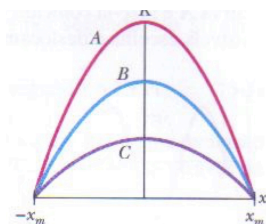


## OSCILAÇÕES E ONDAS – 2016

### LISTA 2



1. A figura ao lado representa a energia cinética de um corpo oscilando ligado a uma mola, em três situações diferentes, com molas A, B e C. Ordene as constantes de mola em sequencia decrescente. ordene os períodos de oscilação também em ordem decrescente.

2. Um pêndulo simples oscila com frequência natural igual a 1,0 Hz. No instante  $t=0$ , o pêndulo é afastado de  $3^\circ$  em relação a vertical e recebe um impulso de modo que sua velocidade tangencial inicial é igual a 0,2 m/s, no sentido de retorno a posição vertical.

Determine o comprimento do pêndulo?

Qual é a amplitude do movimento?

Escreva a equação que descreve o movimento angular do pêndulo equação  $\theta(t)$ .

Qual é altura máxima atingida pelo pêndulo em relação á sua posição de equilíbrio?

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

3. Para um pêndulo que oscila com amplitudes grandes o seu movimento continua sendo periódico, mas não é mais harmônico simples (isto é, não é mais descrito por um função simples, seno ou cosseno). Pode se mostrar que para uma amplitude angular de oscilação  $\theta_0$ , o período será dado por:

$$T = T_0 \left[ 1 + \frac{1}{2^2} \sin^2 \frac{\theta_0}{2} + \dots \right]$$

onde  $T_0$  é o período de um pêndulo com pequenas oscilações:  $T_0=2\pi(L/g)^{1/2}$ , e L é o comprimento do pêndulo.

4. Um pêndulo simples está ajustado para dar a hora certa com amplitude de  $10^\circ$ .

- Quando a amplitude diminui para valores muito pequenos, o pêndulo irá se atrasar ou se adiantar?
- De quanto o pêndulo irá se atrasar ou se adiantar em um dia se a amplitude permanecer pequena?

5. Uma barra fina de comprimento L e massa M, está fixa em um ponto na extremidade e pode oscilar livremente no plano vertical. A barra é deslocada do equilíbrio de um ângulo  $\theta_0$  e abandonada com velocidade angular inicial  $\omega_0$ .

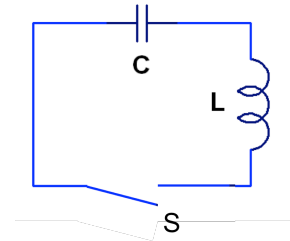
- Faça um diagrama e represente a condição inicial descrita acima. Identifique as forças atuando sobre a barra.
- Qual é o torque atuando sobre a barra em uma situação genérica, onde o ângulo entre a vertical e o eixo da barra é um ângulo  $\theta$ ?
- Escreva a equação diferencial que descreve o sistema na aproximação de pequenas amplitudes.
- Compare essa equação com a do pêndulo simples. Na aproximação de oscilações de pequenas amplitudes, qual é a frequência angular de oscilação desse pêndulo?
- Escreva a equação que descreve o movimento angular da barra  $\theta(t)$ , e indique as constantes de integração, qual o seu significado.

- f) Determine a expressão que fornece a energia potencial gravitacional  $U(t)$ .
- g) Determine a expressão que fornece a energia cinética da barra  $K(t)$ .

6. Um indutor de indutância  $L$  é conectado a um capacitor de capacitância  $C$ , que no instante  $t=0$  possui uma carga  $Q_0$ . O circuito possui uma chave,  $S$  que é fechada e no instante  $t=0$  e a corrente passa a fluir através do circuito.

Escreva a equação diferencial que descreve o comportamento da carga no circuito.

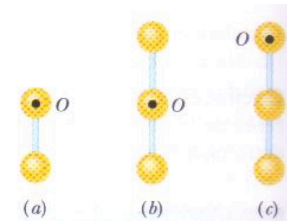
- a) Obtenha uma expressão que descreve o comportamento da carga no circuito  $Q(t)$ .
- b) Qual é a frequência angular de oscilação da carga no circuito.
- c) Descreva a variação da energia elétrica acumulada no capacitor  $U_{el}(t)$ .
- d) Descreva a variação de energia armazenada no indutor  $U_{mag}(t)$ .
- e) A energia total se conserva?



