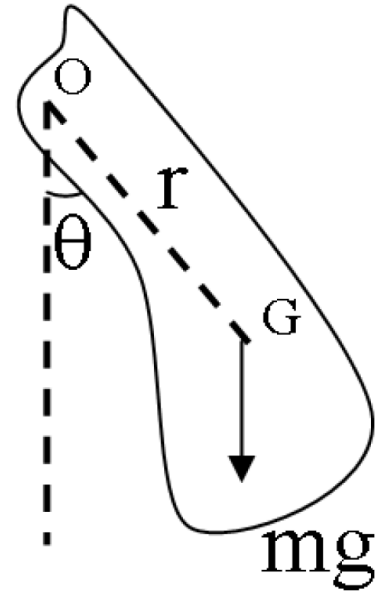
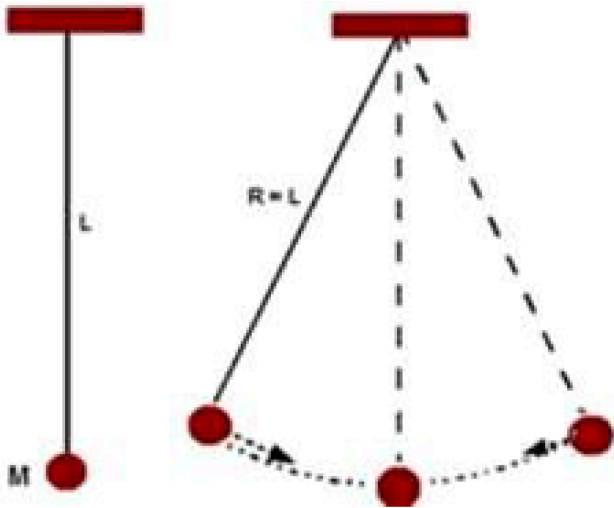




FÍSICA II EXPERIMENTAL

BACHARELADO EM QUÍMICA

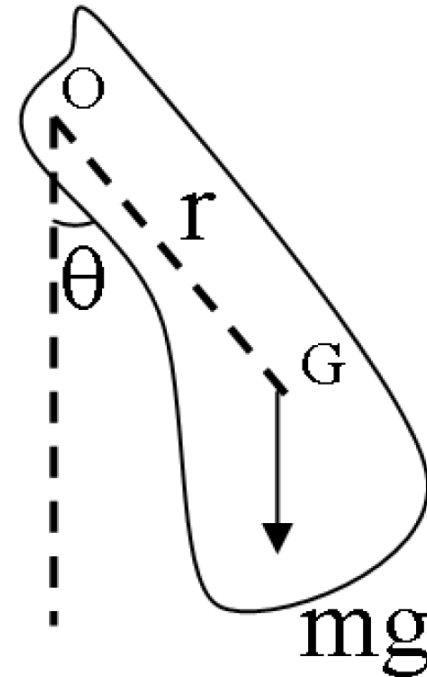
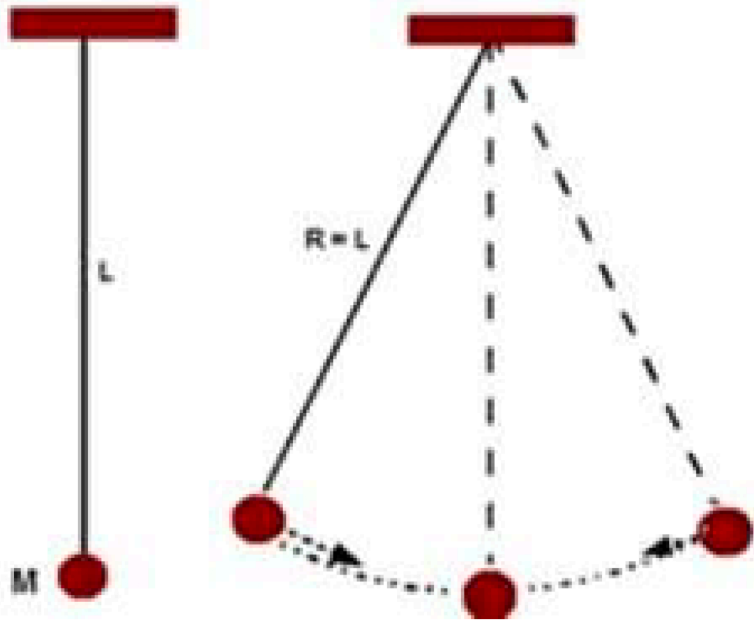
Relatório II: Pêndulo Composto



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

$$T = ???$$
$$L = ????$$

Relatório II: Pêndulo Composto



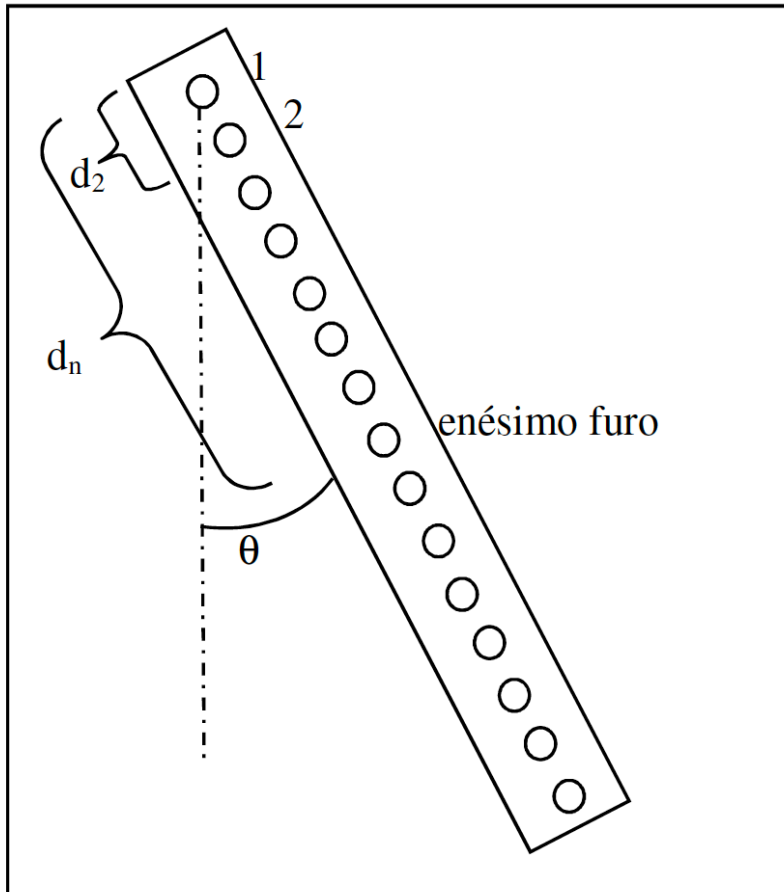
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgr}}$$

Momento de Inércia:
Resistência oposta por um corpo em rotação a uma mudança em sua velocidade de giro.

Relatório II: Pêndulo Composto

Procedimentos Experimentais

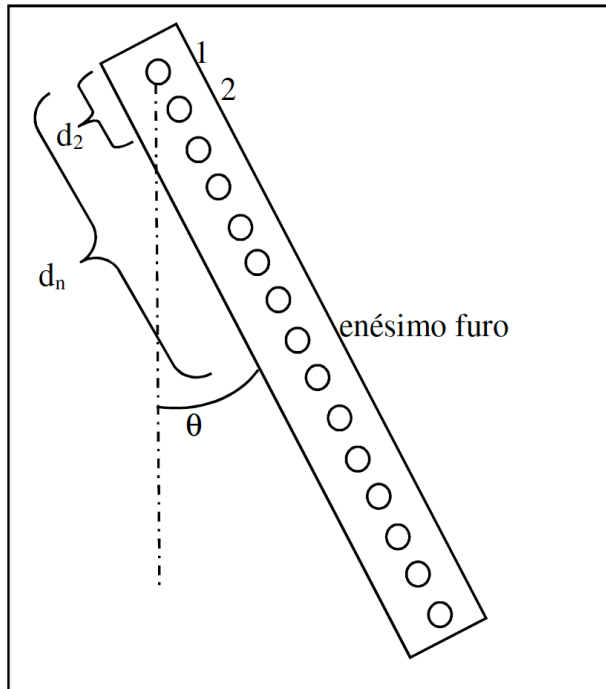


- identifique o número do furo (n);
- meça sua distância até a extremidade de referência (d , Figura 3);
- faça um pequeno deslocamento da barra de modo a ter um pequeno ângulo θ , e meça o tempo t_1 necessário para o sistema realizar 10 oscilações;
- repita o item anterior mais quatro vezes, anotando os tempos t_2 a t_5 . por vez para cada furo, troque para o segundo furo e assim até o último furo, só então volte para determinar o t_2 do primeiro furo.
- calcule o tempo médio de dez oscilações, $t_m = (t_1 + \dots + t_5) / 5$, e o período médio de uma única oscilação $T = t_m / 10$;
- Determine o valor da massa da barra com a balança;
- Meça com uma régua ou trena as dimensões (altura, largura e espessura) da barra utilizada.

