Movimentos Periódicos

1 – Objetivos Gerais:

- Verificar experimentalmente o comportamento da força exercida por uma mola em função do alongamento da mola;
- Determinar a constante de rigidez *k* da mola;
- Determinar o período de oscilação do sistema massa – mola em função da massa.

Anote a incerteza dos instrumentos de medida utilizados: σ_{ap}

2 – Experimentos:

2.1 - Força exercida por uma mola e constante elástica da mola:

Vamos estudar experimentalmente como a forca exercida por uma mola depende do alongamento.

1. Observe a posição inicial da extremidade de uma mola. Pendurando diversos corpos com massas crescentes, meça o alongamento (com relação a posição inicial) para o qual o peso é equilibrado pela força exercida pela mola. Construa uma tabela para a massa do corpo suspenso pela mola (m) e o alongamento (x). Você deve obter um mínimo de 6 pares (m,x);

2. Determine, para cada valor de x, a força exercida pela mola (em módulo) e faça um gráfico de F em função de x. Que tipo de função $F(x)$ *é* obtida?

3. Determine a constante de rigidez k através do método gráfico e do método dos mínimos quadrados.

2.2 – Período de oscilação de uma corpo suspenso por uma mola:

Agora vamos procurar descobrir como o período de oscilação depende da massa do corpo, obtendo uma relação simples entre estas duas grandezas.

4. Meça o tempo de 10 oscilações completas de uma massa suspensa pela mola, começando com uma massa de 50 g. Não se esqueça de anotar a incerteza do tempo de dez oscilações, calculada a partir do tempo de reação do operador do cronômetro. Repita esta medida pelo menos três vezes;

5. Repita o procedimento do *item (4)* para outras cinco massas diferentes. Construa uma tabela para o período médio $\langle T \rangle$ de oscilação do corpo suspenso com a sua respectiva incerteza δT , e a massa desse corpo;

6. Faça um gráfico de $\langle T \rangle$ versus *m* em papel log-log;

7. Determine uma expressão que correlacione o período e a massa do corpo, $T=T(m)$;

8. Encontre, a partir do gráfico, o valor da constante da mola *k*. Faça a comparação destes resultados com os da primeira experiência;

9. De onde vem o erro nas medidas realizadas?

10. É uma verdade absoluta que a força elástica da mola é proporcional à x, ou isso é uma aproximação? Em caso de ser uma aproximação, quando esta aproximação não funciona bem?

Tabelas Experiência 5

N	*m(g)*	Δx *(cm)*	*F(N)*
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Tabela 1

N	*m(g)*	$10T_1(s)$	$10T_2(s)$	$10T_3(s)$	$\langle T \rangle (s)$
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Tabela 2

3 – Introdução Teórica:

Batimentos Cardíacos:

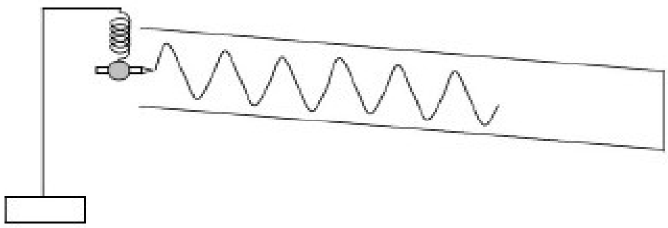
Um bom exemplo de movimento periódico é o movimento do coração que da origem aos chamados batimentos cardíacos. Estes podem ser detectados por um estetoscópio. E um movimento que se repete, mas de forma não totalmente idêntica. Quando observamos um eletrocardiograma, que detecta o mesmo movimento, identificamos duas coisas. Trata-se primeiro de um movimento complexo e segundo, que a distancia temporal entre dois picos sucessivos não é exatamente a mesma: o período não é constante.

Outros Movimentos periódicos:

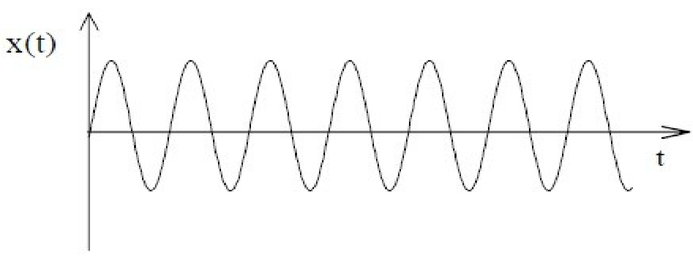
Existem movimentos periódicos mais simples, dentre eles, o movimento circular uniforme que é um exemplo de movimento harmônico simples. Como outros exemplos de movimentos periódicos podemos citar: o movimento de uma massa presa a uma mola, o de uma massa presa a uma lamina flexível, o de uma bola que repica no solo (neste caso o período não é constante mas diminui com o tempo), a vibração de um diapasão.

Movimento Harmônico Simples:

Para estudar esses movimentos é preciso saber como o deslocamento de uma posição, distância ou ângulo, varia com o tempo. Para obter essa dependência $x(t)$ é feito um artifício. Por exemplo, coloca-se uma caneta numa esfera que descreve um movimento vertical que se afirma ser uma movimento harmônico simples. Na frente do movimento da caneta, coloca-se um papel que se desloca horizontalmente com velocidade constante.



Obtém-se assim, um gráfico que tem um aspecto senoidal. Como o movimento horizontal do papel é constante, o eixo horizontal do gráfico é proporcional ao tempo (t). O eixo vertical é o deslocamento da posição (x) . O gráfico fornece portanto, a posição em função do tempo $x(t)$ do movimento harmônico simples, que é uma função periódica devido a ação de uma força $F(x)$ conservativa.



