

Nome:

Matrícula:

1ª Prova - Experimental I - 2016/01

Questão 1)[5,0] MRUV. Considere os dados na tabela ao lado para um objeto que parte do repouso ($t = 0$, $x = 0$). Obtenha a aceleração do objeto GRAFICAMENTE. Apresente TODOS os cálculos necessários e TABELAS criadas.

$t(s)$	$x (m)$
0,505	0,40
0,614	0,60
0,802	0,80
0,930	1,40
1,060	1,80
1,120	2,0

Questão 2)[5,0] Na tabela abaixo estão apresentados os dados obtidos em um experimento de deformação elástica em função do peso pendurado em uma de suas extremidades. Utilize estes dados para obter, GRAFICAMENTE, a constante de rigidez da mola.

Obs: Considere uma gravidade $g = (10 \pm 1)\text{m/s}^2$.

$m \pm \Delta m \text{ (g)}$	$x \pm \Delta x \text{ (cm)}$
$(10 \pm 3) \times 10$	$2,0 \pm 0,2$
$(21 \pm 3) \times 10$	$4,0 \pm 0,2$
$(29 \pm 3) \times 10$	$6,2 \pm 0,2$
$(40 \pm 3) \times 10$	$7,9 \pm 0,2$
$(38 \pm 3) \times 10$	$10,0 \pm 0,2$

Questão 1) O primeiro passo é acomodarmos os dados em seus respectivos eixos acomodando-os de forma otimizada $\Rightarrow$ ocupando a maior extensão possível com valores de passo adequados. "Não existe um formato único".

(1º) Vou colocar $x(t)$ no eixo vertical e t no horizontal.

dividindo a extensão Δx pela quantidade de divisões em y (considerando que saiv de $x=0$ em $t=0$).

$$\frac{2,00 - 0,00}{45} = 0,0444 \text{ m/div.}$$

Seria bom um número "redondo" por divisão. Se usarmos $0,05 \text{ m/div}$ onde ficaria o último ponto? , ou seja, quantas divisões usariamos para chegar mos ao último ponto experimental?

$$\text{testar: } 0,05 \times x = 2,00 \Rightarrow x = 40 \text{ divisões.}$$

Isto representa uma boa ocupação (não é?).

$\Rightarrow$ em y vou usar $0,05 \text{ m/div}$.

Para descobrir em quais divisões os dados estarão $\rightarrow$

$$0,05 \times y_{\text{div.}} = x \Rightarrow y_{\text{div.}} = \frac{x}{0,05}$$

Portanto $x = 0,00$ na divisão $y = 0$

$x = 0,40$	na	divisão	$y = 8$
$x = 0,60$	"	"	$y = 12$
$x = 0,80$	"	"	$y = 16$
$x = 1,40$	"	"	$y = 28$
$x = 1,80$	"	"	$y = 36$
$x = 2,00$	"	"	$y = 40$

Lembrar que $x(t) = \frac{1}{2}at^2$ para o MRUV. Temos que linearizar a

tabela para termos um gráfico linear.

$$\Rightarrow T \equiv t^2 \quad \Rightarrow x(t) = \frac{a}{2} \cdot T$$

fazendo a tabela para $x(T)$

x	t^2
0,40	0,255
0,60	0,397
0,80	0,643
1,40	0,865
1,80	1,124
2,00	1,255

Aplicando procedimento similar para os dados de $T=t^2$, que deverão ser acomodados no eixo horizontal:

$$\frac{1,255 - 0,255}{60 \text{ div.}} = 0,01666... \frac{s^2}{\text{divisão}}$$

Se começarmos com $t^2=0$ na origem, onde ficaria o primeiro ponto?

$$\Rightarrow \text{ficaria em: } 0,017 \times x_{\text{div}} = 0,255 \quad \Rightarrow x_{\text{div}} \cong 15 \text{ di.}$$

"Poderia ficar assim sem problemas pois o primeiro ponto não está a uma distância absurda da origem; mas podemos "deslizar" o primeiro ponto para mais próximo a fim de aproveitarmos mais espaço."

