



FÍSICA GERAL | 21048

Período de Realização

Decorre de 9 a 17 de janeiro de 2018

Data de Limite de Entrega

17 de janeiro de 2018, até às 23:55 h de Portugal Continental

Temática

Uso de computadores na Física

Competências

Deve demonstrar capacidades para:

1. Aplicar as leis de Newton para representar uma questão prática de mecânica clássica como equação diferencial.
2. Programar e correr o algoritmo de resolução da equação diferencial acima e interpretar os resultados fisicamente.

Trabalho a desenvolver

Na sua submissão deste trabalho deve incluir dois ficheiros:

1. Um ficheiro de texto (.DOC/.DOCX/.PDF) com a descrição do trabalho realizado, a resolução do problema, sob a forma de uma tabela de valores para cada iteração, tal como indicado na tabela de resultados abaixo, e a interpretação dos resultados.

Se incluir gráficos da solução, devem ser colocados neste ficheiro.

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.

Os dois ficheiros devem ser zipados e o zip submetido via plataforma, pelo normal dispositivo de entrega. Não usar o compressor 7zip!!

Recursos

Bibliografia indicada na página da UC.

Critérios de avaliação e cotação

20 ± 10% Rigor científico da colocação do problema em equação.

40 ± 10% Rigor técnico do código desenvolvido e dos comentários (código não comentário = zero).

40 ± 10% Rigor dos cálculos, expressão e interpretação corretas dos resultados.

Total: 4 valores

Normas a respeitar

Deve redigir o ficheiro de texto do seu E-fólio na Folha de Resolução disponibilizada na turma e preencher todos os dados do cabeçalho.

Todas as páginas do documento devem ser numeradas.

O ficheiro de texto não deve ultrapassar [6] páginas A4 redigidas na fonte e tamanho de letra da Folha de Resolução (Verdana 12),

espaçamento entre linhas 1,5. A folha de rosto e eventuais referências bibliográficas não contam para o total de páginas.

Pode incluir desenhos ou fórmulas manuscritas, desde que scaneados e embebidos no ficheiro principal. O texto da resolução deve sempre obedecer aos critérios do parágrafo acima.

Nomeie o ficheiro com o seu número de estudante, seguido da identificação do E-fólio, segundo o exemplo apresentado:

[NºEstudante]_[Nome]_[Apleido]_efolioB i.e.
1234567_Nuno_Sousa_efolioB

Deve carregar o ficheiro comprimido .ZIP (contendo a resolução e código) para a plataforma usando o dispositivo E-fólio B até à data e hora limite de entrega. Evite a entrega próximo da hora limite para se precaver contra eventuais problemas.

O ficheiro a enviar não deve exceder 8 MB.

Em caso de dúvida, seja no enunciado, seja na preparação do ficheiro a enviar, recomenda-se vivamente colocar a questão no fórum dos e-fólios. É sempre melhor perguntar do que adivinhar!!!

Votos de bom trabalho!

Nuno Sousa

1. The Armageddon Man

[Versão (muito) simplificada de um problema de mecânica celeste.]

O telescópio sentinela da cintura de asteroides detetou a colisão entre dois destes corpos celestes. Após o choque, um deles, do tamanho da Ilha da Madeira, alterou a sua órbita e dirige-se agora em linha reta para a Terra, em rota de colisão! A gravidade da Terra puxa o asteroide de acordo com a 2ª lei de Newton e a lei da gravitação universal, cuja combinação culmina na equação diferencial de 2ª ordem

$$\frac{d^2r}{dt^2} = -\frac{GM_T}{r^2} ; \quad G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} ; \quad M_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$$

com r a distância entre o asteroide e a Terra, G a constante de gravitação universal e M_T a massa da Terra.

No instante da deteção, o asteroide está a 250 milhões de km da Terra ($r_0 = 2,5 \times 10^{11} \text{ m}$) e viaja em direção a esta com velocidade de -40 km/s ($v_0 = -40\,000 \text{ m/s}$), em que o sinal menos indica sentido em direção à Terra.

Questão: (4 val) calcule o tempo que a humanidade tem para encontrar uma solução para o problema!

Para tal, transforme a equação diferencial de 2ª ordem acima num sistema de equações de 1ª ordem e integre-as programando as fórmulas das páginas 15 e 16 do texto de apoio 2, aqui reproduzidas para conveniência:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v \\ \frac{dv}{dt} = f(t, x, v) \end{cases} \rightarrow \begin{cases} x_{i+1} = x_i + \frac{1}{2}(k_{1x} + k_{2x})h \\ v_{i+1} = v_i + \frac{1}{2}(k_{1v} + k_{2v})h \end{cases}$$

$$k_{1x} = v_i$$

$$k_{2x} = v_i + k_{1v}h$$

$$k_{1v} = f(t_i, x_i, v_i)$$

$$k_{2v} = f(t_i + h, x_i + k_{1x}h, v_i + k_{1v}h)$$

Utilize unidades SI, com passo de integração não superior ao dia ($h = 86400$ s).

Para apresentação dos resultados deve usar uma tabela como a abaixo:

t (s)	r (m)	v (m/s)	k_{1r}	k_{1v}	k_{2r}	k_{2v}	t (dia)
0	$2,5 \times 10^{11}$	-40000	-40000	$-6,37118 \times 10^{-9}$	-40000,00055	$-6,55106 \times 10^{-9}$	0
86400							1

Os valores na primeira linha são os corretos e podem ser usados para verificar se o seu algoritmo está bem implementado.

Se usar um passo baixo, p.ex. 1 hora ($h = 3600$ s), poderá ter muitas iterações. Nesse caso deve apresentar as 10 primeiras linhas, seguido de reticências e as 10 últimas.

Nota 1: o problema é altamente simplificado. Na realidade o movimento é a 2 dimensões e a Terra não está parada.

Nota 2: resolve-se melhor ao som de

<https://www.youtube.com/watch?v=JkK8g6FMEXE>

Questão opcional: (para as mentes inquisidoras) a colisão com a Terra dar-se-á quando $r < 6370$ km, i.e. quando a distância é menor do que o raio da Terra. A que rapidez se dará o embate? Note que para obter esta rapidez com precisão razoável precisará de passo muito baixo, da ordem de $h = 1$ s.

Bom trabalho a todos!