Instituto de Física - UFF
Física Geral e Experimental I/XVIII
Prof. *Hisataki Shigueoka*
e-mail: hisa@if.uff.br

Lista 15: Oscilações[1]

Questões
Todas as respostas devem estar acompanhadas de explicações.

1. Suponha que se dobre a massa do pêndulo de um relógio (inclusive a haste e o peso na extremidade) sem alterar suas dimensões. O relógio andaria mais depressa ou mais lentamente?

2. **(a)** Para dobrar a energia total em um sistema massa-mola que oscila em MHS (Movimento Harmônico Simples), de que fator deve a amplitude aumentar? (i) 4; (ii) 2; (iii) $\sqrt{2}$; (iv) $\sqrt[4]{2}$. **(b)** De que fator irá variar a frequência devido a esse aumento na amplitude? (i) 4; (ii) 2; (iii) $\sqrt{2}$; (iv) $\sqrt[4]{2}$; (v) não se altera.

3. Um bloco suspenso em uma mola ideal oscila para cima e para baixo com umperíodo igual a $10\,s$ sobre a Terra. Se você levar o bloco e a mola para Marte, onde a aceleraçãoda gravidade é apenas $40\,\%$ da gravidade da Terra, qual serø novo período da oscilação? (i) $10\,s$; (ii) mais de $10\,s$;(iii) menos de $10\,s$.

4. Quando um corpo que oscila preso a uma mola horizontal passa por sua posição de equilíbrio é igual a zero. Quando um peso de um pêndulo simples oscilando passa pela posição de equilíbrio, sua aceleração é igual a zero?

Problemas

1. Sobre um trilho de ar sem atrito, um corpo oscila na extremidade de uma mola ideal de constante $2,50\,N/cm$. O gráfico da Fig(1) mostra a aceleração do corpo em função do tempo. Encontre **(a)** a massa do corpo, **(b)** o deslocamento máximo do corpo a partir do ponto de equilíbrio; **(c)** a força máxima que a mola exerce sobre o corpo. **(d)** Escreva a equação para o deslocamento do corpo em função do tempo. *Resp.* **(a)** $2,50\times 10^{-1}$; **(b)** $3,82\,cm$; **(c)** $9,5\,N$. **(d)** $(3,82\,cm)\,Cos(10\,\pi\,t)$

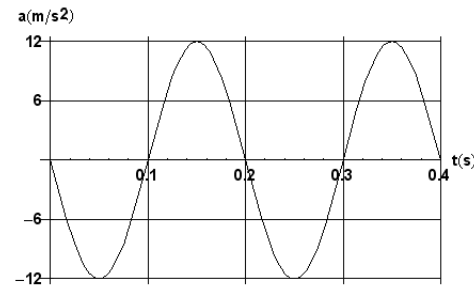

Fig. 1: Probl. (1).

2. Um bloco de massa M preso a uma mola de constante k descreve um movimento harmônico simples horizontal com uma amplitude A_1. No instante em que o bloco passa pela posição de equilíbrio, um pedaço de massa de vidraceiro, de massa m, cai verticalmente de uma pequena altura sobre o bloco e gruda nele. **(a)** Calcule a nova amplitude e o período. **(b)** Repita a parte **(a)** supondo que a massa caia sobre o bloco no momento em que ele está na extremidade de sua trajetória. *Sugestão.* Problema envolve um tipo de colisão, no caso, inelástica. Utilize as leis de conservação para este tipo de colisão. Procure saber a velocidade do bloco M no instante imediatamente antes do impacto e as energias cinética e potencial antes e após a colisão. *Resp.* **(a)** $A_2 = A_1\sqrt{M/(M+m)}$; $T_2 = 2\pi\sqrt{(M+m)/k}$; **(b)** $A_2 = A_1$; $T_2 = 2\pi\sqrt{(M+m)/k}$.

