



Relatório Laboratorial



TAGUS PARK

Oscilações do **Pêndulo Físico**

DIA DA SEMANA: _____
GRUPO: _____

DATA: _____



Nº: _____ Nome: _____

Nº: _____ Nome: _____

Nº: _____ Nome: _____

NOTA: A azul estão cálculos que podem e devem ser feitos antecipadamente.

	Massa	Dimensão	Momento de Inércia
Rolamento	$M_R = 9 \text{ g}$	$R = 1.1 \text{ cm}$	$I_R = \frac{1}{2} M_R R^2 =$
Vara	$M_V = 54 \text{ g}$	$L_V = 50 \text{ cm}$	$I_V = \frac{1}{3} M_V L_V^2 =$
Peso	$M_P = 25 \text{ g}$	$L_P = 5 \text{ cm}$	$I_{P(CM)} = \frac{1}{12} M_P L_P^2 =$

Tabela 1: Valores do Pêndulo Físico usado.

Ângulos usados	Períodos medidos	Período médio medido	Período teórico
Grandes ângulos (ex. 45°)	_____	$\left\{ \begin{array}{l} T_{Grande} = \\ \Delta T_{Grande} = \end{array} \right.$	$T_{40^\circ} =$

Médios ângulos (ex. 30°)	_____	$\left\{ \begin{array}{l} T_{Médio} = \\ \Delta T_{Médio} = \end{array} \right.$	$T_{25^\circ} =$

Pequenos ângulos (ex. 10°)	_____	$\left\{ \begin{array}{l} T_{Pequeno} = \\ \Delta T_{Pequeno} = \end{array} \right.$	$T_{10^\circ} =$

Todos ângulos	_____	$\left\{ \begin{array}{l} \bar{T} = \\ \Delta \bar{T} = \end{array} \right.$	$T_0 =$

Tabela 2: Valores para Pêndulo constituído só por Vara (sem o Peso)

1. Análise da variação do período com o ângulo máximo da oscilação.

Expressão aproximada para pequenos ângulos:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I}{Mgy_{CM}}} \quad \text{com} \quad \left[I = I_R + I_V \quad ; \quad M = M_R + M_V \quad ; \quad y_{CM} = \frac{M_V \frac{L_V}{2}}{M_R + M_V} \right]$$

Expressão não aproximada: $T = T_0 \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \left(\frac{\alpha_0}{2} \right) + \frac{9}{64} \sin^4 \left(\frac{\alpha_0}{2} \right) + \dots \right)$ sendo α_0 o ângulo máximo inicial.

1.1. Preencha a coluna do período teórico do Quadro anterior.

1.2. Calcule o erro relativo previsto pelo modelo teórico:

$$\Delta T_{\text{teórico}} = \frac{T_{40^\circ} - T_0}{T_0} =$$

$$\left| 1 - \Delta T_{\text{teórico}} \right| * 100 = \quad \%$$

1.3. Avalie o erro relativo experimental:

$$\Delta T_{\text{experimental}} = \frac{T_{\text{grande}} - T_{\text{pequeno}}}{T_{\text{pequeno}}} =$$

$$\left| 1 - \Delta T_{\text{experimental}} \right| * 100 = \quad \%$$

1.4. Avalie o valor de \bar{T} que vai ser tomado daqui em diante como representativo do valor do período do nosso pêndulo físico. Podemos considerar o seu erro associado como aceitável? Qual o g previsto?

2. Comparação com o pêndulo matemático.

Muitas vezes é usado como modelo aproximado do pêndulo físico um pêndulo matemático colocado no Centro de Massa do pêndulo físico. Analise o erro que se comete se o fizéssemos neste caso.

