



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2014

3ª FASE – 11 de outubro de 2014



NÍVEL II Prova Experimental

Ensino Médio – 1ª e 2ª séries



LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES ABAIXO:

- 01) Esta prova destina-se exclusivamente a alunos da 1º e 2ª séries do Ensino Médio.
- 02) O **Caderno de Resoluções** possui instruções que devem ser lidas cuidadosamente antes do início da prova. As resoluções devem ser transcritas no local indicado no caderno de resoluções. Respostas fora do local indicado não serão consideradas.
- 03) Leia todas as instruções antes de manipular o kit experimental.
- 04) Todos os resultados numéricos de medidas e cálculos devem ser expressos de acordo com as instruções específicas. É permitido o uso de calculadoras não programáveis.
- 05) A duração desta prova é de **duas horas e trinta minutos**, devendo o aluno permanecer na sala por no mínimo **noventa minutos**.
- 06) **Ao terminar a prova você deverá devolver o cronômetro ao fiscal. O restante do material pode ser levado consigo.**

PADRÕES DE TEMPO E FREQUENCIA

No mundo atual os denominados padrões de tempo-frequência são extremamente importantes porque permitem a sincronização na transmissão de dados, o posicionamento global (GPS), monitoramento do clima, dentre muitas aplicações. Hoje existem padrões com precisão melhor que uma parte em 10^{15} . Um padrão de tempo-frequência é geralmente obtido a partir de um sistema físico que apresenta características periódicas, sendo este denominado de oscilador. Como exemplo de sistemas que apresentam comportamento periódico temos: pêndulo mecânico, sistema massa-mola, um átomo (transições eletrônicas), um sólido cristalino (ondas acústicas). Denominamos de período de oscilação o tempo em que o sistema volta a apresentar as mesmas condições do início de um determinado ciclo. Este tempo é chamado de PERÍODO. No sistema internacional (SI) a unidade de tempo é o segundo. Um segundo é definido hoje como sendo o tempo de 9.192.631.770 de oscilações da radiação emitida por uma particular transição eletrônica do átomo de Césio 133. O número de oscilações é definido como frequência. Uma vez que o tempo é o recíproco da frequência, é relativamente fácil de obter um padrão de tempo a partir de um padrão de frequência. Neste experimento utilizaremos um oscilador baseado num sistema mecânico massa-mola e suas características como período e frequência serão determinadas.

Kit Experimental

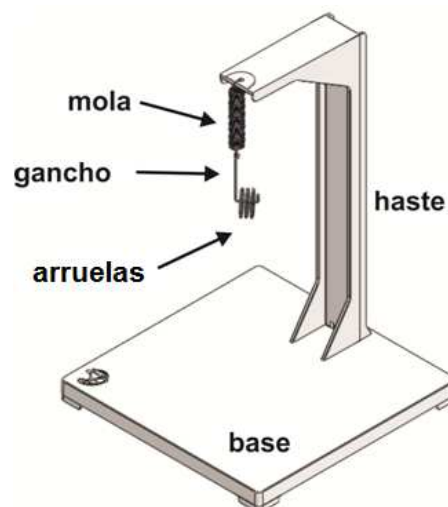
O kit experimental encontra-se numa caixa indicada como “**Kit Experimental**”. Dentro da caixa você irá encontrar:

- uma **base** de plástico;
- uma **haste** de plástico;
- uma **régua** de plástico de 15 cm;
- uma “caixinha” contendo:
 - duas molas com massas iguais a 0,7 g;
 - quatro arruelas iguais de massas 7,5 g (cada);
 - um gancho como massa de 0,3 g.

Obs – os valores da massa das molas e do gancho podem ser desprezados.

Você receberá também um cronômetro digital com precisão de 0,01s.

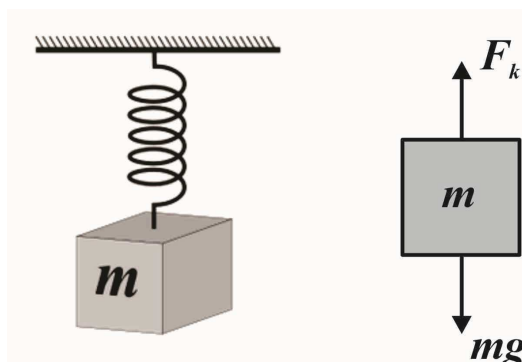
A haste encaixa na base formando um conjunto no qual você deverá realizar os procedimentos experimentais de acordo com o indicado na figura ao lado. **PROCEDA COM CUIDADO NO ENCAIXE DA HASTE NA BASE.**



O cronômetro que será utilizado para definir o padrão de tempo-frequência do sistema massa-mola é o indicado na foto ao lado. Identifique os botões 1,2 e 3. Inicialmente verifique se o cronômetro esta no modo de medida (como indicado na foto). Caso não esteja pressione o botão 3 até que este modo seja selecionado. O botão 1 (start/stop) aciona e para o cronômetro (quando pressionado na sequencia). O botão 2 (reset) “zera” o valor obtido para a realização de outra medida.



Um oscilador massa-mola em equilíbrio sob a ação da gravidade pode ser representado esquematicamente pela figura abaixo:



Na mola atua uma força restauradora que é contrária e diretamente proporcional à sua distensão x . Esta propriedade da mola é conhecida como lei de Hooke. O módulo da força é representado por:

$$F_k = kx$$

sendo k a constante de mola.

