a alteração que notou no movimento do sistema para cada caso. (0,2 val para cada caso)

$\mu = 0,1$ e restantes parâmetros iguais aos da alínea (a).

$m = 0,75$ e restantes parâmetros iguais aos da alínea (a).

$k = 6$ e restantes parâmetros iguais aos da alínea (a).

(c) [0,5 val] Novamente mantendo os restantes parâmetros iguais aos da alínea (a), altere agora os parâmetros abaixo de acordo com

$\mu = 0,4$ e restantes parâmetros iguais aos da alínea (a).

$m = 2$ e restantes parâmetros iguais aos da alínea (a).

$k = 2$ e restantes parâmetros iguais aos da alínea (a).

Para estes casos vai detetar algo de estranho a partir de um certo instante de tempo. Esse "algo estranho" é devido a um erro (deliberado) na formulação da equação diferencial em estudo. Qual é esse erro e que é que acontece fisicamente no instante de tempo a partir do qual a instabilidade se instala?

(d) [OPCIONAL] Se conseguiu perceber o que se passa com a alínea (c), pode tentar corrigir o dito erro na equação diferencial. Se o conseguir fazer e resolver corretamente para os valores dos parâmetros da alínea (c), terá mais 1 valor na nota final da UC 😊.