2.1. Calcule a posição do CM e do período:

$$y_{CM} = \frac{M_V \frac{L_V}{2}}{M_R + M_V} =$$

$$T_{\text{matemático}} = 2\pi \sqrt{\frac{y_{CM}}{g}} =$$

2.2. Altera-se significativamente o resultado anterior se desprezarmos a massa do rolamento?

2.3. Calcule o erro teórico:

$$\left| \frac{T_{\text{físico}} - T_{\text{matemático}}}{T_{\text{físico}}} \right| * 100 = \quad \%$$

2.4. Calcule o erro experimental:

$$\left| \frac{T_{\text{experimental}} - T_0}{T_0} \right| * 100 = \quad \%$$

2.5. Admitindo que o erro anterior provem apenas do valor de g , calcule o g_{exp} .

$$T_{\text{exp}} = \frac{2\pi}{\sqrt{g_{\text{exp}}}} \sqrt{\frac{2}{3} L_V + \frac{M_R R^2}{M_V L_V}} \Rightarrow g_{\text{exp}} =$$

Posição do peso (x) (cm)	Período experimental (T) (s)	Valor médio Experimental (T) (s)	Período teórico T0 (s)
48.5			
43.5			
38.5			
33.5			
28.5			
23.5			
18.5			
13.5			
10.0			
8.5			
5.0			
4.0			

Tabela 3: Vara com peso (CM do peso na posição x).

3. Análise da variação do período com a posição do peso ao longo da vara.

Com base nas expressões teóricas deduzidas na parte III do Guia, responda às questões seguintes:

3.1. Determine a posição do CM do pêndulo em função da posição x do peso e preencha a respectiva

coluna do Quadro 4 :

$$y_{CM}(x) = \frac{M_V \frac{L_V}{2} + M_P x}{M_R + M_V + M_P}$$

3.2. Determine o período do pêndulo matemático equivalente e preencha a respectiva coluna do Quadro 4:

$$T_{matemático}(x) = 2\pi \sqrt{\frac{y_{CM}(x)}{g}}$$

3.3. Calcule o período teórico do pêndulo físico e preencha a respectiva coluna do Quadro 4:

$$T_{físico}(x) = 2\pi \sqrt{\frac{I_R + I_V + I_P(x)}{(M_R + M_V + M_P) g y_{CM}(x)}}$$

Posição do peso (x) (cm)	y_{CM} (cm)	$T_{matemático}$ (s)	$T_{físico}$ (s)	$T_{experimental}$ (s)
48.5				
43.5				
38.5				
33.5				
28.5				
23.5				
18.5				
13.5				
10.0				
8.5				
5.0				
4.0				

Tabela 4: Valores de T para os 3 métodos.

Entre no programa gráfico **Origin** e faça a análise pedida.

3.4. Represente graficamente o período do pêndulo em função da posição x do peso.

No mesmo gráfico represente : $T_{matemático}(x)$, $T_{físico}(x)$ e $T_{experimental}(x)$.

A função $T_{físico}(x)$ pode ser representada por um modelo teórico com 3 parâmetros:

$$T = P_1 \sqrt{\frac{P_2 + x^2}{P_3 + x}} \text{ com } \left(P_1 = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} ; P_2 = \frac{I_R + I_V + I_{P(CM)}}{M_P} ; P_3 = \frac{M_V L_V}{2M_P} \right)$$

3.5. Calcule os valores teóricos dos 3 parâmetros usados no ajuste.

$$P_1 = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} = \quad ; \quad P_2 = \frac{I_R + I_V + I_{P(CM)}}{M_P} = \quad ; \quad P_3 = \frac{M_V L_V}{2M_P} =$$

3.6. Crie um novo gráfico só com valores experimentais e ajuste-os a um modelo teórico usando as facilidades do programa **Origin** (ver Guia do Pêndulo – Parte II Tratamento de dados.).

NOTA: Pode usar o gráfico anterior mas não se esqueça de indicar qual a coluna onde quer fazer o ajuste em Activate DataSet.

3.7. Compare os valores de P_2 e P_3 encontrados no ajuste com os teóricos calculados em 3.5.

3.8. Qual o valor da aceleração da gravidade **g** previsto pelo modelo em P_1 ? Com base no erro experimental do ajuste comente o resultado. Compare com o **g** obtido só com vara.