UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – CCN
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

DISCIPLINA: FÍSICA EXPERIMENTAL I
Prof. Dr. : JEREMIAS ARAÚJO

Experiência IX: Movimento Harmônico Simples

1.INTRODUÇÃO:

Muitas coisas vibram ou oscilam na natureza, de forma harmônica, repetindo quantidades cinemáticas no tempo. Vibração de um garfo e movimento da criança num balanço de um parque são situações de MHS. Todo movimento que se repete em intervalos de tempo iguais é chamado de periódico ou harmônico, mais precisamente, poderíamos dizer que no movimento periódico o móvel repete a trajetória, velocidade e aceleração no tempo. Como exemplos, citamos:

a) o movimento circular uniforme

b) o movimento da Terra em torno do Sol

c) o movimento de um pêndulo

d) o movimento de uma lâmina vibrante

e) o movimento de uma massa presa à extremidade de uma mola, etc.

As equações do movimento periódico são expressas a partir de funções periódicas, limitadas. De um modo geral os movimentos periódicos compostos podem ser tratados como superposição de movimentos periódicos mais simples, cujas funções horárias são senos e cosenos trigonométricos.

Movimento Harmônico Simples

Um movimento é dito oscilatório ou vibratório quando o móvel se desloca periodicamente sobre uma mesma trajetória, indo e vindo para um lado e para outro em relação a uma posição média de equilíbrio.

Essa posição é o ponto sobre a trajetória, para o qual a resultante das forças que agem sobre o móvel, quando aí passa, é nula. Desse tipo são: o movimento de um pêndulo, o movimento de uma lâmina vibrante, o movimento de um corpo preso a extremidade de uma mola e o movimento vibratório de um átomo em relação ao centro de massa da molécula que o contém. Vejamos, para fixar a idéia, o movimento realizado por uma régua plástica presa à extremidade de uma mesa e posta a oscilar por ação de uma força externa.

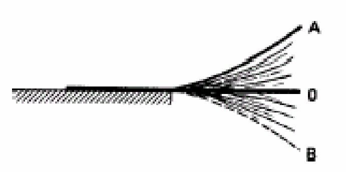

Figura 1 Mostra o MHS de uma régua plástica.

Na figura 1 temos o ponto 0 como sendo a posição de equilíbrio. Na medida em que tiramos a régua dessa posição e a aproximamos do ponto A uma força na régua, de caráter elástico tende a conduzi-la de volta à posição de equilíbrio; quanto mais nos aproximarmos de A, é claro que afastando-nos do 0, essa força - a que chamamos força restauradora - cresce. Se largarmos a régua em A, por ação da força restauradora, ela começa a retornar ao ponto 0. Na medida em que esse retorno ocorre, a velocidade da régua cresce e ao chegar no equilíbrio, em função da inércia, ela não pára, movimentando-se, então, em direção a B. Entretanto, no momento em que passar de 0, novamente surge a força restauradora que fará a sua velocidade decrescer até se anular no ponto B, onde a força será máxima. A partir desse ponto a régua retorna a 0 com velocidade crescente. Aí chegando novamente, não pára, devido a inércia. E assim a régua continuará oscilando até cessar o movimento em função do atrito. Aliás, os movimentos oscilatórios que conhecemos não apresentam a característica da periodicidade devido ao atrito. As oscilações que nos são comuns são as que chamamos movimentos oscilatórios amortecidos. Portanto, para que possamos estudar esse movimento iremos sempre desprezar qualquer forma de atrito.

Período e Freqüência

Período (T) de um movimento periódico é o tempo decorrido entre duas passagens consecutivas do móvel por um mesmo ponto da trajetória (apresentando as mesmas características cinemáticas). Como se trata de um intervalo de tempo, a unidade de período é o segundo no SI.

Freqüência (f) de um movimento periódico é o inverso do período. A freqüência representa o número de vezes que o móvel passa por um mesmo ponto da trajetória, com as mesmas características cinemáticas na unidade de tempo. A unidade de freqüência é o inverso da unidade de tempo ou seja 1/segundo. Esta unidade no SI é também chamada "Hertz" (Hz).

$1\ s^{-1} = 1\ Hz$

Se o móvel oscila em torno de sua posição de equilíbrio por ação de uma força que seja proporcional às elongações, então o movimento oscilatório é dito harmônico simples. Assim, sendo o corpo deslocado "x", do equilíbrio, por ação de uma força restauradora F, essa será dada por:

F = -k x   (1)

onde o sinal (-1) indica que o sentido da força será contrário ao deslocamento Observamos que a força restauradora é tal que é sempre dirigida para a posição de equilíbrio, sendo por isso, algumas vezes, chamada força central.

Figura 2.Vemos o aparato experimental da prática. Mola mais peso no suporte e o sonar.

2.Objetivos

- Medir a posição e velocidade em função do tempo para um sistema massa-mola.
- Comparar e observar o movimento de um sistema massa-mola com o modelo matemático de um oscilador Harmônico simples.
- Determinar a amplitude o período e a constante de fase observada no movimento Harmônico simples.