Para realizar qualquer movimento (oscilação) harmônico, é preciso que esta força seja proporcional ao deslocamento porém, com direção oposta, ou seja:

$$\vec{F} = -k\,\vec{x} \quad \text{(Lei de Hooke)} \tag{1}$$

Neste caso, considerando a segunda Lei de Newton, podemos deduzir que a aceleração de um movimento harmônico simples depende da constante k e da massa de corpo:

$$a = \frac{d^2 x}{dt^2} = -\frac{k}{m} x = -\omega^2 x \tag{2}$$

onde ω é a frequência de oscilação harmônica.

A solução geral desta equação diferencial é (como no caso de um pêndulo):

$$x(t) = A\cos(\omega t + \phi) \tag{3}$$

onde A e ϕ são constantes de integração: A é a amplitude e ϕ é a fase de oscilação harmônica. Estas constantes não são definidas pela equação de movimento e sim são definidas a partir das condições iniciais do movimento. É importante destacar que a frequência não depende da amplitude de oscilação.

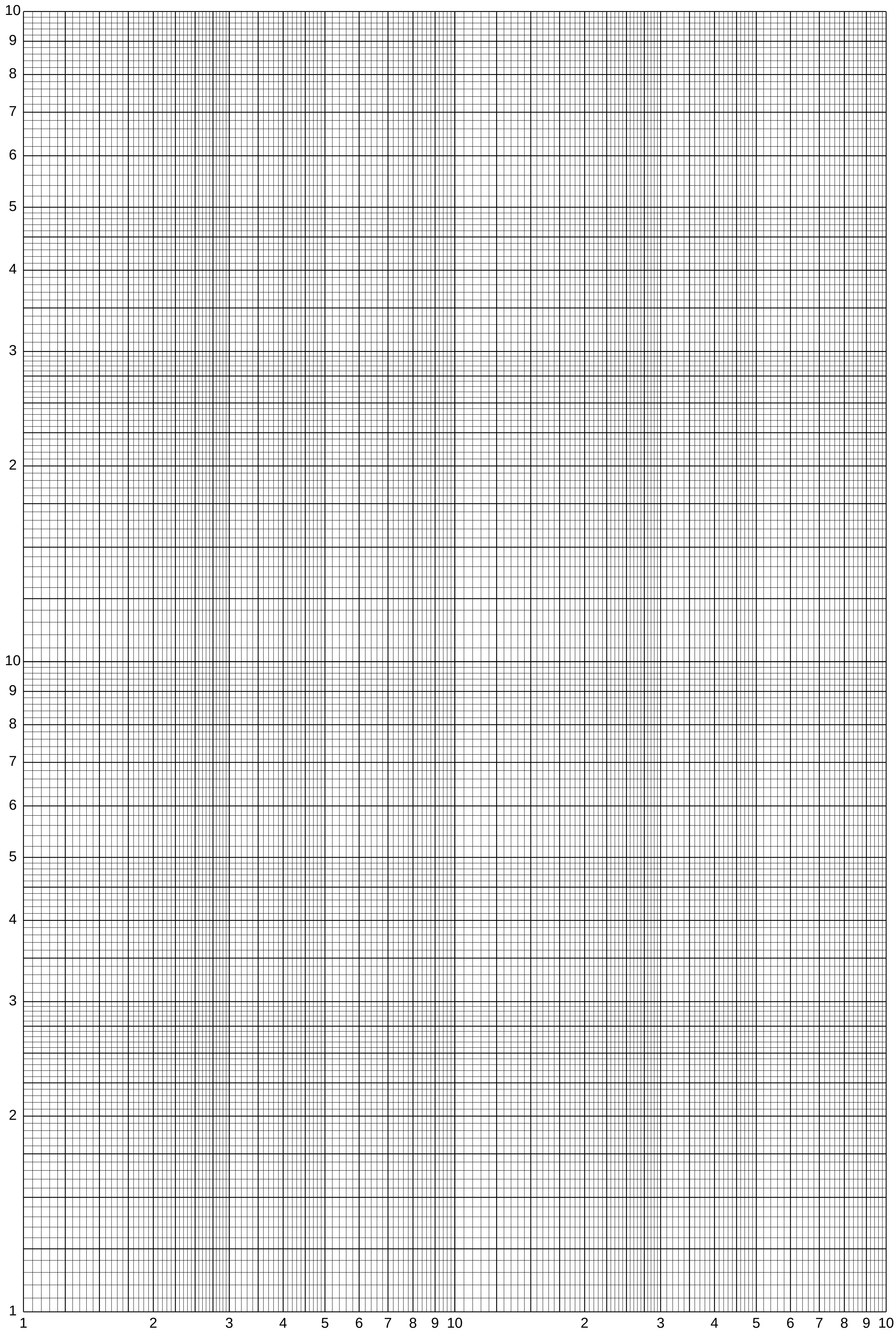
Usando a periodicidade da função cosseno e a fórmula para frequência, temos que o período T do movimento harmônico simples é dado por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \tag{4}$$

Esta fórmula permite determinar o período de oscilação, uma vez conhecida a massa, a constante da mola k (constante de rigidez). Alternativamente, esta constante pode se determinada de uma maneira simples ou seja, pela medida do deslocamento do peso preso a mesma mola.

Referências:

Curso de Física Básica - vol 2, H. Moysés Nussenzveig ;
Fundamentos de Física - vol. 2, Halliday-Resnick;
Física Experimental - Manual de Laboratório para Mecânica e Calor, R. Axt, V. H. Guimaraes.


10
9
8
7
6
5
4
3
2
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 2 3 4 5 6 7 8 9 10