7. Um sistema massa-mola é colocado para oscilar afastando-se o corpo da posição de equilíbrio de uma quantidade igual a  $\mathcal{A}$  e liberando-o a partir do repouso. Após 2 minutos observa-se que a amplitude foi reduzida a um quarto do valor inicial.

- a) Qual é o fator de amortecimento?
- b) Qual é a razão entre a energia média nesse instante e a energia inicial do oscilador?
- c) Explique quais foram suas hipóteses sobre o tipo de movimento executado pelo oscilador para resolver o problema.

8. A figura ao lado mostra três pêndulos físicos, formados por esferas idênticas e de mesma massa e unidas por barras de mesma dimensão. O ponto  $O$  representa o ponto por onde passa o eixo em torno do qual os pêndulos podem oscilar no plano vertical. Identifique os pêndulos em ordem decrescente dos períodos



9. De acordo com sismólogos e geólogos após um terremoto a Terra, em ressonância continua a vibrar com um período igual a 54 minutos e um fator  $Q$  de cerca de 400.

Após um grande terremoto, a Terra continua vibrando por aproximadamente 2 meses.

- a) Determine a porcentagem de energia de vibração perdida em cada ciclo devido as forças de amortecimento.
- b) Mostre que após  $N$  períodos, a energia de vibração é dada por  $E_N = (0,984)^N E_0$ , onde  $E_0$  é a energia original.
- c) Se a energia de vibração original de um terremoto é  $E_0$ , quanto vale a energia após 2 dias?

10. Um oscilador massa-mola com amortecimento fraco, está ligado a um motor e no regime estacionário oscila com a frequência  $\omega = \sqrt{k/m}$ , onde  $k$  é a constante da mola e  $m$  é a massa do corpo ligado a mola. Nessas condições a amplitude de oscilação é igual a  $\mathcal{A}$ . Quais serão os novos valores da amplitude de oscilação no regime estacionário, se o fator de amortecimento for;

- a) reduzido a metade do valor inicial;
- b) duplicado.

- c) Se a mola for substituída por outra de constante elástica  $k'=4k$ , mantendo-se a frequência angular do motor, o que acontece com a amplitude de oscilação?
- 11.** Um oscilador massa-mola com amortecimento subcrítico oscila com frequência  $\omega = 3/5\omega_0$ , ao ser liberado depois de ter sido afastado da posição de equilíbrio.
- Qual é o fator de amortecimento  $\gamma$ ?
  - Determine os valores de  $\gamma_{sc}$  e  $\gamma_c$  para que o amortecimento passe a ser supercrítico e crítico respectivamente.
- 12.** Um oscilador amortecido perde 3,5% de sua energia a cada ciclo.
- Quantos ciclos decorrem até que metade de sua energia inicial tenha sido dissipada?
  - Qual é o fator Q desse oscilador?
  - Se a frequência natural do oscilador é igual a 100 Hz, qual é a largura da curva de ressonância quando o oscilador é forçado por uma força periódica?
- 13.** Um corpo de massa 1,5 kg oscila livremente sobre uma superfície horizontal, preso a uma mola de constante elástica igual a 600 N/m e perde 30% de sua energia em cada ciclo. Esse mesmo sistema é então ligado a um motor que aplica uma força periódica de intensidade máxima  $F_0=0,5$  N.
- Determine o fator Q para esse oscilador.
  - Qual é a frequência angular de ressonância?
  - Variando-se lentamente a frequência de rotação do motor, qual será a largura de ressonância  $\Delta\omega$ ?
  - Qual é a amplitude de oscilação na ressonância?
  - Qual será a amplitude de oscilação para  $\omega=19$  rad/s?
- 14.** Suponha que você dispõe de uma mola de constante elástica igual a 10 N/m e três blocos de massas conhecidas; 10 g, 100 g 200 g, e um motor, cuja frequência de rotação pode ser variada desde 0 até 250 rpm.
- Para fazer uma demonstração do fenômeno de ressonância, que massa deve ser escolhida para que a frequência de ressonância seja em torno de 100 rpm?
  - Descreva como você faria para determinar a constante elástica da mola se essa não fosse conhecida.
  - Como você poderia demonstrar o efeito do amortecimento sobre o movimento de oscilação? Você faria isso com ou sem o motor ligado e por que?