3. A ponta de agulha de uma máquina de costura se move com MHS ao longo de um eixo Ox com uma freuência agual a $2,5\,Hz$. Em $t=0$ os componentes da posição e da velocidade são, respectivamente, $+1,1\,cm$ e $-15\,cm/s$. **(a)** Ache o componente da aceleração da agulha para $t = 0$. **(b)** Escreva equações para os componentes da posição da velocidade e da aceleraçãodo ponto considerado em função do tempo. *Resp.* **(a)** $-2,71\,m/s^2$; **(b)** $(1,46\,cm)\,cos([15,7\,rad/s]\,t + 0,715\,rad)$;

[1] arquivo: LISTA15_Oscilacoes_22010.TEX

$(-22,9\,cm/s)\,sen([15,7\,rad/s]\,t + 0,715\,rad)$; $(-359\,cm/s^2)\,cos([15,7\,rad/s]\,t + 0,715\,rad)$.

4. Este processo tem sido realmente usado para 'pesar' astronautas no espaço. Uma cadeira de $42,5\,kg$ é presa a uma mola e deixada oscilar livremente. uando vazia, a cadeira leva $1,30\,s$ para completar uma vibração. Mas com uma astronauta sentada nela, sem apoiar os pés no chão, a cadeira leva $2,54\,s$ para completar um ciclo. Qual é a massa da astronauta? *Resp.* $120\,kg$

5. Uma bola de $1,50\,kg$ e outra de $2,0\,kg$ são coladas uma na outra, a mais leve embaixo da mais pesada. A bola de cima é presa a uma mola vertical ideal de constante elástica igual a $165\,N/m$, e o sistema está vibrando verticalmente com uma amplitude de $15,0\,cm$. A cola usada para juntar as bolas é velha e fraca, e cede de repente, quando as bolas estão na posição mais baixa de seu moviemnto. **(a)** Por que é mais provável que a cola ceda no ponto **mais baixo** e não em qualquer outro ponto do movimento? **(b)** Calcule a amplitude e a frequência das vibrações depois que a bola de houver se soltado. **(b)** $23,9\,cm$; $1,45\,Hz$

6. Uma pequena esfera de massa m está presa a uma barra de comprimento L com um pivô em uma extremidade superior, formando um pêndulo simples. O pêndulo é puxado lateralmente até um ângulo θ com a vertical e a seguir é libertado a partir do repouso. **(a)** Desenhe um diagrama mostrando o pêndulo logo após o instante em que ele é libertado. No diagrama, desenhe vetores representando as *forças* que atuam sobre a esfera e as *acelerações* da esfera. A precisão é importante! Neste ponto, qual é a aceleração linear da esfera? **(b)** Repita a parte **(a)** para o instante em que o pêndulo forma um ângulo $\theta/2$ com a vertical. **(c)** Repita a parte **(a)** para o instante em que o pêndulo está na direção vertical. Nesse ponto, qual é a velocidade linear da esfera?

7. Um disco de metal sólido, uniforme, de massa igual a $6,50\,kg$ e diâmetro igual a $24,0\,cm$ está suspenso em um plano horizontal, sustentado em seu centro por um fio de metal na vertical. Você descobre que é preciso uma força horizontal de $4,23\,N$ tangente à borda do disco para girá-lo de $3,34^o$, torcendo, assim, o fio de metal. A seguir você remove essa força e liberta o disco a partir do repouso. **(a)** Qual é a constante de torção do fio de metal? **(b)** Qual é a frequência e o período das oscilações de torção do disco? **(c)** Escreva a equação do movimento para $\theta(t)$ do disco. *Resp.* **(a)** $8,71\,N.m/rad$; **(b)** $13,64\,rad/s$; **(c)** $\theta(t) = 5,83 \times 10^{-2}\,cos913,64\,t)$.

8. Dois pêndulos possuem as mesmas dimensões (comprimento L) e massa total m. O pêndulo A é uma esfera bem pequena oscilando na extremidade de uma barra uniforme de massa desprezível. No pêndulo B, metade da massa pertence à esfera e a outra metade à barra uniforme. Encontre o período de cada pêndulo para oscilações peuenas. Qual dos dois pêndulos leva mais tempo para completar uma oscilação? *Resp.:* *A:*$2\pi\sqrt{L/g}$; *B:* $4\pi\sqrt{2/3}\sqrt{L/g} = 0,943\,T_A$; *pêndulo A*.

