

[Início](#) / [Meus Ambientes](#) / [2020](#) / [IE](#) / [430](#) / [4300318-2020](#) / [15 de abril de 2020](#) / [Exercícios](#)

Iniciado em	quarta, 15 abr 2020, 20:26
Estado	Finalizada
Concluída em	quarta, 22 abr 2020, 07:34
Tempo empregado	6 dias 11 horas
Avaliar	Ainda não avaliado

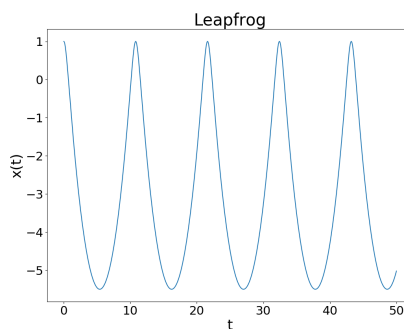
Questão **1**
Completo
Vale 1,00 ponto(s).

Escreva um programa para resolver a equação diferencial

$$\frac{d^2x}{dt^2} - \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + x + 5 = 0,$$

utilizando o método *leapfrog*. Integre numericamente de $t = 0$ a $t = 50$ com passo $h = 0.001$ e condições iniciais $x = 1$ e $dx/dt = 0$. Seu programa deve também fazer um gráfico de x em função de t .

Seu gráfico deve se parecer com a figura abaixo.



Envie seu programa pelo campo abaixo.

 [Questao1.py](#)

Histórico de respostas

Passo	Hora	Ação	Estado	Pontos
1	15/04/2020 20:26	Iniciada	Ainda não respondida	
2	22/04/2020 07:34	Salvou: {\$a}	Resposta salva	
3	22/04/2020 07:34	Tentativa finalizada	Completo	

Esta questão vale até 2 pontos de bônus. Se você produzir resultados corretos e ter uma estrutura clara e elegante, bem como seguir as regras de boa programação discutidas na disciplina de Introdução à Física Computacional I. Programas que apenas produzirem os resultados corretos ganham 1 ponto de bônus.

Considere um oscilador harmônico vertical, composto de uma esfera de massa m preso a uma das extremidades de uma mola de massa desprezível, de constante elástica k e comprimento relaxado L_0 , que por sua vez está fixa ao teto pela outra extremidade. O oscilador não está limitado a mover-se ao longo de uma única direção, de modo que, denotando por \vec{r} o vetor posição da esfera em relação ao ponto em que a mola está presa ao teto, seu movimento é governado pela equação diferencial

$$m \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2} = -k(|\vec{r}| - L_0) \hat{r} - mg \hat{y},$$

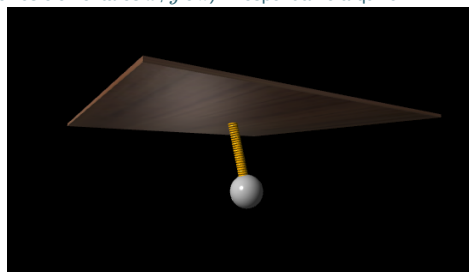
em que g é a aceleração local da gravidade, \hat{r} é um vetor unitário na direção de \vec{r} e \hat{y} é um vetor unitário na direção vertical.

1. Transforme a equação diferencial vetorial acima em 6 equações diferenciais escalares de primeira ordem, utilizando as técnicas que aprendeu. Registre as equações resultantes em um arquivo PDF e o encaminhe pelo campo abaixo.
2. Escreva um programa para integrar as equações diferenciais resultantes do item anterior usando o algoritmo de Verlet. Teste seu programa com os valores numéricos $m = 0.02$, $k = 0.9$, $g = 9.8$ e $L_0 = 0.2$, partindo da posição inicial $\vec{r}(0) = 0.05\hat{x} - 0.25\hat{y}$ com velocidade inicial $\vec{v}(0) = -0.1\hat{x} - 0.15\hat{x} + 0.2\hat{z}$, e integrando as equações de $t = 0$ a $t = 20$ com passo de tempo $h = 0.02$. O programa deve produzir gráficos da energia mecânica total do sistema esfera + mola + Terra, dada por

$$E = \frac{1}{2}m|\vec{v}|^2 + \frac{1}{2}k(\Delta L)^2 + mgy,$$

bem como dos termos que a compõem, ou seja, a energia cinética, a energia potencial elástica e a energia potencial gravitacional. Na expressão acima, y é a coordenada y do vetor posição da esfera e ΔL é a deformação da mola. Como o sistema é conservativo, a energia mecânica total deveria ser constante. É isso que seu programa produz? Como o resultado depende do tamanho do passo de integração? Responda a essas perguntas no mesmo arquivo PDF utilizado para o item 1.

3. Em um segundo programa, produza uma animação em VPython do movimento previsto no item anterior, mas estendendo o tempo de execução até $t = 200$. Uma possível implementação tem o aspecto mostrado na figura abaixo. O movimento observado é restrito a um plano (mesmo que não paralelo aos planos definidos por pares de eixos elementares x , y e z)? Responda no arquivo PDF.



Envie ambos os programas pelo campo abaixo.

[_Questao2_2.py](#)

[_Questao2_3.py](#)

[_20200401_Questao2.pdf](#)

Histórico de respostas

Passo	Hora	Ação	Estado	Pontos
1	15/04/2020 20:26	Iniciada	Ainda não respondida	
2	22/04/2020 07:33	Salvou: {\$a}	Resposta salva	
3	22/04/2020 07:34	Tentativa finalizada	Completo	

◀ Discussão (em inglês) sobre os métodos leapfrog e de Verlet

Seguir para...

Exercícios (PARA REVISÃO) ▶