

Olimpíada Brasileira Online de Física

2ª Fase - 01 e 02 de novembro de 2024

Nome: _____

Série: _____

Nível MN
Ensino Fundamental
8ª e 9ª séries

Instruções de Prova

I. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos dos 8ª e 9ª séries do nível fundamental. Ela contém 5 questões.

II. A duração máxima desta prova é de quatro horas.

III. A prova deve ser feita individualmente e não é permitido falar sobre a solução das questões durante o período de aplicação da prova dias 01 de novembro e 02 de novembro.

IV. Se necessário, e a menos que indicado ao contrário, use: $\pi = 3,0$; $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\sin 30^\circ = 0,50$; $\cos 30^\circ = 0,85$; $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0,70$; aceleração gravitacional na superfície da terra $g = 10 \text{ m/s}^2$; calor específico da água líquida $c_a = 1 \text{ cal/(g }^\circ\text{C)}$; calor latente de fusão do gelo $L = 80 \text{ cal/g}$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; densidade da água líquida $\rho = 1,0 \text{ g/cm}^3$.

Apoio:





Curiosidades:

Herch Moysés Nussenzveig (São Paulo, 16 de janeiro de 1933 – Rio de Janeiro, 5 de novembro de 2022), homenageado nesse nível, foi um físico, pesquisador e professor universitário brasileiro de origem judaica. Grande oficial da Grã-Cruz da Ordem Nacional do Mérito Científico e membro da Academia Brasileira de Ciências, Moysés era professor emérito da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Foi presidente da Sociedade Brasileira de Física de 1981 a 1983. Recebeu em 1986 o Prêmio Max Born, outorgado pela Optical Society a cientistas que tenham dado contribuições significativas no campo da óptica. Moysés contribuiu bastante para o ensino de física no Brasil com sua coleção de livros “Física Básica”, os quais são usados amplamente em diversas universidades brasileiras.



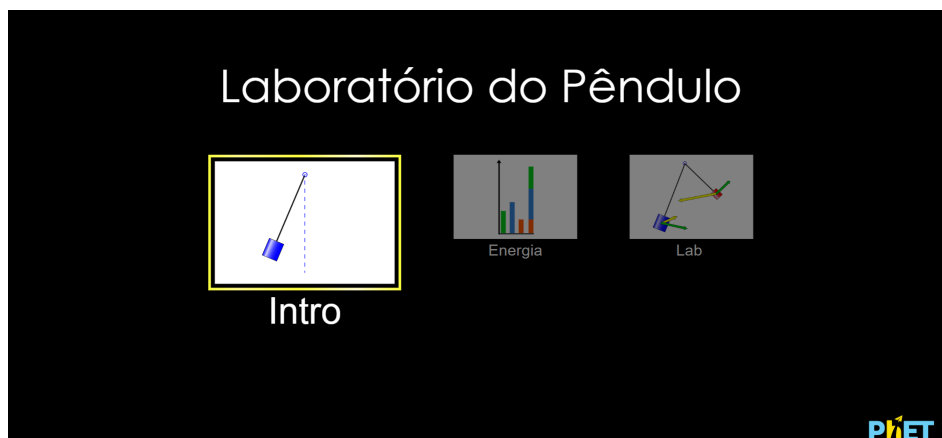
Introdução

Um pêndulo simples é um sistema que tem uma massa pontual amarrada a um fio ideal (inextensível e massa desprezível) na vertical, com a outra extremidade fixa.

Após a um pequeno deslocamento lateral, o sistema entra em um movimento oscilatório, causado apenas pela força gravitacional.

Apresentando o simulador

Para realizar o experimento utilizaremos o simulador do PhET que você pode acessar clicando [aqui](#). Assim que acessar o simulador, você vai se deparar com o seguinte cenário:



Agora, você deve clicar em "Intro" para continuar. Após isso, você chegará na interface do simulador, como é mostrado na figura abaixo:

Nessa interface, podemos encontrar os seguintes elementos:

1. O pêndulo, com uma medição de posição em graus. É possível move-lo lateralmente.
2. Ajuste do valor do comprimento da corda e do valor da massa.
3. Ajuste do valor da gravidade e do atrito (o segundo deve estar zerado em todo o experimento).
4. Botões para iniciar e pausar o movimento
5. botões para ativar ou desativar instrumentos de medição, como régua e cronômetro.



Parte A: Determinando a gravidade terrestre

Nessa parte você vai determinar a aceleração gravitacional na superfície terrestre, utilizando um cronometro e pêndulos de tamanhos variados. Escolha a gravidade como "Terra"

O período de um pêndulo simples é dado pela equação:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

Questão 1. Linearize a equação do período de um pêndulo simples.