Relatório II: Pêndulo Composto

Resultados e Discussões

Dados da barra	
Massa	419g
Comprimento	1m
Largura	2,5cm
Espessura	6mm

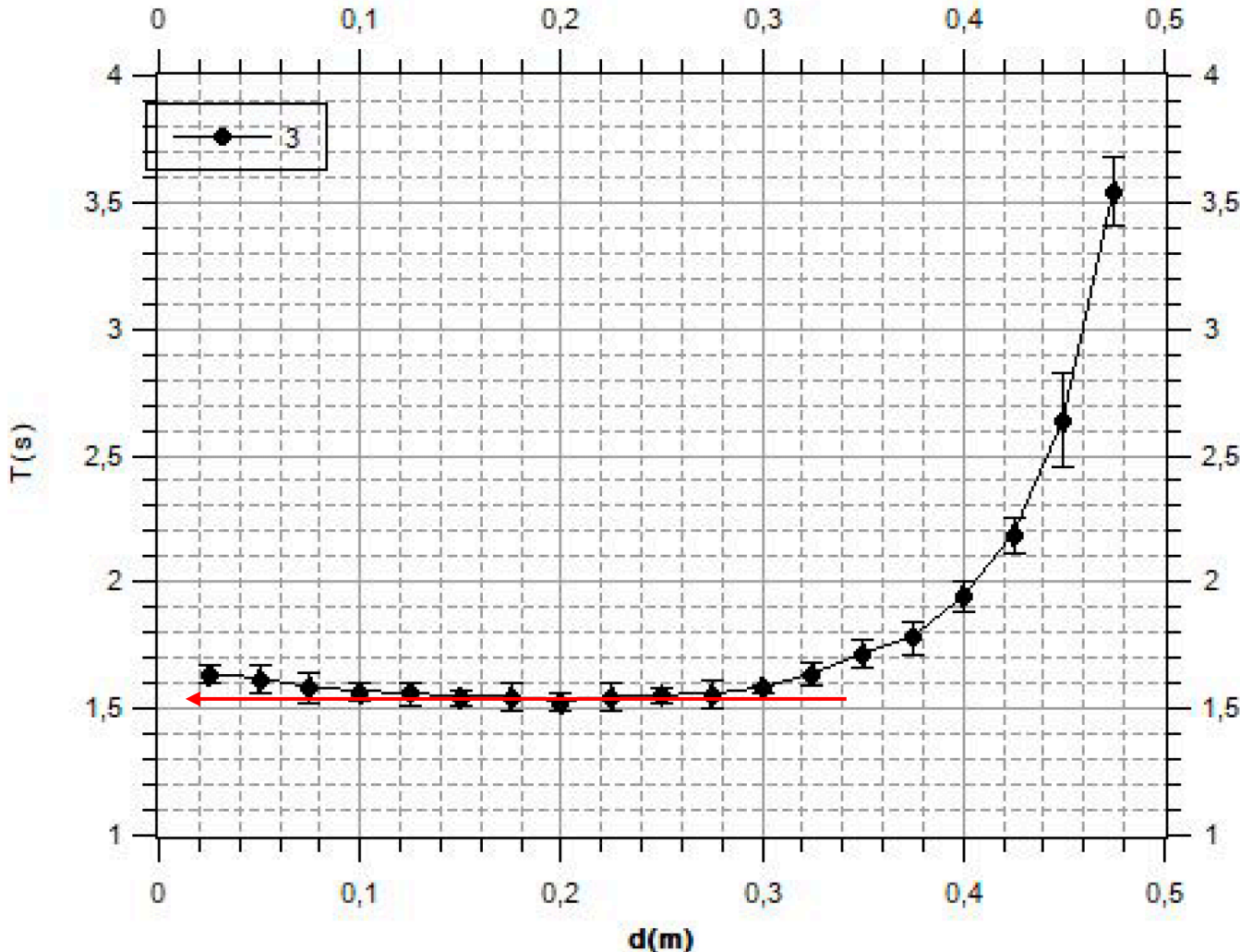


Número do furo	d (cm)	r (cm)	t1 (s)	t2(s)	t3 (s)	t4 (s)	t5 (s)	tm (s)	T (s)
1	2,5	47,5	16,38	16,26	16,35	16,47	16,36	16,36	1,636
2	5	45	16,18	15,9	16,17	16,19	16,13	16,17	1,617
3	7,5	42,5	15,93	15,83	15,61	15,73	15,87	15,83	1,583
4	10	40	15,57	15,75	15,66	15,67	15,58	15,66	1,566
5	12,5	37,5	15,37	15,65	15,57	15,59	15,55	15,57	1,557
6	15	35	15,44	15,5	15,49	15,43	15,35	15,44	1,544
7	17,5	32,5	15,49	15,43	15,46	15,2	15,5	15,46	1,546
8	20	30	15,26	15,24	15,44	15,34	15,26	15,26	1,526
9	22,5	27,5	15,24	15,49	15,45	15,33	15,53	15,45	1,545
10	25	25	15,41	15,58	15,56	15,5	15,5	15,50	1,550
11	27,5	22,5	15,55	15,36	15,6	15,53	15,69	15,55	1,555
12	30	20	15,79	15,84	15,8	15,83	15,77	15,80	1,580
13	32,5	17,5	16,25	16,51	16,35	16,35	16,44	16,35	1,635
14	35	15	16,91	17,16	17,15	17,23	17,14	17,15	1,715
15	37,5	12,5	17,81	18,1	17,95	17,78	17,77	17,81	1,781
16	40	10	19,4	19,41	19,48	19,67	19,31	19,41	1,941
17	42,5	7,5	21,96	21,86	21,87	21,65	21,62	21,86	2,186
18	45	5	26,13	26,97	26,45	26,38	25,87	26,38	2,638
19	47,5	2,5	35,67	34,93	35,42	35,49	35,1	35,42	3,542
20	50	0	*	*	*	*	*	*	*
21	52,5	-2,5	36,96	35,92	35,29	35,01	35,49	35,49	3,549

Relatório II: Pêndulo Composto

Resultados e Discussões

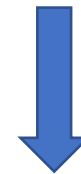
- Faça um gráfico de T em função de d.
- Considerando $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e determine o período mínimo T_{min} (Eq. 7)



$$T_{min} = 2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}}$$



$$R = \frac{g}{8\pi^2} T_{min}^2$$



$$R = \frac{9,8 * 1,526^2}{8\pi^2} = 0,289 \text{ m}$$

Onde R é o raio de giro equivalente

Relatório II: Pêndulo Composto

Resultados e Discussões

- Determine, a partir de um determinado período T , os valores de r_1 e r_2 . A partir de r_1 e r_2 , determine o raio de giro equivalente R e a aceleração da gravidade g , utilizando as equações (7), (8) e (9). Compare o valor de R e g , obtidos nesta questão com o R da questão anterior e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgr}} = 2\pi \sqrt{\frac{R^2 + r^2}{gr}}$$

$$I = I_c + mr^2 = m(R^2 + r^2)$$



$$T^2 = 4\pi^2 \left(\frac{R^2 + r^2}{gr} \right)$$

$$4\pi^2 \cdot r^2 - T^2 g \cdot r + 4\pi^2 R^2 = 0$$

$$r_1 + r_2 = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

$$r_1 \cdot r_2 = R^2$$

Relatório II: Pêndulo Composto

- Pela tabela, temos que para $T = 1,636$ s existem, dois valores de r diferentes que satisfazem a equação anterior: Furos 1 e 13 correspondem a valores de $r_1=47,5\text{cm}$ e $r_2=17,5\text{cm}$.

