



Thereza Cristina de Lacerda Paiva
Métodos Computacionais em Física II

LISTA 1
 para 06/12/21

1. Faça um programa utilizando o método de Euler, outro com o de Euler-Cromer e outro com o de Runge-Kutta para estudar o pêndulo simples, não-amortecido e não forçado, no limite de oscilações pequenas. Utilize, como condições iniciais $\theta_0=0,15$ radianos e $\omega_0=0,0$ radianos/s. Considere $g=9,8$ m/s² e $l=9,8$ m. Use como intervalo de tempo $\Delta t=0,04$ s.
 - (a) Faça um gráfico mostrando θ como função do tempo ao longo de 5 períodos usando cada um dos três métodos. Discuta seus resultados.
 - (b) Faça o mesmo para a velocidade angular ω . Discuta.
 - (c) Faça o mesmo para a energia cinética, a energia potencial e a energia total. Discuta seus resultados.
 - (d) Como se comparam os 3 métodos?

2. Considere agora o pêndulo forçado, amortecido e não-linear:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\sin(\theta) - q\frac{d\theta}{dt} + \alpha\sin(\Omega_D t)$$

Utilize $\theta_0=0,2$, $\omega_0=0$, $g=9,8$ e $l=9,8$ $\Omega_D=2/3$ e $q=0,5$, todos em unidades do S.I. Faça um programa usando um método adequado e escolha Δt .

- (a) Informe qual método e qual Δt escolheu e justifique suas escolhas.
 - (b) Para $\alpha=0.5$ e $\alpha=1.2$ faça gráficos da trajetória do pêndulo no espaço de fase.
 - (c) Vamos agora construir uma seção de Poincaré para cada um dos valores de α acima. Isso é feito construindo a trajetória no espaço de fases e mostrando apenas os pontos em fase com a força externa, ou seja, você só deve colocar no gráfico pontos para os quais $\Omega_D t = 2n\pi$ onde n é inteiro. Ao construir esse gráfico numericamente, você deve ter cuidado e lembrar que o tempo cresce em intervalos Δt . Assim sendo, utilize pontos para os quais $|t - 2n\pi/\Omega_D| < \Delta t/2$.
 - (d) Repita o item (c) para as mesmas condições iniciais, mas outro valor de Ω_D a sua escolha.
 - (e) O que você aprende observando as seções de Poincaré dos itens anteriores?
3. Para o movimento harmônico simples, a forma geral da equação de movimento é

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -kx^\alpha,$$

com $\alpha=1$.

- (a) Modifique o programa da questão (1) para encontrar $x(t)$ usando o método de Euler-Cromer para resolver a equação de movimento para $\alpha=1$. Para simplificar, considere $k=1$. Qual deve ser a unidade de k ? Faça o(s) gráfico(s) que considerar necessários e discuta seus resultados.
 - (b) Considere agora oscilações anarmônicas, fazendo $\alpha=3$. Calcule $x(t)$ para diferentes valores da posição inicial (no intervalo $0.2 \leq x \leq 1$) e mostre que o período depende da amplitude. Faça o(s) gráfico(s) que considerar necessários e discuta seus resultados.
 - (c) Dê um argumento físico que explique a dependência do período com a amplitude.