



SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

Olimpíadas de Física 2010

Seleccção para as provas internacionais

Prova Experimental A

28/Maio/2010

Oscilações de um tubo

Duração da prova: 2 h

1 Material

- tubo de plástico cheio de água
- fio de nylon
- tubo de cola
- tesoura
- haste metálica
- grampo de fixação
- régua
- cronómetro

2 Descrição

O objectivo desta experiência é determinar a espessura de um tubo de plástico cheio de água, sem abrir o tubo, recorrendo às oscilações de um pêndulo bifilar.

O tubo de plástico tem a forma de um cilindro oco tapado com duas tampas do mesmo material (ver fig. 1). O comprimento do cilindro é L e o seu raio externo é R . O comprimento do tubo incluindo a espessura das duas tampas (0,60 cm cada uma) é h . A incerteza na espessura das tampas pode ser desprezada.

Neste problema sugerimos que use como unidades de massa e comprimento o grama (g) e o centímetro (cm), respectivamente.

A fig. 2 mostra um pêndulo bifilar de massa M . Os dois fios têm igual comprimento, ℓ . O período T de oscilações de pequena amplitude deste pêndulo é

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g} \frac{I}{Ma^2}} \quad (1)$$

onde I é o momento de inércia em torno do eixo vertical que passa pelo centro de massa do corpo de massa M e $g = 981 \text{ cm s}^{-2}$ é a aceleração da gravidade em Coimbra.

Depois de executar a experiência e antes de analisar os dados, deverá responder a um conjunto de questões que se destinam a obter algumas expressões que irão ser necessárias para a análise dos dados.

3 Execução

- a) **Oscilações em torno do eixo de simetria do tubo.** Para um dado valor de ℓ (convém utilizar um fio o mais comprido possível), meça o período de pequenas oscilações do tubo com água em torno do eixo de simetria do tubo (ver fig. 4). Para segurar o fio no tubo, usar um pouco de cola. Deixar secar a cola 5 min antes de pendurar o tubo no suporte. Reduza o comprimento do fio (corte-o com a tesoura) e repita as medidas, por forma a ter um conjunto de medidas (T, ℓ) .
- b) **Oscilações em torno de um eixo perpendicular ao eixo de simetria do tubo.** Use um procedimento experimental semelhante ao anterior mas agora para oscilações em torno do novo eixo de rotação (ver fig. 5). Deverá descolar o fio e voltar a colar para obter a nova configuração experimental.

4 Questões prévias à análise dos dados

Obtenha expressões algébricas em função de R , L , t , e da massa volúmica ρ do plástico para as seguintes quantidades:

1. massa m_1 do tubo cilíndrico
2. massa m_2 de cada uma das tampas
3. massa m_3 da água no interior do tubo
4. momento de inércia I_y do cilindro cheio de água, em torno do eixo de simetria y do cilindro, supondo que a água é um fluido ideal, sem viscosidade, e que, por esta razão, não participa da rotação do cilindro. A fig. 3 contém informação útil para este cálculo.

Meça os valores de R , h e L . Substitua esses valores e derive expressões em termos de t para as quantidades acima indicadas. A massa específica do plástico é $\rho = 1,19 \text{ g cm}^{-3}$ e a da água é $1,00 \text{ g cm}^{-3}$.

5 Análise dos dados

1. A partir da análise dos dados obtidos em 3-a) determine o valor de I_y/M . Usando este valor, encontre a espessura t do tubo de plástico e calcule m_1 , m_2 , m_3 e M .
2. Determine o momento de inércia I_x a partir dos dados obtidos em 3-b), usando o valor de M calculado na alínea anterior. Compare o valor obtido com o valor teórico, I_x^t assumindo que a água, nesta situação, participa na sua totalidade do movimento de rotação do cilindro:

$$I_x^t = m_1 \left[\frac{L^2}{12} + \frac{R^2 + (R-t)^2}{4} \right] + m_3 \left[\frac{L^2}{12} + \frac{(R-t)^2}{4} \right] + \\ + 2m_2 \left[\frac{(0.6 \text{ cm})^2}{12} + \frac{R^2}{4} + \left(\frac{L}{2} + \frac{0.6 \text{ cm}}{2} \right)^2 \right]$$