Número do furo	d (cm)	r (cm)	t1 (s)	t2(s)	t3 (s)	t4 (s)	t5 (s)	tm (s)	T (s)
1	2,5	47,5	16,38	16,26	16,35	16,47	16,36	16,36	1,636
2	5	45	16,18	15,9	16,17	16,19	16,13	16,17	1,617
3	7,5	42,5	15,93	15,83	15,61	15,73	15,87	15,83	1,583
4	10	40	15,57	15,75	15,66	15,67	15,58	15,66	1,566
5	12,5	37,5	15,37	15,65	15,57	15,59	15,55	15,57	1,557
6	15	35	15,44	15,5	15,49	15,43	15,35	15,44	1,544
7	17,5	32,5	15,49	15,43	15,46	15,2	15,5	15,46	1,546
8	20	30	15,26	15,24	15,44	15,34	15,26	15,26	1,526
9	22,5	27,5	15,24	15,49	15,45	15,33	15,53	15,45	1,545
10	25	25	15,41	15,58	15,56	15,5	15,5	15,50	1,550
11	27,5	22,5	15,55	15,36	15,6	15,53	15,69	15,55	1,555
12	30	20	15,79	15,84	15,8	15,83	15,77	15,80	1,580
13	32,5	17,5	16,25	16,51	16,35	16,35	16,44	16,35	1,635
14	35	15	16,91	17,16	17,15	17,23	17,14	17,15	1,715
15	37,5	12,5	17,81	18,1	17,95	17,78	17,77	17,81	1,781
16	40	10	19,4	19,41	19,48	19,67	19,31	19,41	1,941
17	42,5	7,5	21,96	21,86	21,87	21,65	21,62	21,86	2,186
18	45	5	26,13	26,97	26,45	26,38	25,87	26,38	2,638
19	47,5	2,5	35,67	34,93	35,42	35,49	35,1	35,42	3,542
20	50	0	*	*	*	*	*	*	*
21	52,5	-2,5	36,96	35,92	35,29	35,01	35,49	35,49	3,549

Relatório II: Pêndulo Composto

- A partir de r_1 e r_2 , determine o raio de giro equivalente R e a aceleração da gravidade g , utilizando as equações (7), (8) e (9).

Número do furo	d (cm)	r (cm)	t1 (s)	t2(s)	t3 (s)	t4 (s)	t5 (s)	tm (s)	T (s)
1	2,5	47,5	16,38	16,26	16,35	16,47	16,36	16,36	1,636
2	5	45	16,18	15,9	16,17	16,19	16,13	16,17	1,617
3	7,5	42,5	15,93	15,83	15,61	15,73	15,87	15,83	1,583
4	10	40	15,57	15,75	15,66	15,67	15,58	15,66	1,566
5	12,5	37,5	15,37	15,65	15,57	15,59	15,55	15,57	1,557
6	15	35	15,44	15,5	15,49	15,43	15,35	15,44	1,544
7	17,5	32,5	15,49	15,43	15,46	15,2	15,5	15,46	1,546
8	20	30	15,26	15,24	15,44	15,34	15,26	15,26	1,526
9	22,5	27,5	15,24	15,49	15,45	15,33	15,53	15,45	1,545
10	25	25	15,41	15,58	15,56	15,5	15,5	15,50	1,550
11	27,5	22,5	15,55	15,36	15,6	15,53	15,69	15,55	1,555
12	30	20	15,79	15,84	15,8	15,83	15,77	15,80	1,580
13	32,5	17,5	16,25	16,51	16,35	16,35	16,44	16,35	1,635
14	35	15	16,91	17,16	17,15	17,23	17,14	17,15	1,715
15	37,5	12,5	17,81	18,1	17,95	17,78	17,77	17,81	1,781
16	40	10	19,4	19,41	19,48	19,67	19,31	19,41	1,941
17	42,5	7,5	21,96	21,86	21,87	21,65	21,62	21,86	2,186
18	45	5	26,13	26,97	26,45	26,38	25,87	26,38	2,638
19	47,5	2,5	35,67	34,93	35,42	35,49	35,1	35,42	3,542
20	50	0	*	*	*	*	*	*	*
21	52,5	-2,5	36,96	35,92	35,29	35,01	35,49	35,49	3,549

$$r_1 + r_2 = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

$$r_1 \cdot r_2 = R^2$$

Considerando:

$$T = \frac{1,636 + 1,635}{2} = 1,6355s$$

Isolando g :

$$g = \frac{(r_1 + r_2)4\pi^2}{T^2} = \frac{(47,5 + 17,5)10^{-2} * 4\pi^2}{1,6355^2} = 9,593 \frac{m}{s^2}$$

$$R = \sqrt{r_1 * r_2} = \sqrt{47,5 * 17,5 * 10^{-4}} = 0,288m$$

Relatório II: Pêndulo Composto

- Compare o valor de R e g, obtidos nesta questão com o R da questão anterior e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

$$g = \frac{(r_1+r_2)4\pi^2}{T^2} = \frac{(47,5+17,5)10^{-2}*4\pi^2}{1,6355^2} = 9,593 \frac{m}{s^2}$$

$$R = \sqrt{r_1 * r_2} = \sqrt{47,5 * 17,5 * 10^{-4}} = 0,288 m$$

$$T_{min} = 2\pi\sqrt{\frac{2R}{g}} \quad \longrightarrow \quad R = \frac{9,8*1,526^2}{8\pi^2} = 0,289 m$$

Relatório II: Pêndulo Composto

d) Com a massa m da barra e o raio de giro equivalente R determinado a partir do gráfico, calcule o momento de inércia I_c equivalente, dado pela equação (5); $I = I_c + mr^2$

Momento de Inércia calculado para a barra com furos com base no raio de giro:

$$I = mR^2 = 0.419 * (0.288)^2 = 0.0347 \text{ kg.m}^2$$

Momento de Inércia de uma barra homogêneo com eixo de rotação no centro de massa

$$I = \frac{mL^2}{12} = \frac{0.419 * 1^2}{12} = 0,0349 \text{ kg.m}^2$$

Momento de Inércia calculado para a barra com eixo no furo n 1 usando o Teorema dos eixos paralelos:

$$\begin{aligned} I_1 &= mR^2 + mr^2 \\ &= 0.419 * (0.288)^2 + 0.419 * (0.475)^2 \\ &= 0.0347 + 0.0945 = 0.129 \text{ kg.m}^2 \end{aligned}$$

Momento de Inércia teórico para uma barra presa na extremidade:

