UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
INSTITUTO DE FÍSICA E MATEMÁTICA
Departamento de Física
Disciplina: Mecânica Geral I

Lista de Exercícios - Oscilações Lineares

1. Um oscilador harmônico simples consiste de uma massa de 100 g presa a um fio cuja constante de força é 10^4 dina/cm. A massa é deslocada em 3 cm e liberada do repouso. Calcule (a) a frequência natural ν_0 e o periodo τ_0, (b) a energia total e (c) a velocidade máxima.

2. Considere o movimento no problema anterior ocorrendo em um meio resistivo. Após 10 s oscilando, a amplitude máxima se reduz à metade do valor inicial. Calcule (a) o parâmetro de amortecimento β e (b) a frequência ν_1 (compare com a frequência não amortecida ν_0).

3. Duas massas $m_1 = 100$ g e $m_2 = 200$ g deslizam livremente em uma pista horizontal sem atrito e são conectadas por uma mola cuja constante é $k = 0,5$ N/m. Determine a frequência do movimento oscilatorio desse sistema.

4. Um corpo com área de seção transversal A e densidade de massa ρ flutua em um líquido de densidade de massa ρ_0 e, no equilíbrio, desloca um volume V. Demonstre que o periodo de pequenas oscilações em torno da posição de equilíbrio é fornecido por

$$\tau = 2\pi\sqrt{V/gA},$$

onde g é a aceleração gravitacional.

5. Uma particula de massa m se encontra em repouso na extremidade de uma mola (constante k) suspenso a partir de um suporte fixo. Em $t = 0$, uma força para baixo constante F é aplicada à massa e atua por um tempo t_0. Demonstre que, após a remoção da força, o deslocamento da massa a partir de sua posição de equilíbrio ($x = x_0$, onde x é para baixo) é

$$x - x_0 = \frac{F}{k}\left[\cos\omega_0(t - t_0) - \cos\omega_0 t\right],$$

onde $\omega_0^2 = k/m$.

6. Se a amplitude de um oscilador amortecido diminui para $1/e$ de seu valor inicial após n periodos, demonstre que a frequência do oscilador deverá ser aproximadamente $[1 - (8\pi^2 n^2)^{-1}]$ vezes a frequência do oscilador não amortecido correspondente.

7. Calcule a energia média de um oscilador ligeiramente amortecido.

8. Considere um oscilador harmônico amortecido. Após quatro ciclos, a amplitude do oscilador caiu para $1/e$ de seu valor inicial. Determine a relação entre a frequência do oscilador amortecido e sua frequência natural.

9. Um relógio de paree do vovô tme um pêndulo de comprimento 0,7 m e prumo de massa 0,4 kg. Uma massa de 2 kg cai 0,8 m em sete dias para manter a amplitude (a partir do equilíbrio) de oscilação do pêndulo estacionária em 0,03 rad. Qual é o valor de Q do sistema?

10. (Capítulo 3, Problema 1, Moyses Nussenzveig, Vol.2) Um bloco de massa M, capaz de deslizar com atrito desprezível sobre um trilho de ar horizontal, está preso a uma extremidade do trilho por uma mola de massa desprezivel e constante elástica k, inicialmente relaxada. Uma bolinha de cihclete de massa m, lançada em direção ao bloco com velocidade horizontal v, atinge-o no instante $t = 0$ e fica grudada nele. Ache a expressão do deslocamento x do sistema para $t > 0$.

11. (Capítulo 3, Problema 2, Moyses Nussenzveig, Vol.2) Uma particula de massa m está suspensa do teto por uma mola de constante elástica k e comprimento relaxado l_0, cuja massa é desprezivel. A particula é solta do repouso, com a mola relaxada. Tomando o eixo Oz orientado verticalmente para baixo, com origem no teto, calcule a posição z da partícula em função do tempo.

12. (Capítulo 3, Problema 7, Moyses Nussenzveig, Vol.2) Um pêndulo balístico de madeira, de massa igual a 10 kg, suspenso por um fio de 1 m de comprimento, é atingido no instante $t = 0$ por uma bala de 10 g, viajando à velocidade de 300 m/s, que fica encravada nele. Ache o ângulo θ (em rad) entreo fio e a vertical como função de t.

13. (Capítulo 3, Problema 17, Moyses Nussenzveig, Vol.2) Um oscilador harmônico começa a oscilar em $t = 0$. Após 1/4 de periodo, sua energia cinética é 3 vezes maior que a energia potencial. Qual é a fase inicial? (Dê todos os valores possiveis.)

14. (Capítulo 4, Problema 2, Moyses Nussenzveig, Vol.2) Um oscilador harmônico amortecido tem um fator $Q = 10$. Partindo da posição de equilíbrio, -e-lhe comunicada uma velocidade inicial de 5 m/s. Verifica-se que a energia total do oscilador diminui numa taxa, por segundo, igual a 4 vezes sua energia cinética instantânea. Calcule o deslocamento x do oscilador (em m) em função do tempo t (em s).

15. (Capítulo 4, Problema 3, Moyses Nussenzveig, Vol.2) Seja r a razao entre dois máximos consecutivos do deslocamento de um oscilador livre fracamente amortecido ($\beta \ll \omega_0$). O parâmetro $\delta = |\ln r|$ chama-se *decremento logarítmico*. (a) Relacione δ com a constante de amortecimento β e com o período τ do oscilador. (b) Se n é o número de periodos necessários para que a amplitude de oscilação caia à metade do valor inicial, ache δ.

16. (Capítulo 4, Problema 4, Moyses Nussenzveig, Vol.2) Um oscilador criticamente amortecido, partindo da posição de equilíbrio, recebe um impulso que lhe comunica uma velocidade inicial v_0. Verifica-se que ele passa por seu deslocamento máximo, igual a 3,68 m, após 1 segundo. (a) Qual é o valor de v_0? (b) Se o oscilador tivesse um deslocamento inicial $x_0 = 2$ m com a mesma velocidade inicial v_0, qual seria o valor de x no instante t?

17. (Capítulo 4, Problema 10, Moyses Nussenzveig, Vol.2) Para um oscilador de massa m, frequência livre ω_0 e constante elástica de amortecimento β, sujeito à força externa $F = F_0 \cos(\omega t)$, calcule: (a) O valor exato de ω para o qual a amplitude de oscilação estacionária é máxima, e o valor máximo de A; (b) O valor exato de ω para o qual a velocidade tem amplitude ωA máxima, e o valor do máximo.