3.Materiais:

Windows PC

Interface Mola

Detector de movimento(sonar)

Massas de(4x50g) 200-g e (6X50g)300-g

4.Procedimento

1. Prenda a mola na horizontal e pendure a massa nela como mostra a figura 2, meça sua posição de equilíbrio em relação ao detetor de movimento e anote na tabela de dados;

2. Conecte o detetor de movimento(sonar) na porta da Interface ou foto sensor no cronômetro digital;
3. Coloque o detetor de movimento abaixo da massa ou foto sensor paralelamente ao pesos;
4. Abra o arquivo “Exp” na pasta *correspondente*. Gráficos de distancia *vs*. tempo e velocidade *vs*. tempo serão mostrados;
5. Puxe a massa 1,0cm (este é o valor da amplitude) para baixo (tomando cuidado de não derruba-la) e solte-a, a seguir clique em 

espere que os 10 segundos de coleta acabem;
6. No menu *analyze* clique em *Statistics,* anote os valores médio e mínimo na tabela de dados;
7. No menu *analyze* clique em *Examine,* coloque o cursor em um dos picos superiores do gráfico posição x tempo e anote o valor do tempo, depois coloque o cursor no próximo pico superior e anote o valor do tempo;
8. Calcule o valor do período, da freqüência e da velocidade angular. anote na tabela de dados;
9. no menu *analyze* clique em *Automatic curve fit* escolha a opção *sine* e depois clique em *Try Fit* e depois em *ok*
10. Anote a equação e os valores de A, B e C que serão fornecidos pelo computador
11. Repita os passos anteriores com a massa de 150-g, movendo com uma amplitude maior que na primeira tentativa.
12. Mude a massa para 150 g e repita passos preliminares. Use uma amplitude de aproximadamente 5 cm. Guarde uma boa tentativa feita com esta 200-g massa na tela.

5.RESULTADOS

PREENCHER A TABELA DE DADOS

unid	Massa (g)	y_0 (cm)	*A* (cm)	*T* (s)	*f=1/T* (Hz)
1	150				
2	150				
3	200				
		D	A	T=1/f	B/2π
1	150				
2	150				
3	200				

Tabela 1. Dados experimentais obtidos e ajuste da função seno.

Com os dados da função seno preencher a tabela 1, com os valores teóricos obtidos através do ajuste a parte inferior da tabela 1.

Respectivamente temos os gráficos obtidos para a posição x tempo em cada tentativa:

Temos agora, respectivamente, os gráficos da velocidade x tempo em cada caso:

Observemos que a velocidade está sempre defasada em relação a velocidade. Isso pode ser visto pelas equações da posição e velocidade de uma onda, pois aquela é traduzida por uma função coseno e esta por uma função seno. É de nosso conhecimento que estas duas funções são defasadas de $\pi/2$ rad. Isso pode ser observado nos gráficos acima.

Continuando a análise dos gráficos da velocidade x tempo e posição x tempo, observamos que quando a velocidade é máxima, a posição é mínima, ou seja, no ponto de equilíbrio a energia cinética do sistema é máxima. Quando a amplitude é máxima a energia cinética é mínima e a energia potencial é máxima. Isso pode ser visto com as equações de energia.

Através da tabela confirmamos que a freqüência depende da massa do corpo, sendo dada pela expressão já conhecida :

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

onde k é a constante da mola.

Outro dado importante é obtido pela análise do período e freqüência nas duas primeiras tentativas, onde amplitude foi variada e o período não variou e consequentemente a freqüência também não.

Olhemos para o gráfico da posição x tempo para a terceira tentativa. Utilizando a função Curve Fitting do Logger pro e a amplitude, posição inicial e freqüência da tabela 1, podemos encontrar a constante de fase para a nossa curva, em t=0. Assim podemos comparar os valores experimentais e o obtido pela regressão da função feito pelo Logger. Veja:

Encontramos como valor satisfatório ______. Em seguida temos o gráfico com o curve de ajuste:

Considerando a defasagem de $\pi/2$ rad da função seno em relação a co-seno , chegamos a um valor para a constante de fase, segundo o computador:

θ = C= ________

O que é um valor bem satisfatório, comparando o resultado do computador como os dados medidos experimentalmente.

6.Referência Bibliográfica

I. RESNICK, Robert. HALLIDAY, David. KRANE, Kenneth S. ***Física1 e 2.*** 4 ed. Rio de Janeiro, 1996.

II. Pauli, Ronald Ulysses; Majorana Félix Savério; Heilmann, Hans Peter; Chohfi, Carlos Armando. Física 1 Mecânica. São Paulo: EPU, 1978.

III. Feynman, Richard P; Leighton; Sands, Matthew. The Feynman Lectures on Physics. V1. Addison – Wesley , 1977.

IV. Nussenzveig, H. Moysés. Curso de Física básica v2. São Paulo: Edgard Blucher, 1987.

V. http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2001/pendulo/pendulosimples_html.htm