

## Experimento $B_3$ : Pêndulo Físico

### Objetivos

- Determinar o período de oscilação de um pêndulo físico;
- Determinar o centro de oscilação de um pêndulo físico de diferentes formatos;
- Determinar experimentalmente o comprimento do pêndulo simples que oscila em sincronia com um pêndulo físico de diferentes formatos.

### Apresentação

- Pêndulo Físico

Um corpo rígido que pode oscilar verticalmente em torno de um eixo perpendicular ao seu plano pode ser chamado de um pêndulo físico. O período de oscilação de um pêndulo físico dependerá da forma como o pêndulo foi construído e, para pequenas oscilações, pode ser escrito como:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{gmd}}$$

em que  $m$  é a massa do corpo e  $d$  é a distância entre eixo de oscilação e o centro de massa do corpo rígido. O momento de inércia,  $I$ , relativo a um eixo paralelo ao centro de massa é dado por:

$$I = I_{CM} + md^2.$$

em que  $I_{CM}$  é o momento de inércia do sistema relativo a um eixo que passa pelo centro de massa e dependerá da estrutura do corpo de massa  $m$  que, em nosso experimento, poderá ser uma barra, um disco ou uma placa retangular.

Para a barra de comprimento  $a$ ,  $I_{CM} = \frac{1}{12}ma^2$ .

Para o disco de raio  $r$ ,  $I_{CM} = \frac{1}{2}mr^2$ .

Para a placa retangular fina de altura  $a$  e largura  $b$ ,  $I_{CM} = \frac{1}{12}m(a^2 + b^2)$ .

### Material Utilizado

- Tripé com uma haste longa;
- Pêndulo simples;
- Sistema de regulagem de comprimento;
- Pêndulo físico: barra, disco e uma placa retangular;
- Régua;
- Cronômetro.

### Procedimento

1. Monte o sistema conforme a figura 1. Certifique-se de o equipamento esteja nivelado.



Figura 1: Montagem do experimento com o Pêndulo Físico.

2. Prenda o corpo rígido em forma de barra pelo ponto  $P$  e deixe-o oscilar, com uma pequena amplitude, em torno do ponto de equilíbrio. Deixe o pêndulo oscilar por 10 vezes e anote o tempo gasto para as oscilações. Repita o procedimento por 5 vezes e anote na Tabela 1. Obtenha o período e frequência médios.
3. Modifique o ponto de suspensão da barra para o ponto  $O$  e repita o procedimento. Complete a Tabela 1.
4. Suspenda o pêndulo físico pelo ponto  $G$ , deixe-o oscilar por 10 vezes e anote os valores na Tabela 1.
5. Mantenha o pêndulo suspenso pelo ponto  $O$ . Regule o comprimento do fio do pêndulo simples até que a marca central do corpo suspenso esteja alinhada com a extremidade inferior do pêndulo físico.
6. Meça o comprimento do segmento  $L_{exp} = \overline{PO}$  e anote seu resultado.
7. Deixe o pêndulo simples completar 10 oscilações e anote o tempo de cada oscilação. Obtenha o período de cada oscilação e determine o período médio. Anote todos os dados na Tabela 1.
8. Coloque o pêndulo físico suspenso pelo ponto  $O$  e o pêndulo simples de comprimento com o comprimento ajustado anteriormente para oscilarem simultaneamente e observe o que ocorre. Anote os seus resultados.
9. Substitua a barra pela placa circular e repita o procedimento anterior, anotando os dados na Tabela 2.

### Análise dos dados e discussão

1. Para cada pêndulo físico, compare os valores obtidos para o período de oscilação para cada um dos dois pontos de sustentação. O que você pode concluir?
2. Obtenha, teoricamente, o período de oscilação para cada um dos pêndulos físicos usados e compare com o resultado experimentalmente obtido. Faça o cálculo considerando os dois pontos de sustentação ( $P$  e  $O$ ). O que você pode concluir? Lembre-se que o momento de inércia do pêndulo físico será diferente nas duas situações.

3. Compare os valores obtidos experimentalmente para o período de oscilação do pêndulo físico (nos pontos  $P$  e  $O$ ) com o período de oscilação do pêndulo simples. Discuta seu resultado.
4. Mostre que para que os períodos de oscilação dos pêndulos físico e simples sejam iguais, o comprimento do fio do pêndulo simples deve ser  $L = \frac{I}{md}$ . Este valor nos permite obter o centro de oscilação do pêndulo físico.
5. Compare a medida do segmento  $L_{exp} = PO$  experimentalmente obtido com o valor de  $L$  que você pode obter teoricamente e verifique se o resultado obtido no seu experimento concorda com o resultado teórico. Discuta seu resultado.
6. Com os dados obtidos para o pêndulo físico (barra e disco) suspenso pelo ponto  $G$ , obtenha o momento de inércia do pêndulo e compare com o resultado teórico. Discuta seus resultados.

### Referências Bibliográficas

- YOUNG, H.D.; FREEDMAN, R.A.; Sears e Zemansky Física I: Mecânica, 12.Ed., São Paulo: Addison Wesley (2008)
- Livro de Atividades Experimentais, CIDEPE

## Experimento $B_3$ : Pêndulo Físico

### Folha de dados

Professor: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Alunos:

- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_
- 4 \_\_\_\_\_

Tabela 1: Tempo de 10 oscilações completas para o pêndulo físico em forma de barra.

$n$	Ponto $P$			Ponto $O$			Ponto $G$			Pêndulo Simples		
	$t (s)$	$T (s)$	$f (s^{-1})$	$t (s)$	$T (s)$	$f (s^{-1})$	$t (s)$	$T (s)$	$f (s^{-1})$	$t (s)$	$T (s)$	$f (s^{-1})$
1												
2												
3												
4												
5												
$T_m$												
$f_m$												

Para a barra:  
 $L_{exp} = PO =$

Tabela 2: Tempo de 10 oscilações completas para o pêndulo físico em forma de placa circular.

$n$	Ponto $P$			Ponto $O$			Ponto $G$			Pêndulo Simples		
	$t (s)$	$T (s)$	$f (s^{-1})$	$t (s)$	$T (s)$	$f (s^{-1})$	$t (s)$	$T (s)$	$f (s^{-1})$	$t (s)$	$T (s)$	$f (s^{-1})$
1												
2												
3												
4												
5												
$T_m$												
$f_m$												

Para a placa circular:  
 $L_{exp} = \overline{PO} =$