Solução:

Podemos elevar ambos os lados ao quadrado para chegar na equação linearizada:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \times l$$

Questão 2. Meça o período do pêndulo para diferentes comprimentos e, com os dados experimentais obtidos, faça uma tabela relacionando diferentes massas com seus respectivos períodos seguindo o modelo da tabela abaixo da **Tabela 1**. Utilize quantos intervalos de período você julgar necessário

Comprimento (m)	$10\Delta T_1$ (s)	$10\Delta T_2$ (s)	...	$10\Delta T_n$ (s)	$\overline{(T)}$ (s)	$\overline{T^2}$ (s ²)
			...			

Tabela 1: Período x Comprimento



Solução:

Tabela 1: Períodos de oscilação para comprimento.

$(l \pm 0,005)$ m	$(10\Delta T_1 \pm 0,20)$ s	$(10\Delta T_2 \pm 0,20)$ s	$(10\Delta T_3 \pm 0,20)$ s
0,550	14,82	14,91	14,88
0,600	15,49	15,59	15,53
0,650	16,25	16,14	16,18
0,700	16,84	16,75	16,83
0,750	17,33	17,40	17,26
0,800	17,98	17,90	17,92
0,850	18,43	18,46	18,58
0,900	19,05	18,98	19,09
0,950	19,65	19,51	19,59
1,000	20,11	19,96	20,05

$(l \pm 0,005)$ m	$(\bar{T} \pm 0,020)$ s	\bar{T}^2 (s ²)
0,550	1,487	$2,22 \pm 0,06$
0,600	1,554	$2,40 \pm 0,06$
0,650	1,617	$2,62 \pm 0,06$
0,700	1,681	$2,82 \pm 0,07$
0,750	1,733	$2,99 \pm 0,07$
0,800	1,793	$3,20 \pm 0,07$
0,850	1,849	$3,42 \pm 0,07$
0,900	1,904	$3,61 \pm 0,08$
0,950	1,958	$3,84 \pm 0,08$
1,000	2,004	$4,00 \pm 0,08$

OBS 1: Vale lembrar que a incerteza do cronômetro nesse experimento é o seu tempo de reação. Mas você pode usar a média de 0,2 s

OBS 2: A propagação do erro de \bar{T}^2 é dado por:

$$\sigma(\bar{T}^2) = 2\bar{T}\sigma(\bar{T})$$



Questão 3. Utilizando os dados da **Tabela 1**, Faça um gráfico linearizado no papel quadriculado e, a partir dele, determine o valor da gravidade terrestre e sua respectiva incerteza.

Solução A.3

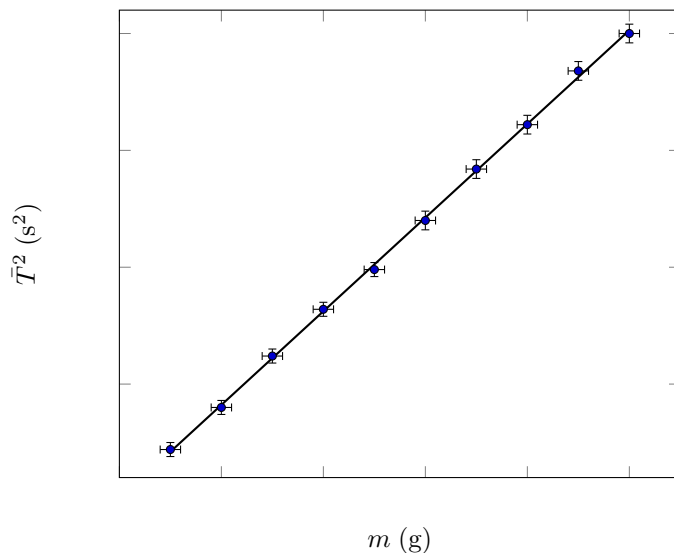


Gráfico 1: Período para cada massa na Terra

$$\begin{aligned} Y &= A + BX \\ A &= -(1 \pm 3) \times 10^{-2} \text{ s}^2 \\ B &= (4,01 \pm 0,03) \text{ s}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Isolando T^2 do item **A.1**, tem-se:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}$$

Comparando a equação anterior com a equação da reta, podemos relacioná-las da seguinte forma:

$$\bar{T}^2 \rightarrow Y ; l \rightarrow X ; \frac{4\pi^2}{g} \rightarrow B$$

Assim, isolando o g do B e calculando sua incerteza associada:

$$g = \frac{4\pi^2}{B} ; \sigma_g = \frac{4\pi^2}{B^2} \sigma_B$$

Portanto, substituindo os valores:

$$g = (9,85 \pm 0,07) \text{ m/s}^2$$



Parte B: Gravidade do Planeta X

Agora, nesta parte você irá repetir o mesmo procedimento experimental para descobrir o valor da gravidade na superfície do Planeta X. Utilize novamente o cronometro e diferentes comprimentos para o pêndulo. Escolha a gravidade como "Planeta X".