$$I = \frac{mL^2}{3} = 0.139 \text{ kg.m}^2$$

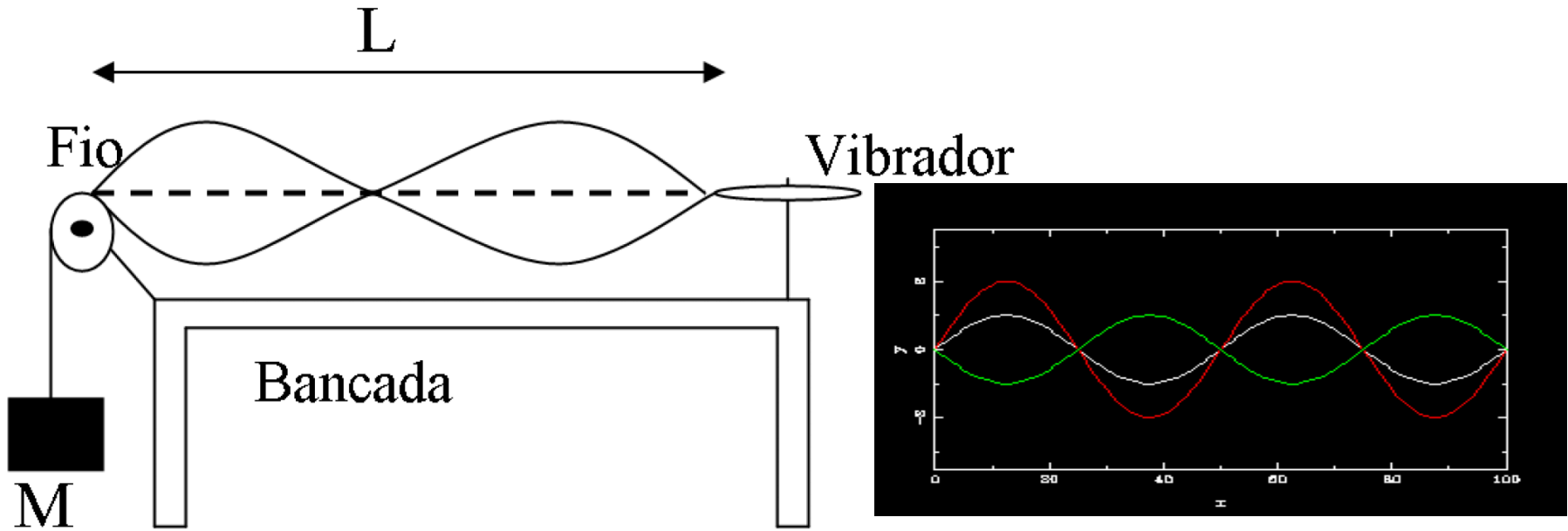
Relatório II: Pêndulo Composto

Conclusão

Para os dados coletados:

- Houve concordância entre os valores de raio de giro obtido pelos dois métodos (gráfico (T_{\min}) e algébrico);
- Valor obtido para g é aceitável diante dos possíveis erros experimentais;
- Momentos de Inércia calculados com base no raio de giro são bastante próximos aos valores teóricos calculados.

Relatório III: Corda Vibrante

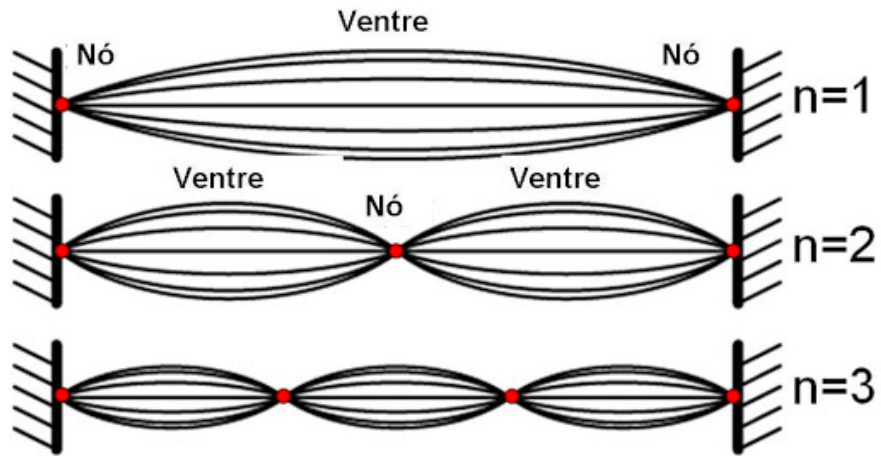


Onda Estacionária: Sobreposição da onda incidente e refletida

$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{onde } n = 1, 2, 3, \dots$$

Relatório III: Corda Vibrante

Onda Estacionária: Sobreposição da onda incidente e refletida



$$L = n \frac{\lambda}{2} \quad \text{onde } n = 1, 2, 3, \dots$$

Para cada harmônico $n = 1$ temos 2 nós

Para $n = 2$, temos 3 nós...

$$n = (p-1)$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \rightarrow F = v^2 \cdot \mu$$

$$\text{Mas } v = \lambda f \rightarrow F = \lambda^2 f^2 \mu$$

$$\text{Mas } \lambda = \frac{2L}{n} = \frac{2L}{p-1} \rightarrow F = \left(\frac{(2L)^2}{(p-1)^2} \right) \cdot \mu \cdot f^2$$

$$F = \frac{4\mu L^2 f^2}{(p-1)^2}$$

Relatório III: Corda Vibrante

• Procedimento Experimental

- a) Fixe a roldana e o vibrador conforme a Figura. Amarre o fio mais grosso e procure manter um comprimento L de aproximadamente 1,5 metros. Ajuste o vibrador para aproximadamente 32 Hz.

- b) Determine os valores de massa M para os quais se obtém ondas estacionárias com número de nós variando de 2 a 6. Anote os valores de p , $p-1$, e M em uma tabela. **Nota: os valores de massa deverão estar entre 5 g e 400 g.**

- c) Varie o comprimento L para valores próximos a 1,25 m, 1,00 m, 0,75 m e 0,50 m, e determine os valores de massa para os quais 3 nós são obtidos. Anote os valores de L e M em outra tabela, incluindo o respectivo valor para $L=1,50$ m obtido do item b).

- d) Repetir todos os itens anteriores para os outros dois fios de diferentes espessuras. Anote o número dos fios utilizados e determine experimentalmente o valor v de cada fio.

Relatório III: Corda Vibrante

Resultados e Discussões

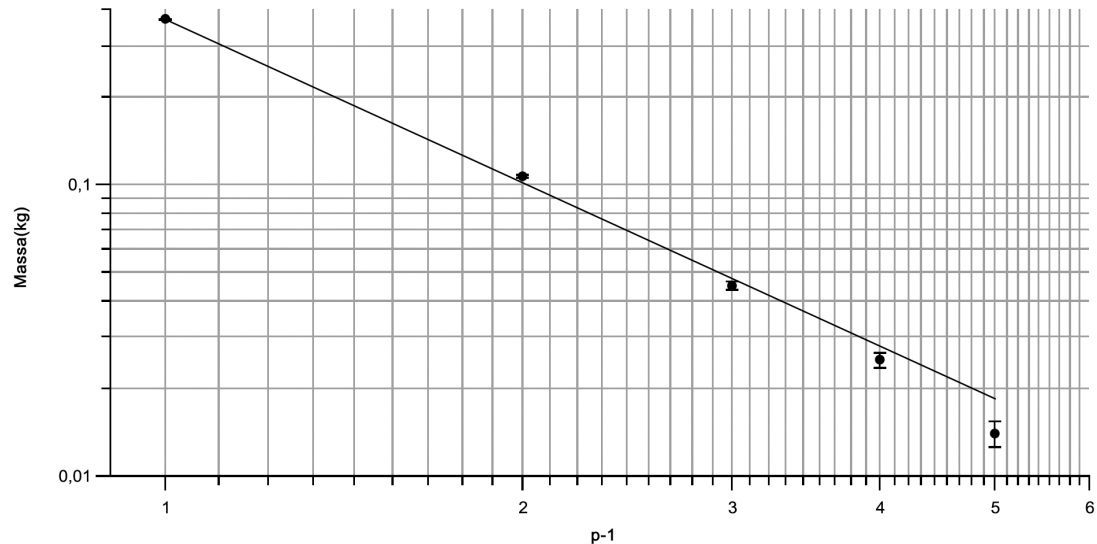
a) Faça os gráficos di-log de M versus $(p-1)$ e determine os valores do expoente x para cada fio.