Vou optar por colocar $T = 0,100 s^2$ na origem. Adicionalmente vou adotar $0,02 s^2$ por divisão. Assim, o primeiro ponto ocorrerá na divisão Nº



$$N^{\circ} \text{ div}_1 = \frac{0,255 - 0,100}{0,02} \cong 7,75 \text{ div.}$$

$$N^{\circ} \text{ div}_2 = \frac{0,377 - 0,100}{0,02} \cong 13,85 \text{ div}$$

$$N^{\circ} \text{ div}_3 = \frac{0,643 - 0,100}{0,02} \cong 27,15 \text{ div.}$$

$$N^{\circ} \text{ div}_4 = \frac{0,865 - 0,100}{0,02} \cong 38,25 \text{ div}$$

$$N^{\circ} \text{ div}_5 = \frac{1,124 - 0,100}{0,02} \cong 51,2 \text{ div.}$$

$$N^{\circ} \text{ div}_6 = \frac{1,255 - 0,100}{0,02} \cong 57,75 \text{ div.}$$

"Veja o gráfico com algumas marcações de referências; escolhi de 10 em 10 divisões".

Escolhidos dois pontos sobre a reta, calculamos o coeficiente angular da reta e igualamos à $\frac{a}{2}$.

$$m = \frac{y_{p_1} - y_{p_2}}{x_{p_1} - x_{p_2}}$$

Obter os valores:

$$y_{p_1} \cong 0,05 \frac{\text{m}}{\text{div.}} \times 47 \text{ div} \cong 2,35 \text{ m}$$

$$y_{p_2} \cong 0,05 \frac{\text{m}}{\text{div.}} \times 1 \text{ div} \cong 0,05 \text{ m}$$

$$x_{p_1} = 0,100 + 0,02 \times 60 \cong 1,300$$

$$x_{p_2} = 0,100 \text{ s}^2$$

$$\Rightarrow m = \frac{(2,35 - 0,05) \text{ m}}{(1,300 - 0,100) \text{ s}^2} \cong 1,92 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Mas } m = \frac{a}{2} \Rightarrow$$

$$a \cong 2 \times 1,92 \text{ m/s}^2 \quad a \cong 3,8 \text{ m/s}^2$$

"aproximadamente"

Questão 2)

Visto que os procedimentos são análogos ao caso anterior, vou realizar os cálculos sem tanta explicação.

⇒ trata-se de um experimento com molas $\Rightarrow \vec{F} = -k\vec{x}$. Como os deslocamentos são lentos e estáveis, opto por utilizar o módulo de $\vec{F} \Rightarrow |\vec{F}| \equiv F = kx$.

No caso, F será o peso; $F_i = m_i g$

Refazer a tabela com F .

$$100 \pm 30$$

$$F_1 \pm \Delta F_1 = m_1 g \pm m_1 g \left(\left| \frac{\Delta m_1}{m_1} \right| + \left| \frac{\Delta g}{g} \right| \right)$$

$$= 0,10 \times 10 \pm 0,10 \times 10 \left(\frac{0,03}{0,10} + \frac{1}{10} \right)$$

$$= (0,10 \pm 0,04) \times 10 \text{ N}$$

$$100 \pm 30$$

$$F_1 \pm \Delta F_1 = (1,0 \pm 0,4) \text{ N}$$

$$F_2 \pm \Delta F_2 = (2,1 \pm 0,5) \text{ N}$$

$$F_3 \pm \Delta F_3 = (2,9 \pm 0,6) \text{ N}$$

$$F_4 \pm \Delta F_4 = (4,0 \pm 0,7) \text{ N}$$

~~$F_5 \pm \Delta F_5 = (0,40 \pm 0,09)$~~ → Ponto incoerente para este problema.
Vou desconsiderá-lo.

Tabela com F_i

$(F \pm \Delta F) \text{ N}$	$(x \pm \Delta x) \text{ m}$
$1,0 \pm 0,4$	$0,020 \pm 0,002$
$2,1 \pm 0,5$	$0,040 \pm 0,002$
$2,9 \pm 0,6$	$0,062 \pm 0,002$
$4,0 \pm 0,7$	$0,079 \pm 0,002$

Como $F = kx$ "em módulo"; basta construirmos o gráfico e então obtermos k pelo coeficiente angular:

Acomodação em "y". Na vertical são 45 divisões para irmos de zero $\longrightarrow$ 4,0 N. Nem precisamos de cálculos para percebermos que 0,1 N/div seria uma boa escolha. "veja no gráfico"

Os pontos em y estarão localizados em:

$$P_{1y} \Rightarrow 0,1 \times (N^{\circ} \text{div}_1) = 1,0$$

$$(N^{\circ} \text{div}_1) = \frac{1,0}{0,1} = 10 \text{ divisões}$$

Analogamente: $(N^{\circ} \text{div}_2) = \frac{2,1}{0,1} = 21 \text{ div}$

$$(N^{\circ} \text{div}_3) = \frac{2,9}{0,1} = 29 \text{ div.}$$

$$(N^{\circ} \text{div}_4) = \frac{4,0}{0,1} = 40 \text{ div.}$$

Acomodação em x. Vamos tentar acomodar 0,079 m em 60 div.

