

Prova Experimental A

Pêndulo de grande amplitude

Duração da prova: 2h

1 Material

- pêndulo físico
- fotosensor
- cronómetro digital
- papel milimétrico

2 Descrição

O comportamento de um pêndulo foi estudado pela primeira vez por Galileu, que descobriu a lei do isocronismo dos pêndulos: para pequenos ângulos de oscilação, o período é independente da amplitude. O comportamento de um pêndulo que oscila com grande amplitude é mais complexo, e vai ser estudado nesta prova. O pêndulo é constituído por uma régua de plástico que oscila no plano vertical, suspensa num orifício próximo de uma das extremidades da régua.

3 Execução

1. Verifique o alinhamento do pêndulo.
2. Meça o período T de oscilação do pêndulo em função da amplitude de oscilação α para ângulos até 120° . Apresente as medidas numa tabela.
3. Represente num gráfico T em função de α .
4. Mostre que o período de oscilação para pequena amplitude, T_0 , é dado pela expressão

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_A}{mgl}},$$

onde I_A é o momento de inércia da régua em relação ao ponto de suspensão (A) e l a distância do centro de massa da régua a esse ponto.

5. A partir do valor experimental de T_0 e do valor de I_A calculado a partir da forma da régua, determine a aceleração da gravidade.

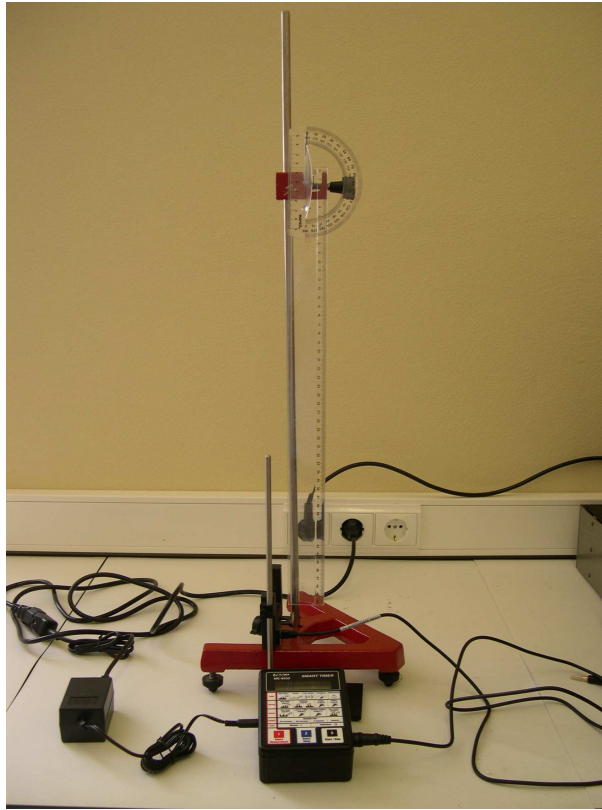


Figura 1: Montagem experimental

6. Para amplitudes de oscilação maiores, o período T desvia-se significativamente do valor de T_0 . Foi sugerido que o aumento de T com a amplitude de oscilação é descrito pela seguinte função:

$$\frac{T}{T_0} = \left(\frac{\sin \alpha}{\alpha} \right)^{-\gamma},$$

onde α é a amplitude da oscilação (em radianos) e $\gamma > 0$ um expoente universal para todos os pêndulos. Determine, a partir dos seus dados, o valor de γ .

Nota:

O momento de inércia de uma placa rectangular, homogénea, de massa m para uma rotação em torno de um eixo perpendicular à placa e que passa pelo seu centro de massa (I_{CM}) é:

$$I_{CM} = m \left(\frac{a^2 + b^2}{12} \right),$$

onde a e b são as dimensões da face da placa perpendicular ao eixo.

Funcionamento do cronómetro:

O cronómetro digital está ligado a um fotosensor. Sempre que a régua passa no fotosensor, o feixe de luz é interrompido e um sinal é enviado ao cronómetro. No menu do cronómetro deve ser selecionado o modo de “pêndulo”, que funciona da seguinte forma. A primeira interrupção do feixe inicia a contagem do tempo, que pára à terceira interrupção do feixe, correspondendo a um período de oscilação. Sempre que o feixe é interrompido ouve-se um “beep”. Para iniciar uma contagem, deslocar a régua para fora do feixe e carregar de seguida em “start”. O visor do relógio mostra o sinal “*” que significa que o cronómetro está pronto a ser “disparado” à primeira interrupção do feixe de luz. De seguida largar a régua. Ao terceiro “beep” o cronómetro pára e o mostrador indica o valor medido do período.