Corda 1

P	p-1	M (g)
2	1	369
3	2	107
4	3	45
5	4	25
6	5	14

*Já adicionados a massa do suporte

Tabela 1.1: Corda 1



$$x = \text{Coef. Angular} = -1,864$$

Relatório III: Corda Vibrante

Resultados e Discussões

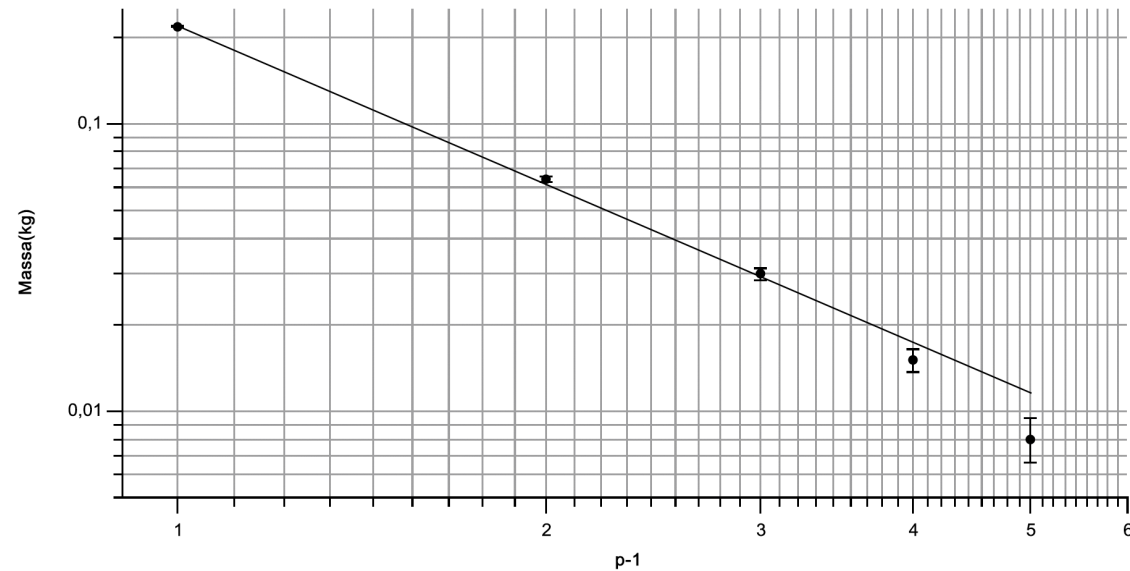
a) Faça os gráficos di-log de M versus $(p-1)$ e determine os valores do expoente x para cada fio.

Corda 2

P	p-1	M (g)
2	1	218
3	2	64
4	3	30
5	4	15
6	5	8

*Já adicionados a massa do suporte

Tabela 2.1: Corda 2.



$$x = \text{Coef. Angular} = -1,82$$

Relatório III: Corda Vibrante

Resultados e Discussões

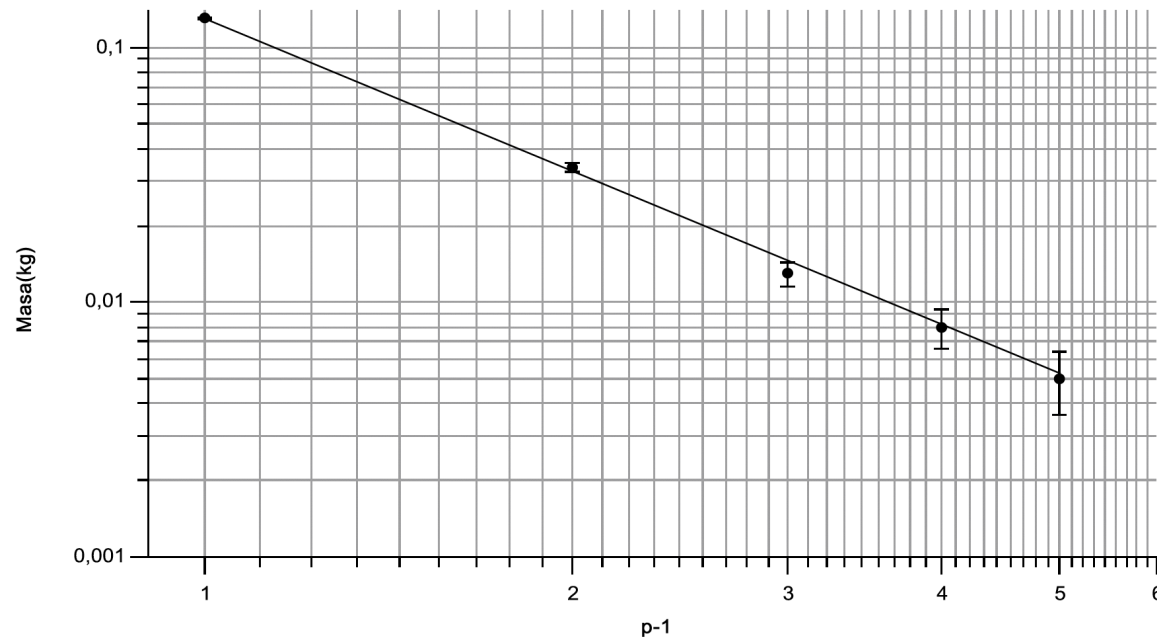
a) Faça os gráficos di-log de M versus $(p-1)$ e determine os valores do expoente x para cada fio.

Corda 3

P	p-1	M (g)
2	1	130
3	2	34
4	3	13
5	4	8
6	5	5

*Já adicionados a massa do suporte

Tabela 3.1: Corda 3



$$x = \text{Coef. Angular} = -1,99$$

Relatório III: Corda Vibrante

Resultados e Discussões

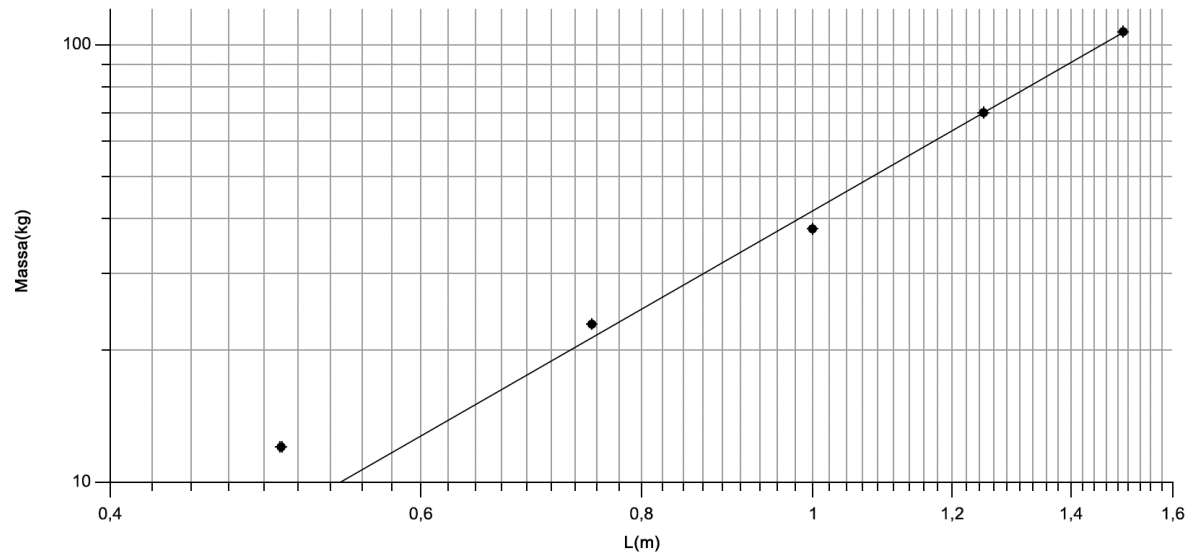
b) Faça os gráficos di-log de **M** versus **L** e determine os valores do expoente **n** para cada fio.

