



Física II

Exercícios das Aulas Práticas

E.C., E.E.C., E.Q., E.A., E.I.

Escola Superior de Tecnologia de Tomar

Ano lectivo 2005/2006 - 2º Semestre

Capítulo 1

Fichas de movimento oscilatório

Utilize $g = 10\text{m/s}^2$.

1. Uma roda de 30 cm está provida de um cabo na sua borda. A roda gira no sentido anti-horário a 0,5 voltas/segundo, com o seu eixo na posição horizontal. O cabo encontra-se inicialmente à mesma altura que o eixo da roda e do seu lado direito. Supondo que os raios solares incidem verticalmente sobre a Terra, a sombra do cabo descreverá um mhs.

- (a) Calcule
 - i. o período do movimento da sombra do cabo;
 - ii. a velocidade máxima da sombra e os dois primeiros instantes em que ocorre;
 - iii. a aceleração máxima da sombra e os dois primeiros instantes em que ocorre.
- (b) Como variaria o período da sombra se se alterasse o raio da roda mantendo a velocidade angular constante?
- (c) Escreva a expressão da posição da sombra em função do tempo.

solução: 2 s; $0,3 \times \pi \text{ m/s}$; 1,5 s; 3,5 s; $0,3 \times \pi^2 \text{ m/s}^2$; 1 s; 3 s; não varia; $s(t) = 0,3 \sin(\pi t + \pi/2)$ (S.I.).

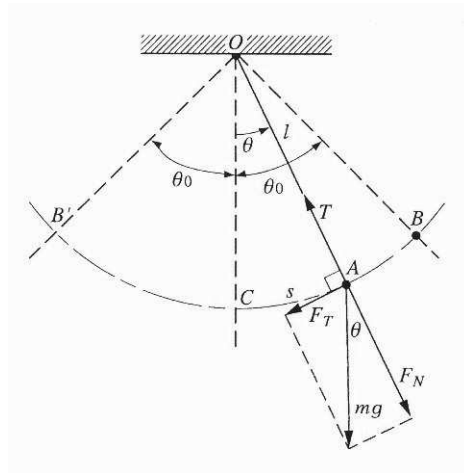
2. Um objecto de massa 0,1 Kg está preso a uma mola de massa desprezável sobre uma mesa. Quando se aplica um pequeno impulso o objecto passa a vibrar e a sua posição em função do tempo é dada pela expressão (lei do movimento): $s(t) = \sin(0,5t + \pi/3)$ (S.I.).

- (a) Trace o gráfico da variação da velocidade em função do tempo para o intervalo de tempo $[0,3T/4]$, em que T é o período do movimento.
- (b) Determine:
 - i. a constante elástica da mola;
 - ii. o espaço percorrido pelo oscilador no intervalo de tempo $[0,3T/4]$;
 - iii. os primeiros dois instantes, a partir do instante inicial $t=0\text{s}$, em que o oscilador passa pelo ponto de elongação $s=0,5 \text{ m}$;
 - iv. as energias potencial elástica, cinética e total do objecto para os instantes inicial e $3T/4$.
- (c) Mostre que a energia total do objecto se mantém constante para qualquer instante t. Em que condições dinâmicas poderá ocorrer este movimento? Represente graficamente as energias potencial elástica, cinética e total em função da posição.
- (d) Represente a velocidade do objecto em função da posição.
- (e) Como varia o período do movimento quando
 - i. a massa da partícula aumenta sem se mudar a mola;

- ii. a constante elástica aumenta sem se mudar a massa;
- iii. a massa e a constante elástica variam na mesma proporção;
- iv. se se suspender o mesmo sistema na posição vertical?

Solução: $0,025 \text{ N/m}$; $2,63 \text{ m}$; $3,14 \text{ s}$; $11,5 \text{ s}$; $9,38 \times 10^{-3} \text{ J}$; $3,13 \times 10^{-3} \text{ J}$; $91,25 \times 10^{-2} \text{ J}$; $3,13 \times 10^{-3} \text{ J}$; $9,38 \times 10^{-3} \text{ J}$; $91,25 \times 10^{-2} \text{ J}$; $v^2 = \omega^2(A^2 - x^2)$; $E = 1/2 m \omega^2 A^2$; $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

3. (Alonso, pg 185, 10.5) Repita a figura abaixo para várias posições do pêndulo em qualquer lado de C e determine F_t para cada posição. A que conclusão chega sobre a intensidade e direcção de F_t ?



Solução: $F_T = mg \sin(\theta)$; A intensidade de F_T é máxima nas posições extremas, é zero na posição vertical e aponta sempre para C. O sinal de F_T é contrário ao sinal de θ .

