

Experiência 2 - Pêndulo Físico

Introdução

Um pêndulo físico consiste de um sólido que oscila, sob a ação da força da gravidade, em torno de um eixo perpendicular ao seu plano e que não passa pelo seu centro de gravidade.

Considerando um sólido em oscilação como pêndulo físico, atribui-se suas informações a I como momento de inércia em relação ao eixo de suspensão O , m a massa do sólido, r a distância do eixo O ao raio de giro R , Θ o ângulo que o corpo faz com a vertical e g a aceleração da gravidade.

No movimento harmônico simples (MHS) em que as oscilações implicam em Θ muito pequenos, a aproximação $\sin \Theta \approx \Theta$ é válida, assim o movimento é descrito pela equação:

$$\frac{d^2 \Theta}{dt^2} = - \frac{m g r}{I} \Theta \quad (1)$$

A solução desta equação diferencial é descrita a partir da combinação linear de funções periódicas, cujo período é:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{m g r}} \quad (I) \quad I = I_{cm} + m r^2 \quad (II)$$

$$I = (R^2 + r^2) m \quad (III)$$

aplicando (III) em (I)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^2 + r^2}{g r}} \quad (2)$$

A equação 2 representa um mínimo para um certo valor r , que pode ser calculado derivando T em r e igualando-se a zero, de tal forma que o período mínimo T_{min} é dado por

$$T_{min} = 2\pi \sqrt{\frac{2R}{g}} \quad (3)$$

$$r_1 + r_2 = \frac{T^2 g}{4\pi^2} \quad (4) \quad \text{e} \quad r_1 \cdot r_2 = R^2 \quad (5)$$

Metodologia

O experimento consistiu de uma barra de alumínio com 1,003m de comprimento; 0,0253m de largura e 0,0070m de espessura, com 39 furos espaçados em aproximadamente 0,025m entre si e com as extremidades da barra, em linha reta; uma haste vertical com um apoio horizontal no topo, para eixo da barra; um cronômetro digital; uma régua de 1,050m, milimetrada; um paquímetro de 0,170m milimetrado; uma balança digital com erro associado de 1g.

Primeiramente, mediu-se as dimensões da barra com a régua e o paquímetro, e determinou-se as posições dos furos, segundo a primeira coluna da Tabela 1. Também foi pesada a barra, com a balança.

Então, a partir do furo 1, suspendeu-se a barra no suporte e inclinou-se seu comprimento um ângulo pequeno em relação à vertical e abandonou-se para que oscilasse. Cronometrou-se o tempo de 10 oscilações e tomou-se nota. Repetiu-se o procedimento mais quatro vezes, anotando-se os tempos de 10 oscilações na tabela 1. Assim procedeu-se para todos os 20 primeiros furos: suspendeu-se a barra, inclinou-se e abandonou-se e cronometrou-se 10 oscilações cinco vezes.

Com os dados de dimensões da barra, calculou-se seu volume externo e então sua densidade, assim como desvio padrão da densidade em g/cm^3 .

Com os dados das oscilações, fez-se a média aritmética e dividiu-se por 10, obtendo o período médio para cada furo. Os resultados estão dispostos na Tabela 3.

Definiu-se o raio de gira pela equação 3. Assim, calculou-se os outros elementos segundo o rolêiro

Resultados

Segundo os dados dispostos na Tabela 1, o primeiro furo, que estava 19 mm da extremidade, tem um período médio de 1,596 s; o furo 2, com $d = 45$ mm, apresentou $T = 1,563$ s; o furo 3, com $d = 70$ mm, tem $T = 1,546$ s, e assim sucessivamente. Os períodos foram dispostos em um gráfico em função da distância d em m, no gráfico 1.

Assim, através da equação (3), foi definido o raio de giro $R = 0,273$ m e o período mínimo em $T_{\min} = 1,480$ s.

Determinou-se, para $T_a = 1,596$ s, $T_b = 1,563$ s e $T_c = 1,547$ s os valores de $r_a = 0,012$ e $r_{2a} = 0,620$; $r_b = 0,013$ e $r_{2b} = 0,633$ e $r_c = 0,013$ e $r_{2c} = 0,581$, de forma que completassem as equações 4 e 5, logo $r_a + r_{2a} = 0,632$ e $r_a \cdot r_{2a} = 0,00749$, atingem as expectativas de 0,632 e 0,00749, $r_b + r_{2b} = 0,606$, e $r_b \cdot r_{2b} = 0,00771$, atendendo às expectativas e $r_c + r_{2c} = 0,594$ e $r_c \cdot r_{2c} = 0,00755$ atendendo às expectativas.

A gravidade, calculada num método, foi de $9,81$ m/s² para o padrão a, $9,79$ m/s² para o padrão b e $9,80$ m/s² para o padrão c, atendendo às expectativas.

O momento de inércia $I_c = 0,00315$ Kg.m² para o centro de massa.

Discussão

Todos os valores calculados são condizentes com o esperado, dos livros aos resultados mostrados em aula pelos alunos monitores.

Referências

YONG, H. D. e FREEDMAN, R. A., Física II. Termodinâmica e ondas. Pearson Education do Brasil, 2008.

Tabela 1

Furo	d (mm)	r (m)	t1 (s)	t2 (s)	t3 (s)	t4 (s)	t5 (s)	tm (s)	T (s)
1	19	0,254	15,89	15,34	15,76	16,91	15,87	15,95	1,595
2	45	0,228	15,58	15,65	15,68	15,51	15,64	15,61	1,561
3	70	0,203	15,49	15,47	15,38	15,44	15,54	15,46	1,546
4	95	0,173	15,29	15,40	15,33	15,24	15,42	15,34	1,534
5	121	0,152	15,15	15,30	15,34	15,14	15,16	15,22	1,522
6	146	0,127	15,96	15,14	15,15	15,94	15,95	15,63	1,563
7	173	0,100	15,13	14,89	14,79	14,89	14,91	14,92	1,492
8	198	0,075	14,91	14,76	14,73	14,78	14,87	14,81	1,481
9	223	0,050	14,81	14,88	14,83	14,80	14,90	14,84	1,484
10	248	0,250	14,86	14,84	14,89	14,84	15,68	15,02	1,502
11	274	0,001	15,19	15,23	14,90	15,95	15,91	15,44	1,544
12	298	0,250	15,53	15,51	15,40	15,46	15,46	15,47	1,547
13	323	0,050	15,64	15,77	15,77	15,71	14,90	15,56	1,556
14	348	0,075	16,39	16,50	16,47	16,60	16,34	16,46	1,646
15	373	0,100	17,51	17,23	17,54	17,29	17,50	17,41	1,741
16	398	0,125	19,21	18,85	18,72	18,65	18,68	18,82	1,882
17	424	0,151	20,37	21,91	21,19	20,49	21,11	21,01	2,101
18	448	0,175	25,43	24,65	25,26	24,89	24,91	25,03	2,503
19	474	0,201	34,74	34,56	34,63	34,99	34,51	34,69	3,469
20	499	0,226							

Gráfico 1