Corda 1

L (m)	M(g)
1,5	107
1,25	70
1,00	38
0,75	23
0,50	12

*Já adicionados a massa do suporte

Tabela 1.2: Corda 1



$$n = \text{Coef. Angular} = +2.31$$

Relatório III: Corda Vibrante

Resultados e Discussões

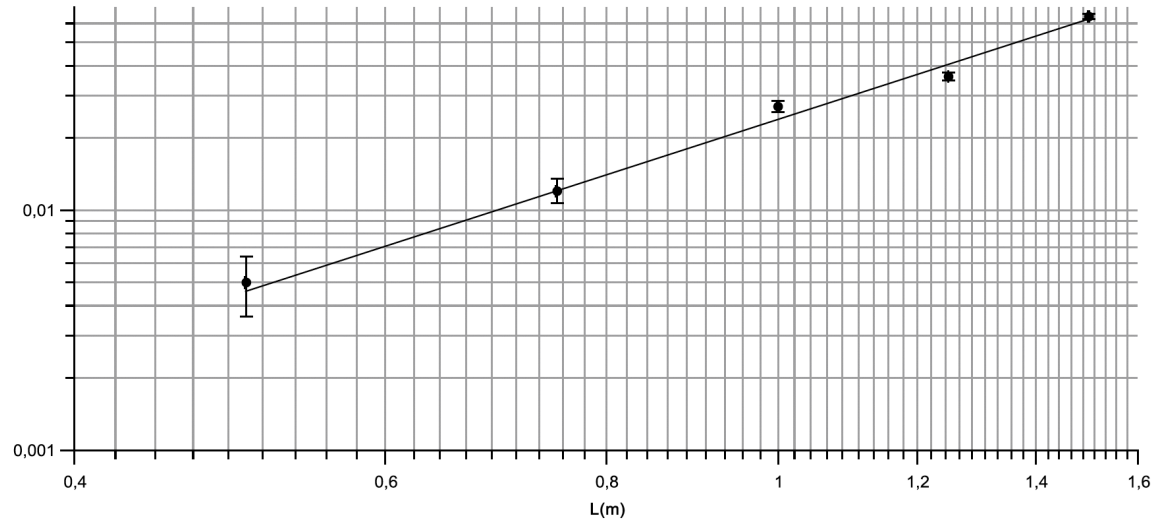
b) Faça os gráficos di-log de **M** versus **L** e determine os valores do expoente **n** para cada fio.

Corda 2

L (m)	M(g)
1,5	64
1,25	36
1,00	27
0,75	12
0,50	5

*Já adicionados a massa do suporte

Tabela 2.1 : Corda 2.



$$n = \text{Coef. Angular} = +2.37$$

Relatório III: Corda Vibrante

Resultados e Discussões

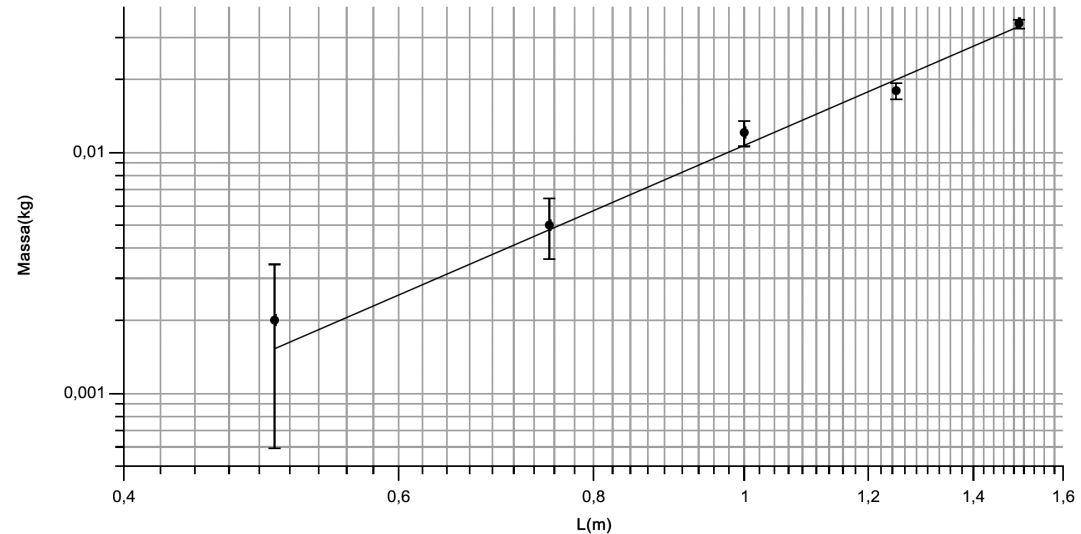
b) Faça os gráficos di-log de **M** versus **L** e determine os valores do expoente **n** para cada fio.

Corda 3

L (m)	M(g)
1,5	34
1,25	18
1,00	12
0,75	5
0,50	2

*Já adicionados a massa do suporte

Tabela 3.2: Corda 3.



$$n = \text{Coef. Angular} = +2.37$$

Relatório III: Corda Vibrante

Resultados e Discussões

c) Compare e discuta os resultados obtidos em a) e em b).

Corda 1 $x = -1,864$ $n = +2.31$

Corda 2 $x = -1,82$ $n = +2.37$

Corda 3 $x = -1,99$ $n = +2.37$

$$F = \left(\frac{(2L)^2}{(p-1)^2} \right) \cdot \mu \cdot f^2$$

Relatório III: Corda Vibrante

Resultados e Discussões

d) A partir do valor de densidade estimada para o fio 1 (μ_1), considerando $g=9,8\text{m/s}^2$, e utilizando-se da expressão 1, construa o gráfico di-log de **M** versus **p-1**, e determine as densidades (μ_2 e μ_3) dos outros dois fios, assim como a frequência do vibrador. Compare com os valores já obtidos no item d) da parte experimental.

Corda	Massa(g)	Comprimento(m)
1	1,1218	1,866
2	0,6605	1,845
3	0,4039	1,945

Tabela 4: Massas e comprimentos das cordas.

$$F = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x} \quad \rightarrow \quad \mu = \frac{mg(p-1)^x}{4L^n f^2}$$

$$\mu_1 = \frac{0,107 * 9,8 * 2^{1,864}}{4 * 1,5^{2,315} * 30^2} = 4,14 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_2 = \frac{0,064 * 9,8 * 2^{1,826}}{4 * 1,5^{2,375} * 30^2} = 2,358 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_3 = \frac{0,034 * 9,8 * 2^{1,993}}{4 * 1,5^{2,801} * 30^2} = 1,183 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_1' = \frac{1,1218 * 10^{-3}}{1,866} = 6,012 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_2' = \frac{0,6605 * 10^{-3}}{1,845} = 3,579 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_3' = \frac{0,4039 * 10^{-3}}{1,945} = 2,077 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

Considerando $x=2$ e $n=2$

$$\mu_1 = 5,18 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_2 = 3,1 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_3 = 1,6 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

Relatório III: Corda Vibrante

Conclusão

- Grandes desvios dos valores de densidade linear;
- Relação de Potência: Pequenos erros geram grandes desvios;
- Possíveis erros experimentais:
 - Massa pendurada;
 - Corda: Inextensível? Massa desprezível?
 - XX?

$$F = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x} \rightarrow \mu = \frac{mg(p-1)^x}{4L^n f^2}$$

$$\mu_1 = \frac{0,107 * 9,8 * 2^{1,864}}{4 * 1,5^{2,315} * 30^2} = 4,14 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_2 = \frac{0,064 * 9,8 * 2^{1,826}}{4 * 1,5^{2,375} * 30^2} = 2,358 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_3 = \frac{0,034 * 9,8 * 2^{1,993}}{4 * 1,5^{2,801} * 30^2} = 1,183 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_1' = \frac{1,1218 * 10^{-3}}{1,866} = 6,012 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_2' = \frac{0,6605 * 10^{-3}}{1,845} = 3,579 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_3' = \frac{0,4039 * 10^{-3}}{1,945} = 2,077 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