9. Um pêndulo é formado articulando-se uma vara fina de comprimento L e massa m em torno de um ponto à distância d acima do centro da vara. **(a)** Para amplitudes pequenas, determine o período deste pêndulo em termos de d, L, m e g. **(b)** Mostre que o período tem um valor mínimo quando $d = L/\sqrt{12}$.

10. Um bloco de massa M repousa sobre uma superfície sem atrito e est preso a uma mola horizontal cuja constante elástica é k. A outra extremidade da mola está presa a uma parede, Fig.(2). Um segundo bloco de massa m, repousa sobre o primeiro. O coeficiente de atrito estático entre os blocos é μ_e. **(a)** Faça diagramas das forças aplicadas sobre os blocos. **(b)** Mostre que a amplitude *máxima* possível do MHS para que o bloco superior não deslize sobre o bloco é $(M+m)\mu_e\,g/k$.

11. A um bloco de massa m conectam-se duas molas de constantes elásticas k_1 e k_2 como mostram as Figs.(2(a) e (b)). Em cada caso, o bloco move, realizando movimento periódico de pequena amplitude, sobre uma superfície horizontal sem atrito depois de ser deslocado da posição de equilíbrio e solto. Mostre que o período da oscilação no caso **(a)** é $T = 2\pi\,\sqrt{m(k_1+k_2)/k_1\,k_2}$ e no caso **(b)** é $T = 2\pi\,\sqrt{m/(k_1+k_2)}$.

12. Uma esfera sólida de raio r rola sem deslizar no interior de uma superfície escavada (cocho) de raio $5\,r$ como

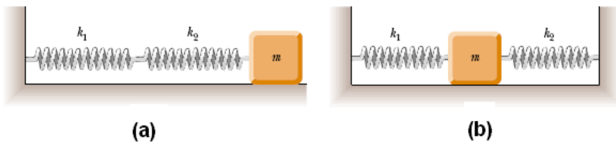

Fig. 2: Probl. (11).

mostra a Fig.(3). Mostre que para oscilaçõesde pequenas amplitudes a partir da posição de equilíbrio perpendicular à superfície escavada, a esfera executa MHS com período de $T = 2\pi\sqrt{28\,r/5g}$.

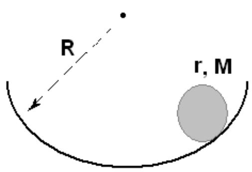

Fig. 3: Probl. (12).

13. Um pêndulo é constituído de uma barra fina e massa desprezível de comprimento L e um corpo de massa M na sua extremidade. Tem uma mola de constante elástica k conectada a ele a uma distância h abaixo do ponto de sustentação, Fig.(4). Encontre a frequência angular do sistema para valores pequenos de amplitude θ. *Resp.* $w = \frac{1}{L}\sqrt{g\,L + k\,h^2/M}$.

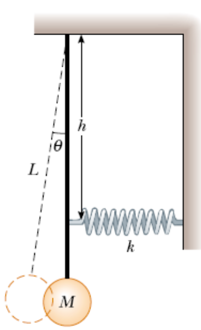

Fig. 4: Probl. (13).

14. Uma barra metálica delgada e homogênea de massa M possui pivô em uma das extremidade. A barra é presa na sua extremidade por uma mola de constante elástica k. Essa possui a extremidade rigidamente presa na superfície horizontal como mostra a Fig.(5). Mostre que a barra, quando é deslocada formando um pequeno ângulo θ de sua posição de equilíbrio horizontal e libertada, realiza movimento harmônico simples de frequência angular $\omega = \sqrt{3k/M}$.

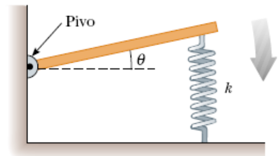

Fig. 5: Probl. (14).