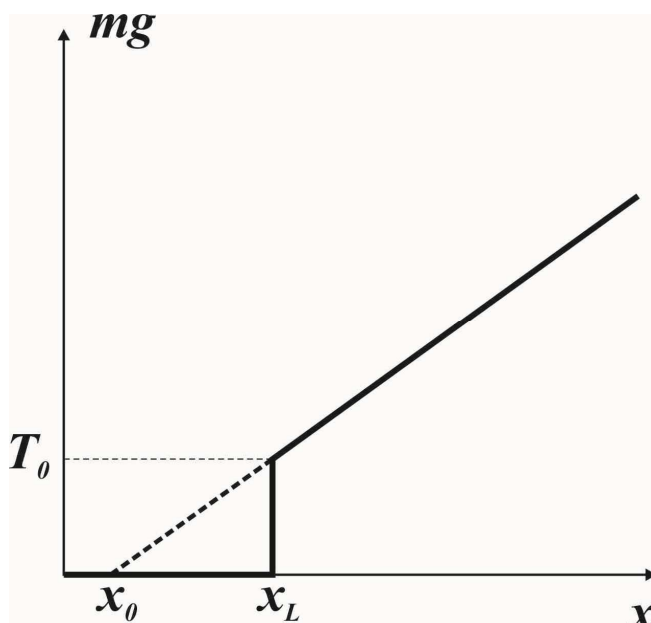
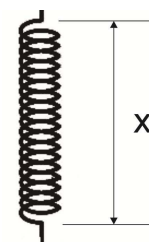
Numa mola ideal há que se considerarem três outros parâmetros:

- a mola tem um comprimento livre o qual representaremos como x_0 ;
- após o processo de fabricação surge uma pré-tensão que faz com que uma força T_0 seja necessária para que a distensão da mola seja maior que o seu comprimento inicial x_L que é o comprimento físico da mola.

Nestas condições a lei de Hooke é representada como:

$$F_k = k(x - x_0)$$

Esta, porém só é válida para $x > x_L$. O gráfico abaixo representa o comportamento de uma mola real pré-tensionada em equilíbrio vertical ($mg = F_k$) com uma massa m na sua extremidade, sendo que g é a aceleração gravitacional local. Para simplificar as análises numéricas será assumido que $g = 1 \text{ cm/s}^2$.



PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

ANÁLISE ESTÁTICA (SISTEMA EM EQUILÍBRIO)

PARTE I –

- a) Meça o comprimento inicial x_l para cada uma das molas e indique o resultado em **cm**. Identifique as molas como MOLA 1 e MOLA 2 (use esta nomenclatura para todos os procedimentos seguintes)
- b) Monte o seu kit experimental de acordo com o esquema. Para cada mola (uma de cada vez) montada na extremidade da haste meça o valor da distensão x (em cm) colocando uma arruela de cada vez até completar as quatro. Anote os valores numa tabela similar a indicada abaixo no caderno de resoluções com seus resultados.

Massa (gramas)	x_1 (cm) – Mola 1	x_2 (cm) – Mola 2

PARTE II –

Com os resultados obtidos na tabela da parte I monte dois gráficos, um para cada mola, da massa total m na extremidade como função da distensão da x . Trace a reta que melhor representa os pontos em cada gráfico. Para cada mola obtenha a partir da análise gráfica os valores de k e x_0 . Apresente o valor da constante de mola em g/s^2 e os valores do comprimento livre em centímetros.

ANÁLISE DINÂMICA

Caso o sistema massa-mola seja retirado do equilíbrio este começará oscilar periodicamente em torno deste ponto, sendo que seu comportamento pode ser representado por uma função harmônica dependente do tempo t :

$$x(t) - x_m = A * \cos(\omega t)$$

onde x_m é a posição de equilíbrio, A é a amplitude máxima de oscilação, $\omega = 2\pi f$ é a frequência angular, com $f = \frac{1}{T}$ a frequência, sendo T o período de uma oscilação.

PARTE III – Coloque as **quatro arruelas** na extremidade de uma das molas. A partir do ponto de equilíbrio, desloque-o de no máximo 2 cm e observe a oscilação do sistema.

- a) Meça o tempo total que o sistema demora em realizar 50 oscilações. Repita o procedimento 5 vezes e indique os valores numa tabela. Para cada valor da tabela obtenha o valor de um período de oscilação e o indique em segundos com dois algarismos significativos após a vírgula. Repita o mesmo procedimento para a outra mola.
- b) Para cada mola calcule o período médio de oscilação. Apresente o seu resultado em segundos e com dois algarismos significativos depois da vírgula. Com o valor do período médio calcule o valor da frequência f em Hz para ambas as molas (com um algarismo significativo depois da vírgula).
- c) No oscilador massa-mola o valor da frequência f é indicado pela expressão abaixo:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Use $\pi = 3$ e calcule com os resultados obtidos na parte III o valor de k para cada mola em g/s^2 . Compare os valores com os obtidos na Parte II.

PARTE IV – ANÁLISE DA PERDA DE ENERGIA DUARANTE O MOVIMENTO DO SISTEMA MASSA-MOLA.

A energia elástica total acumulada na mola é representada como:

$$E = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2$$

Use a mola com o menor valor de k com quatro arruelas e inicie o movimento oscilatório (use a máxima amplitude que puder chegando a tocar as arruelas na base no início). Supondo que a perda de energia elástica é constante por período, faça uma estimativa da perda de energia do oscilador por período. Represente o seu resultado em $\left(\frac{g}{s^2} cm^2\right)$.

ESPAÇO RESERVADO PARA RASCUNHO