Considerando $x=2$ e $n=2$

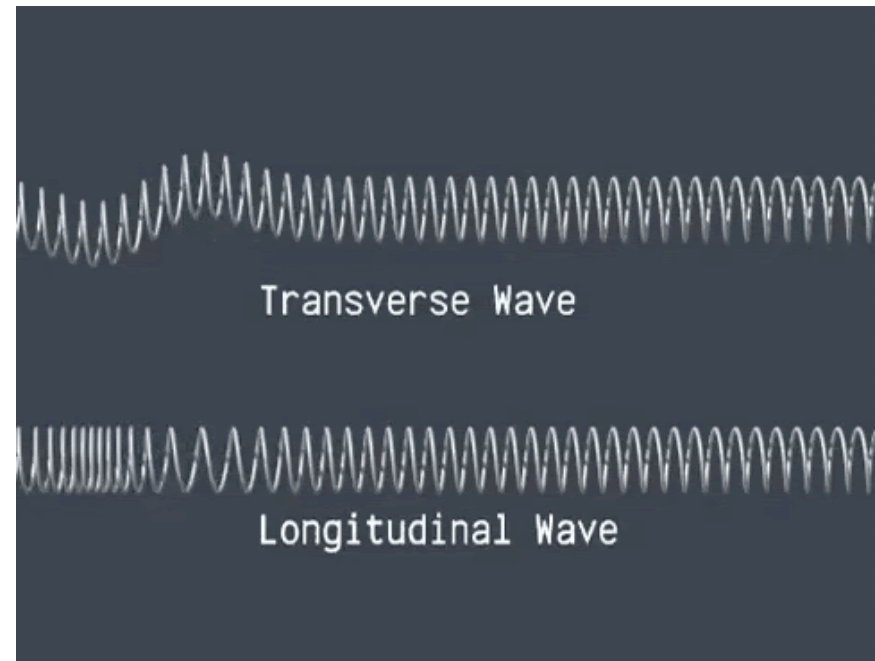
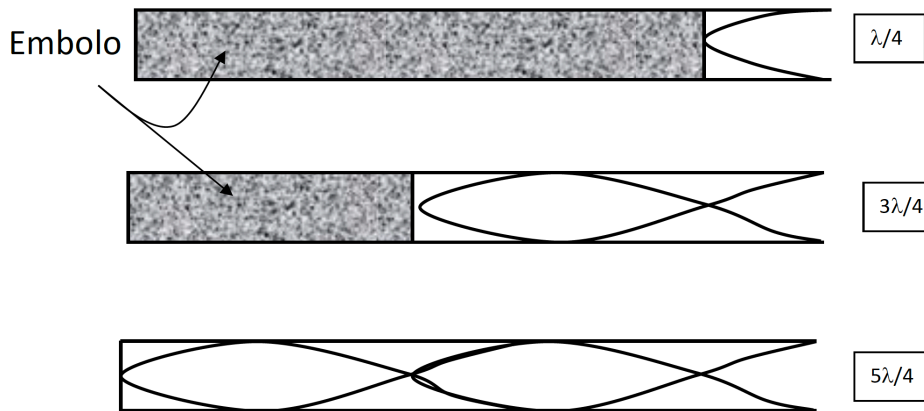
$$\mu_1 = 5,18 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_2 = 3,1 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

$$\mu_3 = 1,6 * 10^{-4} \frac{kg}{m}$$

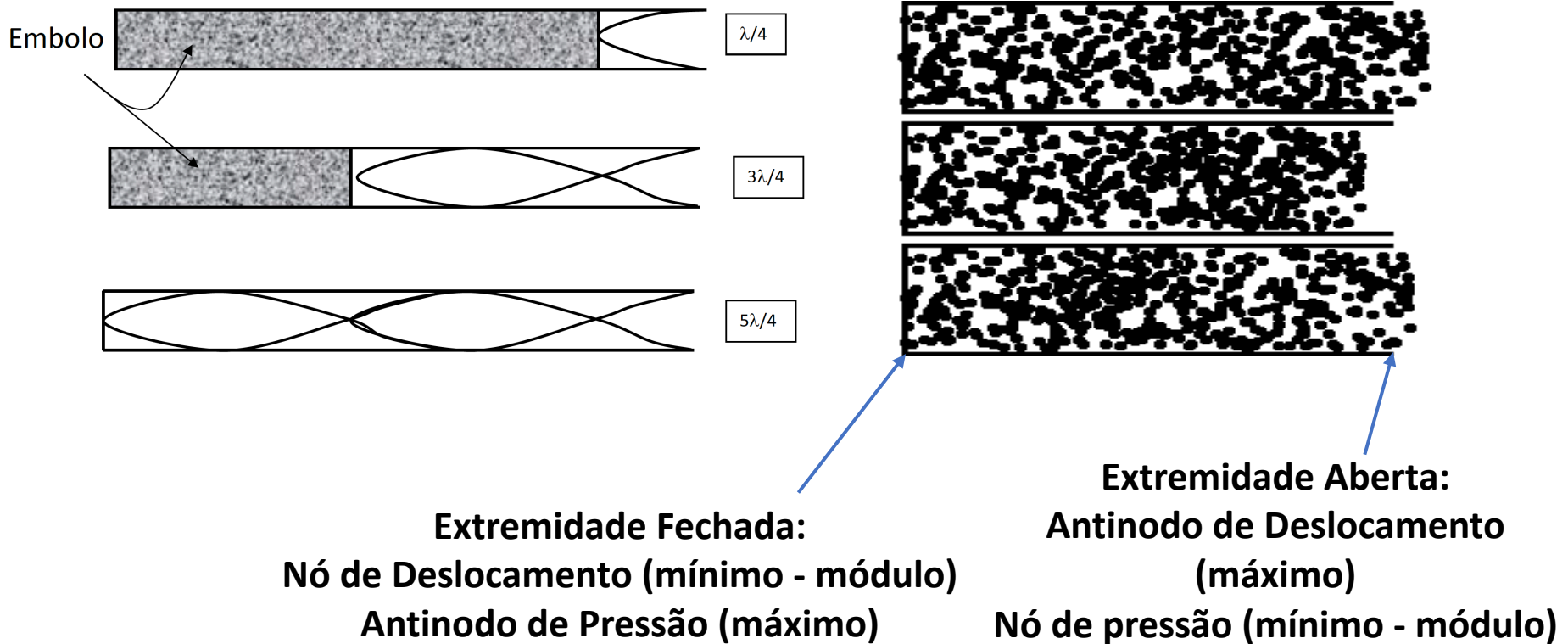
Relatório IV: Velocidade do Som no Ar

$$L = \frac{n\lambda}{4}, \text{ para } n = 1, 3, 5, 7, \dots$$



Relatório IV: Velocidade do Som no Ar

$$L = \frac{n\lambda}{4}, \text{ para } n = 1, 3, 5, 7, \dots$$



Relatório IV: Velocidade do Som no Ar

Procedimento Experimental

- **a)** Posicione o diapasão de modo que ele vibre num plano vertical sobre a extremidade aberta do tubo. Variando a posição da extremidade com o auxílio de um ímã faça vibrar o diapasão com o martelo de borracha. **Jamais golpeie o diapasão com um objeto metálico, evite** que o diapasão **toque o tubo** quando em vibração e antes de guardá-lo ou colocá-lo sobre um apoio amortecia suas vibrações com a mão.
 - Diapasão trocado por alto falante + frequencímetro
- **b)** Escutando atentamente, varie a posição da extremidade móvel do tubo procurando um primeiro nível para o qual ocorra o máximo da intensidade do som (ressonância). Localize a posição da intensidade máxima o mais precisamente possível (várias tentativas são necessárias para isso: você pode fazer inclusive várias medidas e calcular um valor médio). Marque com um elástico ou giz esse nível que será identificado por **A1**. **A0** corresponde à extremidade aberta do tubo.
- **c)** Aumente o comprimento do tubo e localize um segundo nível **A2** de ressonância. Procure outros níveis de ressonância e marque-os também procurando explorar toda a extensão do tubo.
- **d)** Registre em uma tabela a identificação do diapasão utilizado, sua frequência e os pares correspondentes às distâncias **A0A1**, **A1A2**, e assim por diante.
- **e)** Repita os procedimentos do item **a)** ao **d)** para os demais diapasões.

Relatório IV: Velocidade do Som no Ar

- 1) determine os comprimentos de onda dos sons examinados
- 2) Utilizando as frequências conhecidas, determine a velocidade do som e sua média.