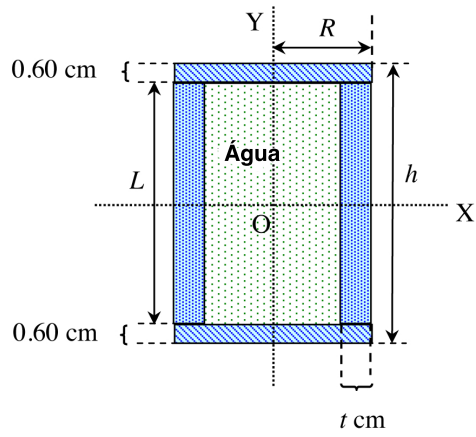


Figura 1: Dimensões do tubo.

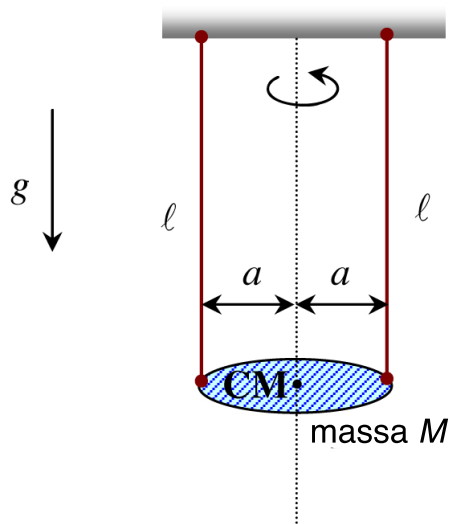


Figura 2: Pêndulo bifilar.

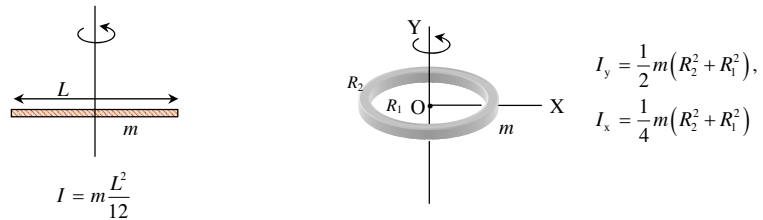


Figura 3: Momentos de inércia de uma barra fina de comprimento L e de um aro de raio interno R_1 e raio externo R_2 para os eixos de rotação assinalados.

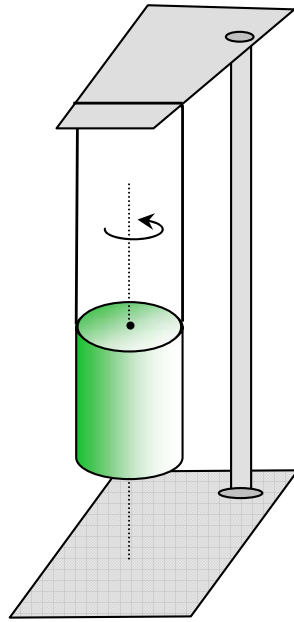


Figura 4: Montagem experimental para oscilações em torno do eixo de simetria do tubo.

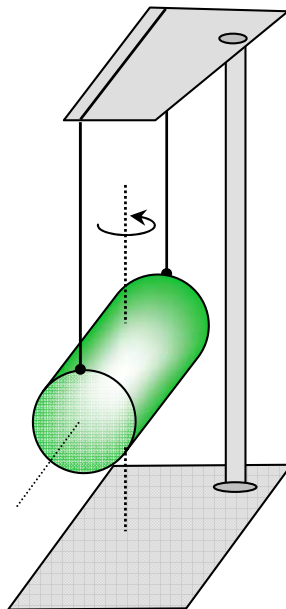


Figura 5: Montagem experimental para oscilações em torno de um eixo perpendicular ao eixo de simetria do tubo.