4. (Alonso, pg 185, 10.6) Em que condições se move um pêndulo com
- (a) movimento oscilatório,
 - (b) MHS,
 - (c) movimento circular modular?

Solução: Energias inferiores a $2mgl$ (corresponde a amplitudes angulares máximas de $\pi \text{ rad}$); Energias inferiores a $0,0789mg$ (corresponde a amplitudes angulares até cerca de $0,4 \text{ rad} \approx 23^\circ$); Energias superiores a $2mgl$.

5. (Alonso, pg 185, 10.7) A aceleração da gravidade aumenta $0,44 \%$ do equador para a Groenlândia.
- (a) Se um pêndulo tem um período de 1 s no equador, qual será o seu período na Groenlândia?
 - (b) Que ajuste se deveria efectuar para que o pêndulo continuasse a oscilar com o mesmo período?
 - (c) Como varia o período com a massa e com a amplitude de oscilação?

Solução: $0,998 \text{ s}$; aumentar em $0,44 \%$ o comprimento do pêndulo; $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

6. (Alonso, pg 162, 10.2) Uma partícula está sujeita, simultaneamente a dois movimentos harmónicos simples
- (a) com a mesma frequência angular e direcção: $x_1(t) = 10 \cos(2t)$ e $x_2(t) = 6 \cos(2t + \frac{5}{12}\pi)$;

- (b) com a mesma direcção: $x_1(t) = 10 \cos(2t)$ e $x_2(t) = 10 \cos(4t)$;
 (c) com direcções perpendiculares: $x_1(t) = 10 \cos(2t)$ e $y_2(t) = 10 \cos(2t)$.

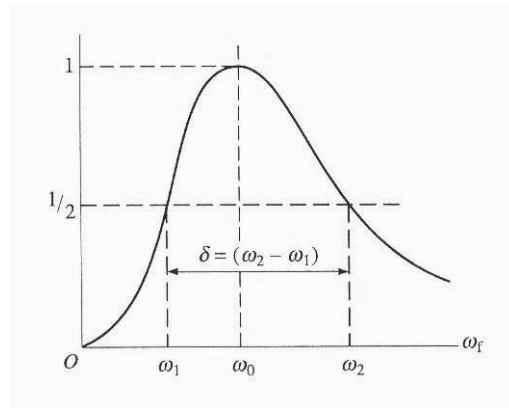
Determine o movimento resultante. Utilize a expressão $\cos(\alpha) + \cos(\beta) = 2 \cos(\frac{1}{2}(\alpha + \beta)) \cos(\frac{1}{2}(\alpha - \beta))$.

Solução: $12,93 \cos(2t+0,148\pi)$; $(20 \cos(t)) \cos(3t)$; movimento circular de raio 10 e velocidade angular 2 rad/s, no sentido directo.

7. (Alonso, pg 186, 10.22) Substitua a equação $x = A \exp^{-\gamma t} \cos(\omega t + \alpha)$ para o deslocamento de um oscilador amortecido na equação $m \frac{d^2 x}{dt^2} + \lambda \frac{dx}{dt} + kx = 0$ e prove que é uma solução satisfatória para A e α arbitrários, se ω for dado pela equação $\omega = (\omega_0^2 - \gamma^2)^{1/2}$.
8. (Alonso, pg 171, 10.4) Um pêndulo consiste em uma esfera de alumínio suspensa de uma corda de 1 m de comprimento. Em 27 minutos, a amplitude diminui de $6,00^\circ$ para $5,40^\circ$.
- (a) Determine o coeficiente γ
- (b) Discuta a forma como a viscosidade do ar afecta o período do pêndulo.
- (c) Escreva a expressão do movimento oscilatório do pêndulo.

Solução: $A' = A \exp^{-\gamma t}$; $\omega = \sqrt{\frac{g}{l} - \gamma^2}$; $6,00^\circ \exp^{-6,50 \times 10^{-5} t} \cos(3,13t)$

9. (Alonso, pg 186, 10.18) Por que razão devem a força e a velocidade estar em fase na ressonância de energia?
10. (Alonso, pg 186, 10.19) Represente a relação $P_{\text{med}}/(P_{\text{med}})_{\text{res}} = \frac{\lambda^2}{[m\omega_f - \frac{k}{\omega_f}]^2 + \lambda^2}$ para vários valores de $Q = \frac{\sqrt{km}}{\lambda} = \frac{\omega_0}{\omega_2 - \omega_1}$ (ver Alonso e Finn, pg 175, nota 10.1).



11. (Alonso, pg 186, 10.20) Analize o significado físico do teorema de Fourier. Em termos deste teorema, explique a diferença de qualidade da mesma nota musical produzida por diferentes instrumentos (ver nota 10.2)