Frequência = 425,99Hz = f

Distância (m)	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média (m)	λ (m)*	v (m/s)**
A1	0,175	0,185	0,184	$0,181 \pm 2,64 * 10^{-3}$	$0,724 \pm 1,1 * 10^{-2}$	$308,98 \pm 4,563$
A2	0,582	0,589	0,587	$0,586 \pm 1,78 * 10^{-3}$	$0,781 \pm 2,3 * 10^{-3}$	$332,84 \pm 1,274$
A3	0,997	0,991	0,992	$0,993 \pm 1,59 * 10^{-3}$	$0,794 \pm 1,2 * 10^{-3}$	$338,52 \pm 0,963$

Tabela 2: (*) Encontrados pela eq. 1. (**) Encontrados pela eq. 2

$$V_{m1} = 326,78 \pm 1,612 \text{ m/s}$$

Frequência = 376,34Hz = f

Distância (m)	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média (m)	λ (m)*	v (m/s)**
A1	0,212	0,205	0,204	$0,207 \pm 2,11 * 10^{-3}$	$0,828 \pm 8,4 * 10^{-3}$	$311,61 \pm 3,289$
A2	0,665	0,663	0,659	$0,662 \pm 1,52 * 10^{-3}$	$0,883 \pm 2,0 * 10^{-3}$	$332,35 \pm 1,168$
A3	1,111	1,119	1,117	$1,116 \pm 2,03 * 10^{-3}$	$0,893 \pm 1,6 * 10^{-3}$	$335,89 \pm 1,081$

Tabela 3: (*) Encontrados pela eq. 1. (**) Encontrados pela eq. 2

$$V_{m2} = 326,72 \pm 1,218 \text{ m/s}$$

Frequência = 479,30Hz = f

Distância (m)	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média (m)	λ (m)*	v (m/s)**
A1	0,162	0,161	0,163	$0,162 \pm 6,87 * 10^{-4}$	$0,648 \pm 2,7 * 10^{-3}$	$310,59 \pm 1,468$
A2	0,521	0,522	0,520	$0,521 \pm 6,87 * 10^{-4}$	$0,695 \pm 9,1 * 10^{-4}$	$332,95 \pm 0,822$
A3	0,872	0,877	0,879	$0,876 \pm 1,77 * 10^{-3}$	$0,701 \pm 1,4 * 10^{-3}$	$335,89 \pm 0,976$

Tabela 4: (*) Encontrados pela eq. 1. (**) Encontrados pela eq. 2

$$V_{m3} = 326,48 \frac{\text{m}}{\text{s}} \pm 0,648 \text{ m/s}$$

Frequência = 525,06Hz = f

Distância (m)	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média (m)	λ (m)*	v (m/s)**
A1	0,140	0,141	0,141	$0,141 \pm 5,69 * 10^{-4}$	$0,564 \pm 2,3 * 10^{-3}$	$295,43 \pm 1,321$
A2	0,469	0,471	0,477	$0,472 \pm 2,03 * 10^{-3}$	$0,629 \pm 2,7 * 10^{-3}$	$330,67 \pm 1,551$
A3	0,800	0,799	0,801	$0,800 \pm 6,87 * 10^{-4}$	$0,640 \pm 5,5 * 10^{-4}$	$336,04 \pm 0,702$

Tabela 5: (*) Encontrados pela eq. 1. (**) Encontrados pela eq. 2

$$DP = 22,3$$

$$V_{m4} = 320,71 \pm 0,718 \text{ m/s}$$

Relatório IV: Velocidade do Som no Ar

- 1) determine os comprimentos de onda dos sons examinados
- 2) Utilizando as frequências conhecidas, determine a velocidade do som e sua média.

$$V_m = \frac{(V_{m1} + V_{m2} + V_{m3} + V_{m4})}{4} = \frac{(326,78 + 326,72 + 326,48 + 326,71)}{4}$$

$$V_m = 325,14 \pm 0,56 \text{ m/s}$$

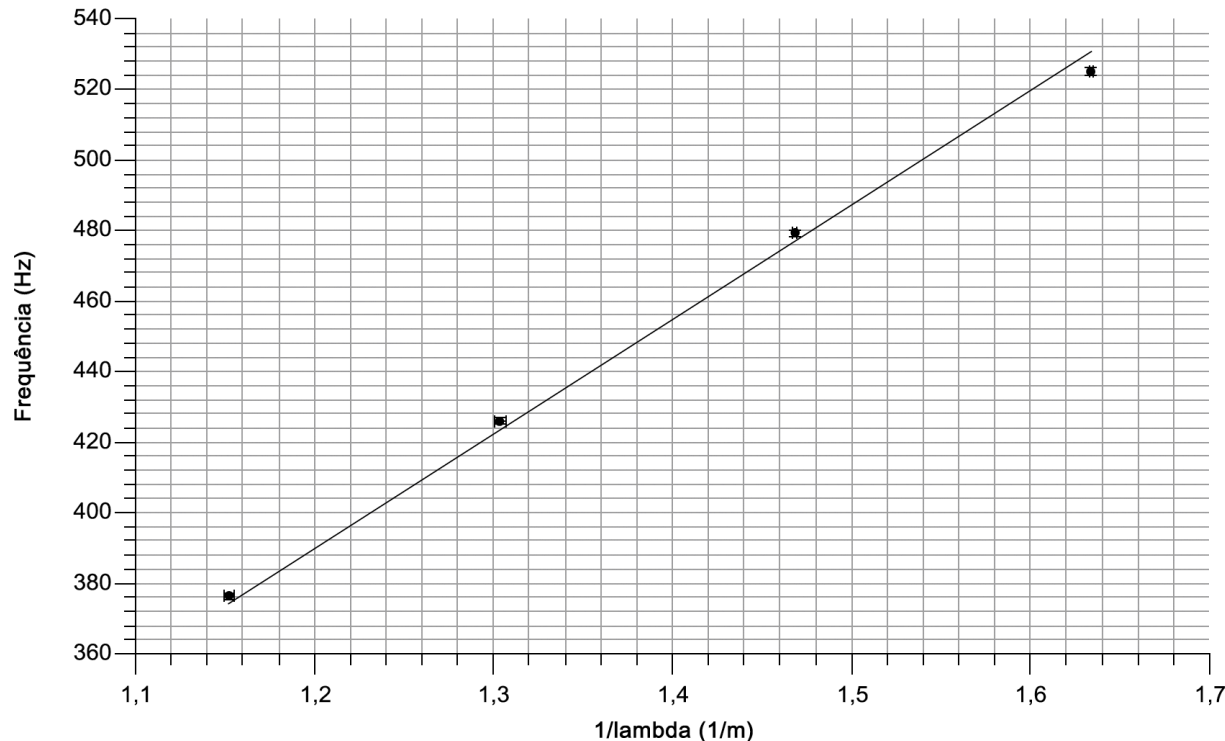
Relatório IV: Velocidade do Som no Ar

d) Determine graficamente a velocidade do som no ar. Qual é o gráfico que deve ser montado?

$$v = \lambda f \rightarrow f = v \frac{1}{\lambda}$$

↓ ↓ ↓ ↗

$$Y = ax + b \quad b = 0$$



Coefficiente Angular
 $V = 324,79 \pm 1,435 m/s$

Relatório IV: Velocidade do Som no Ar

- Determine a frequência do diapásão de frequência desconhecida.

Diapasão (frequência desconhecida)					λ (m)
Distância(m)	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média	
A1	0,118	0,126	0,119	$0,121 \pm 2,11 * 10^{-3}$	$0,484 \pm 1,69 * 10^{-3}$
A2	0,398	0,389	0,381	$0,389 \pm 4,04 * 10^{-3}$	$0,519 \pm 3,23 * 10^{-3}$
A3	0,657	0,656	0,639	$0,651 \pm 4,79 * 10^{-3}$	$0,521 \pm 3,84 * 10^{-3}$

Tabela 7

$$\lambda_{\text{médio}} = 0,501 \pm 1,77 * 10^{-3} m$$

$$f_1(V_m) = 648,98 \pm 2,55 \text{ Hz}$$

$$f_2(V) = 648,28 \pm 3,67 \text{ Hz}$$

Relatório IV: Velocidade do Som no Ar

- Determine a velocidade do som a 0 °C utilizando a expressão abaixo:

$$V(T) = V_0 \sqrt{1 + \beta \cdot T}$$

Sendo: $V(T)$ e V_0 a velocidade do som a uma temperatura T °C e a 0 °C, respectivamente, e $\beta = 1/273$ (°C)⁻¹.

$$v_0 = \frac{v(T)}{\sqrt{1 + \beta T}} = \frac{325}{1,04} = 312 \text{ m/s}$$