Prova Experimental B

A capacidade desconhecida

Duração da prova: 2h

1 Material

- Condensador
- Resistências (220, 560, 1200, 2200, 3300 e 4650 Ω)
- Gerador de sinal
- Multímetro
- Fios de ligação
- Papel milimétrico

2 Descrição

Os condensadores são dispositivos com inúmeras aplicações em electrónica. Existem vários métodos para medir a capacidade de um condensador, e nesta prova iremos explorar um desses métodos. Pretende-se determinar a capacidade do condensador do circuito da fig. 1, medindo a potência dissipada na resistência R (variável), quando uma tensão sinusoidal, de amplitude e frequência fixas, fornecida pelo gerador de sinal, é aplicada ao circuito.

3 Execução

1. Monte o circuito da fig. 1, onde R é uma das resistências fornecidas ou uma associação de duas ou mais resistências. Meça a tensão aos terminais da resistência em função de R , para uma tensão sinusoidal de 200 Hz de frequência e uma amplitude (rms, ou tensão eficaz) de 1,5 V à saída do gerador.
2. Efectue um gráfico da potência média dissipada na resistência em função de R e determine, a partir do gráfico, o valor de R para a qual a potência dissipada na resistência é máxima.
3. A intensidade da corrente que percorre o circuito da fig. 1, $i_0 \sin(\omega t - \alpha)$, está desfasada em relação à tensão sinusoidal do gerador de sinal, $v_0 \sin(\omega t)$. Mostre que a desfasagem α é

$$\tan \alpha = \frac{Z_c}{R}$$

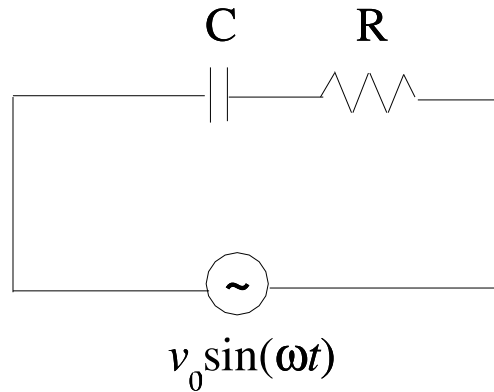


Figura 1: Montagem experimental

e que a intensidade de corrente i_0 e a tensão v_0 estão relacionadas pela equação

$$i_0 = \frac{v_0}{\sqrt{R^2 + Z_c^2}},$$

onde $Z_c = \frac{1}{\omega C}$. Sugestão: relacione as quedas de tensão ao longo do circuito. As seguintes relações trigonométricas poderão ser úteis:

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta.$$

4. A potência média dissipada num circuito de corrente alterna onde a corrente está desfasada de α radianos em relação à tensão é $P = \frac{1}{2}v_0i_0 \cos \alpha$. Mostre que no circuito da fig. 1 o condensador não dissipa potência e que a potência média dissipada na resistência é dada pela expressão

$$P = \frac{1}{2}v_0^2 \frac{R}{Z_c^2 + R^2}.$$

5. Mostre que a potência dissipada na resistência é máxima quando $R = Z_c = \frac{1}{\omega C}$. Utilizando este resultado determine, a partir dos dados experimentais, o valor da capacidade do condensador.

Nota sobre o uso do multímetro:

O multímetro deve ser utilizado *exclusivamente* como voltímetro no modo AC. Neste modo, o valor indicado no mostrador para um sinal sinusoidal é a tensão eficaz (v_{ef} ou v_{rms}), que está relacionado com a amplitude (v_0) do sinal da seguinte forma: $v_{\text{ef}} = v_0/\sqrt{2}$. A potência média dissipada numa resistência R sujeita a uma tensão sinusoidal de valor eficaz v_{ef} é $P_R = v_{\text{ef}}^2/R$.