$$\Rightarrow \frac{0,100}{60} \cong 0,00166... \text{ m/div.} \quad \text{"você arredondar por } 0,00175 \text{"}$$

$\Rightarrow$ Verificar se o primeiro ponto fica muito longe da origem:

$$P_{x_1} \Rightarrow 0,00175 \times (N^{\circ} \text{div}_1) = 0,020$$

$$(N^{\circ} \text{div}_1) \cong 11,4 \text{ divisões.}$$

$$\Rightarrow \text{Verificar o último: } P_{x_4} \Rightarrow 0,00175 \times (N^{\circ} \text{div}_4) = 0,079$$

$$(N^{\circ} \text{div}_4) \cong 45 \text{ divisões} \quad \Rightarrow \quad \underline{\underline{\text{"parece bom"}}}$$

Onde ficarão os pontos:

$$Px_1 \Rightarrow N^{\circ} \text{ div}_1 = \frac{0,020}{0,00175} \approx 11,4 \text{ div.}$$

$$N^{\circ} \text{ div}_2 = \frac{0,040}{0,00175} \approx 22,8 \text{ div}$$

$$N^{\circ} \text{ div}_3 = \frac{0,062}{0,00175} \approx 35,4 \text{ div.}$$

$$N^{\circ} \text{ div}_4 = \frac{0,079}{0,00175} \approx 45 \text{ div}$$

Incertezas:

Em y: $0,1 \pm \frac{N}{\text{div}} \times (N^{\circ} \text{ div}) = 0,4 N$

$$N^{\circ} \text{ div}_1 = 4 \text{ divisões para a incerteza de } Py_1.$$

$$\Delta P_{y_2} = \frac{0,5}{0,1} = 5 \text{ div.}$$

$$\Delta P_{y_3} = \frac{0,6}{0,1} = 6 \text{ div.}$$

$$\Delta P_{y_4} = \frac{0,9}{0,1} = 9 \text{ div.}$$

Em x. "São todas iguais em $0,002m$; equivalente a $\frac{0,002}{0,00175} \approx 1,2 \text{ div.}$

Obtenção do coeficiente angular m. Para isso escolhi os pontos P_A e P_B sobre a reta principal ; Veja na figura.

$$m = \frac{Y_{P_B} - Y_{P_A}}{X_{P_B} - X_{P_A}} \cdot \text{Apenas em divisões isto dá: } m = \frac{(45 - 2)}{(56 - 0)}.$$

$$m = 0,76786 \quad \text{"Sem conversão"}$$

Como em y $\Rightarrow 0,1 N/\text{div}$

e em x $\Rightarrow 0,00175 m/\text{div}$

$$\Rightarrow m = 0,76786 \times \frac{0,1}{0,00175} \text{ N/m}$$

$$m \cong 43,88 \text{ N/m}$$

Incerteza gráfica:

$$\Delta m = \frac{m_{\max} - m_{\min}}{2}$$

$$\text{Onde } m_{\max} = \frac{Y_{P_3} - Y_{P_2}}{X_{P_3} - X_{P_2}} = \frac{45 - 1}{46 - 5}$$

$$m_{\max} \approx 1,073 \quad \text{"Em divisões"}$$

$$m_{\min} = \frac{Y_{P_4} - Y_{P_1}}{X_{P_4} - X_{P_1}} \approx \frac{36 - 10}{55 - 4}$$

$$m_{\min} \approx 0,5098 \quad \text{"Em divisões"}$$

$$\Delta m \approx \frac{1,073 - 0,5098}{2}$$

$$\Delta m \approx 0,28 \quad \text{"Em divisões"}$$

$$\text{(convertendo em unidades: } \Delta m \approx 0,28 \times \frac{0,1}{0,00175} \text{ N/m)}$$

$$\Delta m \approx 16 \text{ N/m}$$

$$\text{Portanto: } m \pm \Delta m = (44 \pm 16) \text{ N/m}$$

dois algarismos na incerteza não faz sentido. $\Rightarrow$ Escrever em notação de potência.

$$\Rightarrow m \pm \Delta m = (0,44 \pm 0,16) \times 10^2 \text{ N/m}$$

$$\Rightarrow m \pm \Delta m = (0,4 \pm 0,2) 10^2 \text{ N/m}$$

$$\text{Com } m = k \quad \Rightarrow \quad k \pm \Delta k = (0,4 \pm 0,2) \times 10^2 \text{ N/m}$$