O período de um pêndulo simples e sua equação linearizada continuam iguais as equações da última parte.

Questão 1. Meça o período do pêndulo para diferentes comprimentos e, com os dados experimentais obtidos, faça uma tabela relacionando diferentes massas com seus respectivos períodos seguindo o modelo da tabela abaixo da **Tabela 2**. Utilize quantos intervalos de período você julgar necessário

Comprimento (m)	$10\Delta T_1$ (s)	$10\Delta T_2$ (s)	...	$10\Delta T_n$ (s)	\overline{T} (s)	\overline{T}^2 (s ²)
			...			

Tabela 2: Período x Comprimento

Solução:

Tabela 2: Períodos de oscilação para comprimento.

$(l \pm 0,005)$ m	$(10\Delta T_1 \pm 0,20)$ s	$(10\Delta T_2 \pm 0,20)$ s	$(10\Delta T_3 \pm 0,20)$ s
0,550	12,39	12,30	12,29
0,600	12,83	12,94	12,91
0,650	13,48	13,36	13,42
0,700	13,98	13,90	13,86
0,750	14,39	14,45	14,46
0,800	14,86	14,84	14,89
0,850	15,33	15,32	15,39
0,900	15,83	15,77	15,81
0,950	16,18	16,21	16,27
1,000	16,58	16,61	16,69

$(l \pm 0,005)$ m	$(\overline{T} \pm 0,020)$ s	\overline{T}^2 (s ²)
0,550	1,233	$1,52 \pm 0,05$
0,600	1,289	$1,66 \pm 0,05$
0,650	1,342	$1,80 \pm 0,05$
0,700	1,391	$1,94 \pm 0,06$
0,750	1,443	$2,07 \pm 0,06$
0,800	1,486	$2,21 \pm 0,06$
0,850	1,535	$2,35 \pm 0,06$
0,900	1,580	$2,49 \pm 0,06$
0,950	1,622	$2,63 \pm 0,06$
1,000	1,663	$2,77 \pm 0,07$



Questão 2. Utilizando os dados da **Tabela 2**, Faça um gráfico linearizado no papel quadriculado e, a partir dele, determine o valor da gravidade na superfície do Planeta X e sua respectiva incerteza.

Solução:

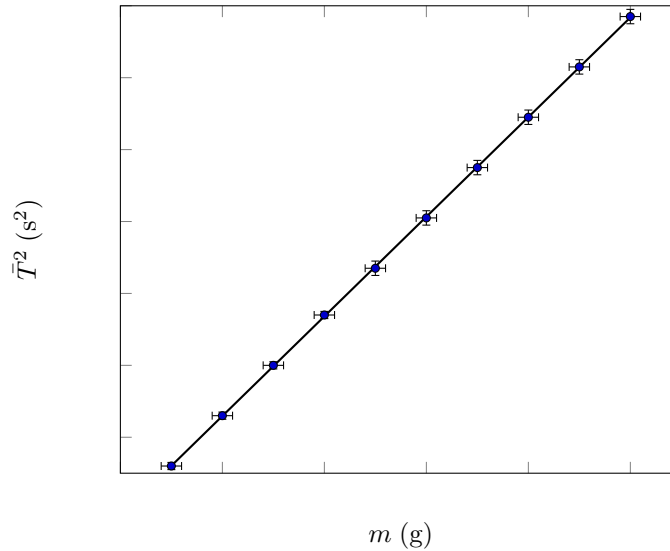


Gráfico 2: Período para cada massa no Planeta X

$$\begin{aligned} Y &= A + BX \\ A &= -(-3 \pm 6) \times 10^{-3} \text{ s}^2 \\ B &= (2,771 \pm 0,006) \text{ s}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Isolando T^2 do item **A.1**, tem-se:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g}$$

Comparando a equação anterior com a equação da reta, podemos relacioná-las da seguinte forma:

$$\bar{T}^2 \rightarrow Y ; l \rightarrow X ; \frac{4\pi^2}{g} \rightarrow B$$

Assim, isolando o g do B e calculando sua incerteza associada:

$$g = \frac{4\pi^2}{B} ; \sigma_g = \frac{4\pi^2}{B^2} \sigma_B$$

Portanto, substituindo os valores:

$$g = (14,25 \pm 0,03) \text{ m/s}^2$$