UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

LABORATÓRIO DE MECÂNICA

PRÁTICA 4: PÊNDULO SIMPLES

* 1. **OBJETIVOS**
* Verificar as leis do pêndulo.
* Determinar a aceleração da gravidade local.

**4.2 MATERIAL**

* Pedestal de suporte com transferidor;

- Massas aferidas m1 e m2;

* Cronômetro (alternativamente pode ser usado a função cronômetro de um celular);
* Fita métrica;
* Fio (linha).
  1. **FUNDAMENTOS**

Pêndulo simples é o sistema constituído por uma massa puntiforme, presa à extremidade de um fio inextensível e de massa desprezível, capaz de se mover, sem atrito, num plano vertical, em torno de um eixo situado em sua outra extremidade. Pela própria definição, vemos que o pêndulo simples é uma concepção ideal. O que montaremos é aproximadamente um pêndulo simples.

Figura 4.1. Pêndulo simples.



Fonte: o autor.

Quando afastada da posição de equilíbrio e solto, o pêndulo oscila sob a ação da gravidade. O movimento é oscilatório e periódico. Numa posição qualquer, afastada de um ângulo  da posição de equilíbrio, as forças aplicadas à massa são: mg (peso) e T (tração no fio ). Decompondo o peso conforme indica a Figura 4.1, obtemos as componentes mgcos e mgsen. A resultante da tração e mgcos produz a aceleração centrípeta. A outra componente, mgsen, é a força restauradora que age sobre m . Ela não é proporcional à alongação  e sim a sen,

F = - mgsen (4.1)

Para que o movimento seja harmônico simples é necessário que a força restauradora seja proporcional ao deslocamento e dirigida no sentido oposto.

Podemos substituir sen por , caso  seja pequeno. Esta aproximação é válida para  <  rad (  < 150 ).

Da Figura 4.1 podemos ver que: AB = L , ou  = AB / L , logo,

F = - mg ( AB / L ) (4.2)

Assim, no caso de pequenas oscilações, a força restauradora é proporcional e de sentido oposto à elongação medida sobre o arco considerado retilíneo. Note que esta é, exatamente, a característica do movimento harmônico simples.

Como m, g , e L são constantes, podemos expressá-las por

k = mg / L (4.3)

Temos então:

F = - k x (4.4)

Sabemos que o período T, de um movimento harmônico simples é dado por:

T = 2 (4.5)

Substituindo o valor de k, Equação 4.3, na equação acima, temos:

(4.6)

que é a equação do período do pêndulo simples, para pequenas amplitudes. Vemos daí que o período de um pêndulo simples depende apenas do comprimento do pêndulo e do valor da aceleração da gravidade.

DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE, g:

Elevando-se ao quadrado a Equação 4.6, vem:

 (4.7)

ou seja,

 (4.8)

A equação acima é do tipo y = kx, então, fazendo-se o gráfico de T2 versus L, deveremos obter uma reta cujo coeficiente angular é dado por:

 (4.9)

ou

 (4.10)

Do gráfico de T2 versus L poderemos obter  e assim determinar a aceleração da gravidade g.

**Relembrando:**

*PERÍODO* de um pêndulo é o intervalo de tempo gasto pelo pêndulo para realizar uma oscilação completa. Representá-lo-emos pela letra T.

*ELONGAÇÃO* de um pêndulo, em um instante, é o ângulo que, no instante considerado, o pêndulo forma com a vertical (posição de equilíbrio).

*AMPLITUDE* de um pêndulo é sua elongação máxima.

* 1. **PROCEDIMENTO**

1- Anote a massa dos corpos:

|  |
| --- |
| m1 (massa menor) =  m2 (massa maior) = |

2- Ajuste o comprimento do pêndulo de modo que tenha 25 cm do ponto de suspensão até o centro de gravidade do corpo;

3- Desloque o corpo da posição de equilíbrio (deslocamento angular igual a 15 0) e determine o tempo necessário para o pêndulo executar 10 (dez) oscilações completas. Para minimizar os erros, é recomendável que o operador do cronômetro seja o mesmo que larga o pêndulo a oscilar.

OBS: O TEMPO DE REAÇÃO HUMANO É DE ALGUNS DÉCIMOS DE SEGUNDO; EMBORA O CRONÔMETRO REGISTRE ATÉ OS CENTÉSIMOS DE SEGUNDO, SÓ FAZ SENTIDO VOCÊ ANOTAR O TEMPO OBTIDO MANUALMENTE, ATÉ OS DÉCIMOS DE SEGUNDO.

Repita 3 (três) vezes e determine o T médio (em s). Use somente a massa (m1), como indicado na Tabela 4.1 ( próxima página).

4- Repita a experiência para os comprimentos: 25 cm, 50 cm, 75 cm, 100 cm, 120 cm, 140 cm e 150 cm e Complete a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Resultados experimentais para o pêndulo simples.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L(cm) | (graus) | m(gramas) | 10T(s) | | | Tm(s) | (Tm)2(s2) |
| L1=25 | 1=15 | m1= | 10T1= | 10T1= | 10T1= | T1= | T12= |
| L2=50 | 2=15 | m1= | 10T2= | 10T2= | 10T2= | T2= | T22= |
| L3=75 | 3=15 | m1= | 10T3= | 10T3= | 10T3= | T3= | T32= |
| L4=100 | 4=15 | m1= | 10T4= | 10T4= | 10T4= | T4= | T42= |
| L5=120 | 5=15 | m1= | 10T5= | 10T5= | 10T5= | T5= | T52= |
| L6=140 | 6=15 | m1= | 10T6= | 10T6= | 10T6= | T6= | T62= |
| L7=150 | 7=15 | m1= | 10T7= | 10T7= | 10T7= | T7= | T72= |

5- Mantenha o comprimento em 120 cm e estude a influência da amplitude sobre o período. Proceda como indicado na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Resultados experimentais para o estudo da **influência da amplitude** sobre o período do pêndulo simples.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L(cm) | (graus) | m(gramas) | 10T(s) | | | Tm(s) | (Tm)2(s2) |
| L=120 | 1=15 | m1= | 10T5= | 10T5= | 10T5= | T5= | T52= |
| L=120 | 1=10 | m1= | 10T8= | 10T8= | 10T8= | T8= | T82= |

6- Mantenha o comprimento em 120 cm e estude a influência da massa e da amplitude sobre o período. Proceda como indicado na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Resultados experimentais para o estudo da **influência da massa** sobre o período do pêndulo simples.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L(cm) | (graus) | m(gramas) | 10T(s) | | | Tm(s) | (Tm)2(s2) |
| L=120 | 1=10 | m1= | 10T8= | 10T8= | 10T8= | T8= | T82= |
| L=120 | 2=10 | m2= | 10T9= | 10T9= | 10T9= | T9= | T92= |

**Observações**

Os tempos devem ser medidos em segundos e anotados com uma casa decimal. O cálculo do período médio em cada caso deve obedecer às regras das operações com algarismos significativos, assim como os demais cálculos. Desta forma, embora as medidas dos períodos devam ser anotadas em segundos com somente uma casa decimal, o valor médio do período em segundos pode ter mais de uma casa decimal.

OBS: Os gráficos devem seguir as recomendações contidas no arquivo: CONFECÇÃO DE GRÁFICOS.

* 1. **QUESTIONÁRIO**

1. Trace o gráfico do período, T em função do comprimento do pêndulo, L (para os dados experimentais da Tabela 4.1).
2. Trace o gráfico de T2 em função de L (para os dados experimentais da Tabela 4.1).
3. Dos resultados experimentais é possível concluir-se que os períodos independem das massas? Justifique.
4. Dos resultados experimentais o que se pode concluir sobre os períodos quando a amplitude passa de 10o para 15o? Justifique.
5. Qual a representação gráfica que se obtém quando se representa T x L? Explique.
6. Idem para T2 x L . Explique.
7. Determine o valor de “g” a partir do gráfico T2 x L (indique os valores numéricos utilizados nos cálculos).
8. Qual o peso de uma pessoa de massa 68,00 kg no local onde foi realizada a experiência?
9. Qual o peso da pessoa da questão anterior na lua?
10. De acordo com o valor de g encontrado experimentalmente nesta prática, qual seria o comprimento para um período de 2,0 s?