

Experiência 4
Cordas vibrantes
1º semestre de 2014

4.

Cordas vibrantes

Introdução

Sempre e sistema capaz de oscilar for solicitado por uma serie de impulsos periódicos de frequência igual uma das frequencias naturais de oscilação do sistema, este vibra com amplitude relativamente grande. Este fenômeno constitui a ressonância e diz-se que o sistema esta em ressonancia com impulsos aplicados.

Nesse experimento vamos estudar fenômeno em sistema de uma corda fixa em ambos extremidades. Para produzir ondas estacionárias na corda, a única condição a ser obedecida e de que a extremidades da corda sejam nodos. Pode haver qualquer número de nodos entre as extremidades, ou mesmo nenhum nodo, de modo que o comprimento de onda λ das ondas estacionarias poder assumir uma infinidade de valores diferentes. A distância entre dois nodos consecutivos é $\lambda/2$, de modo que, numa corda de comprimento L , o numero (n) de meios comprimentos de onda é um número inteiro.

Se a corda for posta em vibração e abandonada a si mesma, por exemplo, uma corda de violão ao ser dedilhada, oscilações gradualmente se extinguirao O movimento e amortecido pela dissipação de energia nos apoios nas extremidades e pela resistência do ar. Pode-se, entrtanto, compensar as perdas e manter o movimento aplicando-se uma força periodica ao sistema.

No experimento o amortecimento das oscilações da corda serão compensada pela vibração de um alto-falante acoplado em um dos extremos da corda.

Quanto aos fundamentos teóricos, você deverá estar a par do conteúdo da Apostila. Você poderá encontrar material adicional nas referências em seu livro texto. Os conceitos físicos envolvidos aqui são: oscilações transversais em um fio tensionado, ondas estacionarias, o conceito de ressonância.

4.1 Objetivos

- Estudar a ressonância de uma corda vibrante fixa pelas extremidades.
- Verificar experimentalmente a fórmula de Lagrange.

4310256 Laboratório de Física I

RELATÓRIO

☐ A ☐ B

___/___/2014

Nome: _____ Nº USP:

Companheiros:

Nota

--

EXPERIÊNCIA 4

Cordas vibrantes

☐ Objetivos

4.2 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Monte o seu experimento conforme mostra a Figura de apostila. Utiliza-se um fio de nylon como corda, com uma ponta presa na lâmina da cigarra que oscila com frequência de 40-120 Hz. A outra ponta do fio passa por um suporte com uma polia é presa a um suporte no qual são colocados pesos de massa conhecida. Estes pesos produzem a tensão no fio e a polia permite que o fio se desloque mantendo a tensão constante. Assim, poderemos fazer o experimento variando a tensão da corda (pela modificação dos pesos), o seu comprimento, e o número de ventres.

1 _____ PREPARAÇÃO _____ ◇

Observamos que em certas frequências temos bem ondas com ventres bem definidos. Para determinar o comprimento L do fio, basta acharmos a frequência que deixa um ventre definido e medimos o comprimento ponta a ponta desse ventre.

A incerteza pode ser determinada variando-se a frequência e voltando-se a ela novamente, e verificando quanto que o comprimento dos pontos ventre a ventre varia.

☐ O valor encontrado foi de L (cm) =:

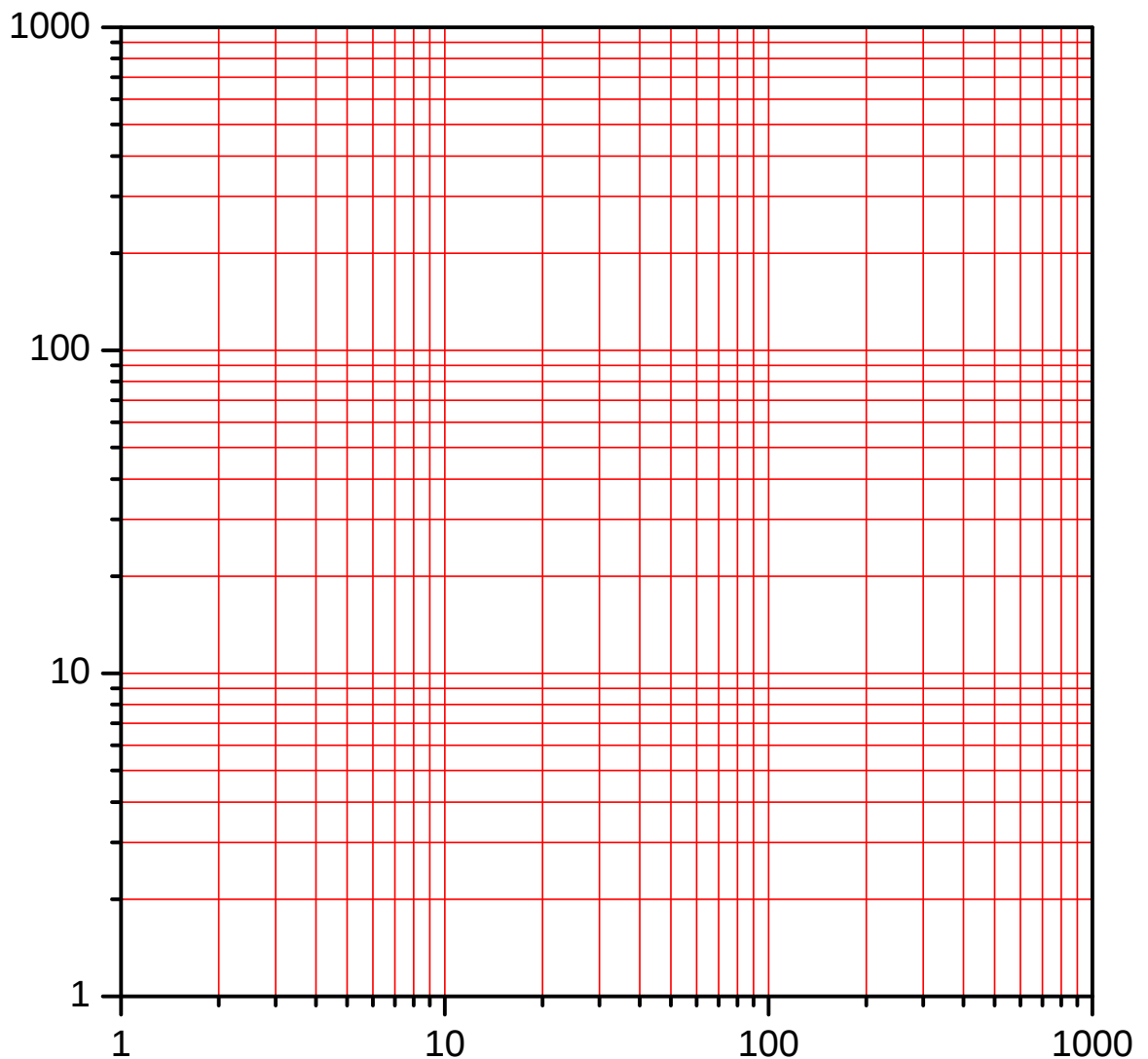
☐ O valor da incerteza encontrado foi de σ_L (cm) =:

2 _____ Freqüências naturais de vibração _____ ◇

☐ Encontre as freqüências de ressonância para diversos valores de n (pelo menos até $n = 6$). Apresente os resultados em forma de tabela, anotando todas as condições correspondentes às variáveis da experiência. Apresente também os gráficos, análise e conclusão parcial do estudo $f \times n$.

☐ Tensão: ($\pm$) gf

f (Herz)	n (ventres)	$\lambda/2$ (cm)
$\pm$	1	
$\pm$	2	
$\pm$	3	
$\pm$	4	
$\pm$	5	
$\pm$	6	



O gráfico de $f \times n$ no papel di-log deu uma reta. Isso significa que deve haver uma relação:

$$f = c_1 n^\alpha$$

$$\log f = \alpha \log n + \log c_1$$

$$\alpha = \frac{\log \frac{f_2}{f_1}}{\log \frac{n_2}{n_1}}$$

Para $T = (\quad \pm \quad)$ gf, que é o caso acima, calculemos esse valor de α , assim como o valor de α_{min} e α_{max} para que possamos determinar a incerteza do valor de α , σ_α .

$$\alpha = (\quad \pm \quad)$$

$$c_1 = \frac{f}{n} = (\quad \pm \quad), \text{ Herz}$$

3 Dependência da frequência com a tensão da corda. ◇

□ Estude a dependência de f com a tração T no fio. Para que possamos obter melhores informações é interessante variar a tração em uma faixa razoavelmente ampla. Deve obter as frequências de alguns valores de n para cada tração. Construa uma tabela correspondente e tente encontrar a função matemática que descreve f em função de T .

□ Tensão: ($\pm$) gf

f (Herz)	n (ventres)
$\pm$	1
$\pm$	2
$\pm$	3
$\pm$	4
$\pm$	5

□ Tensão: ($\pm$) gf

f (Herz)	n (ventres)
$\pm$	1
$\pm$	2
$\pm$	3
$\pm$	4
$\pm$	5

□ Tensão: ($\pm$) gf

f (Herz)	n (ventres)
$\pm$	1
$\pm$	2
$\pm$	3
$\pm$	4
$\pm$	5

□ Tensão: ($\pm$) gf

f (Herz)	n (ventres)
$\pm$	1
$\pm$	2
$\pm$	3
$\pm$	4
$\pm$	5

Analisemos agora a Frequência x Tensão:

□ n (ventres):1

f (Herz)	T(gf)
±	±
±	±
±	±
±	±
±	±

□ n (ventres):2

f (Herz)	T(gf)
±	±
±	±
±	±
±	±
±	±

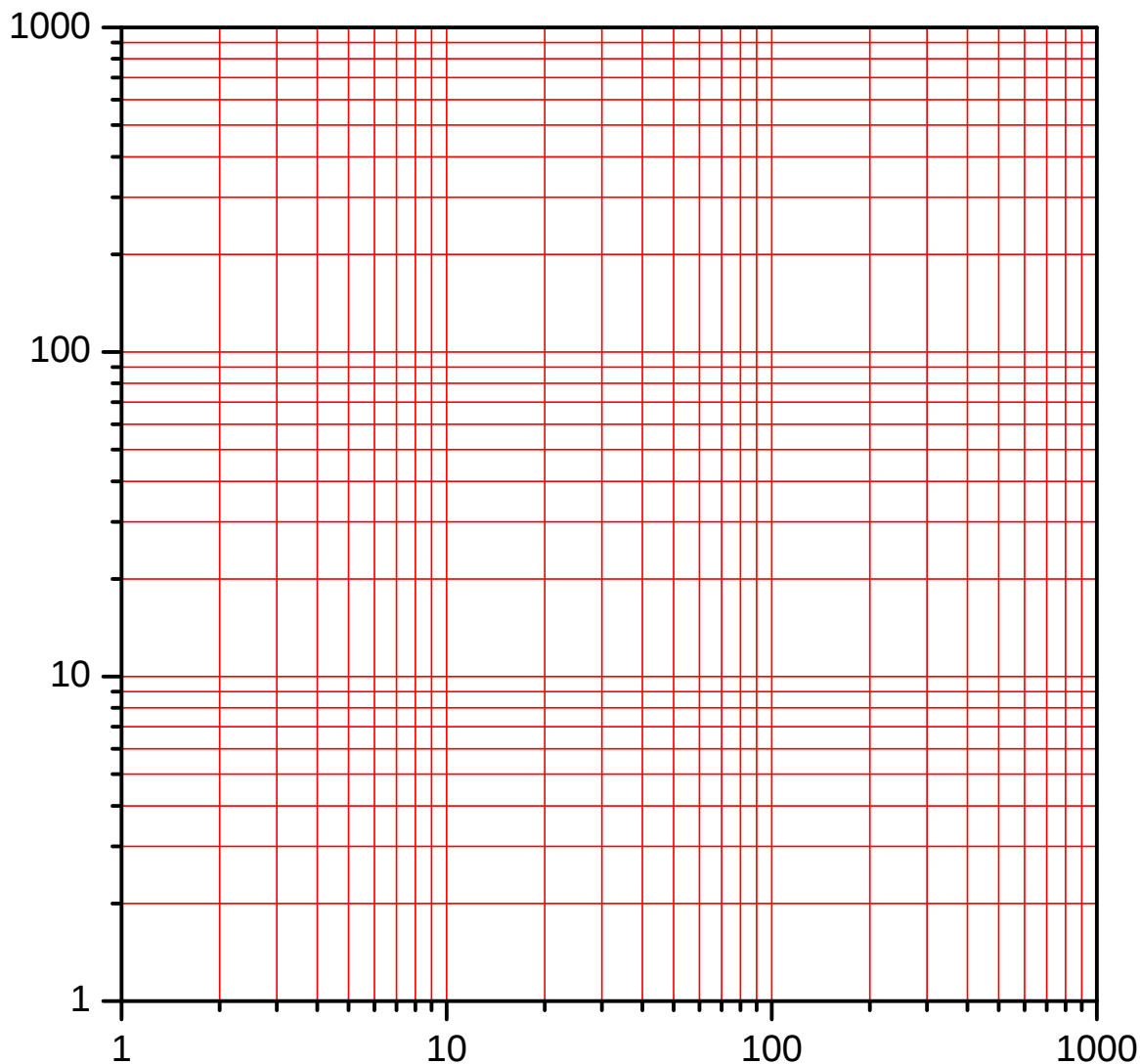
□ n (ventres):3

f (Herz)	T(gf)
±	±
±	±
±	±
±	±
±	±

□ n (ventres):4

f (Herz)	T(gf)
±	±
±	±
±	±
±	±
±	±

Utilizando os dados da tabelas, faça em papel di-log gráficos da frequência como função do Tensão ($f \times T$).



Os dados plotados deram 4 retas. Se foram retas em di-log temos novamente uma relação similar as duas últimas:

$$f = c_2 T^\beta$$

$$\log f = \beta \log T + \log c_2$$

$$\beta = \frac{\log \frac{f_2}{f_1}}{\log \frac{T_2}{T_1}}$$

Para $n=2$, que é o caso acima, calculemos esse valor de β , assim como o valor de β_{min} e β_{max} para que possamos determinar a incerteza do valor de β , σ_β .

$$\beta = (\quad \pm \quad)$$

$$c_2 = \frac{f}{\sqrt{T}} = (\quad \pm \quad), \frac{Herz}{\sqrt{g\ddot{f}}}.$$

4 Dependência da frequência com o comprimento da corda. ◇

☐ Estudo da dependência $f \times L$. Apresente tabelas de dados, gráficos, análise e as conclusões. Estude a compatibilidade dos resultados com a equação (5) da apostila.

☐ Tensão: ($\pm$) gf

☐ n (ventres):2

f (Herz)	L(cm)
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$

☐ Tensão: ($\pm$) gf

☐ n (ventres):2

f (Herz)	L(cm)
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$

☐ Tensão: ($\pm$) gf

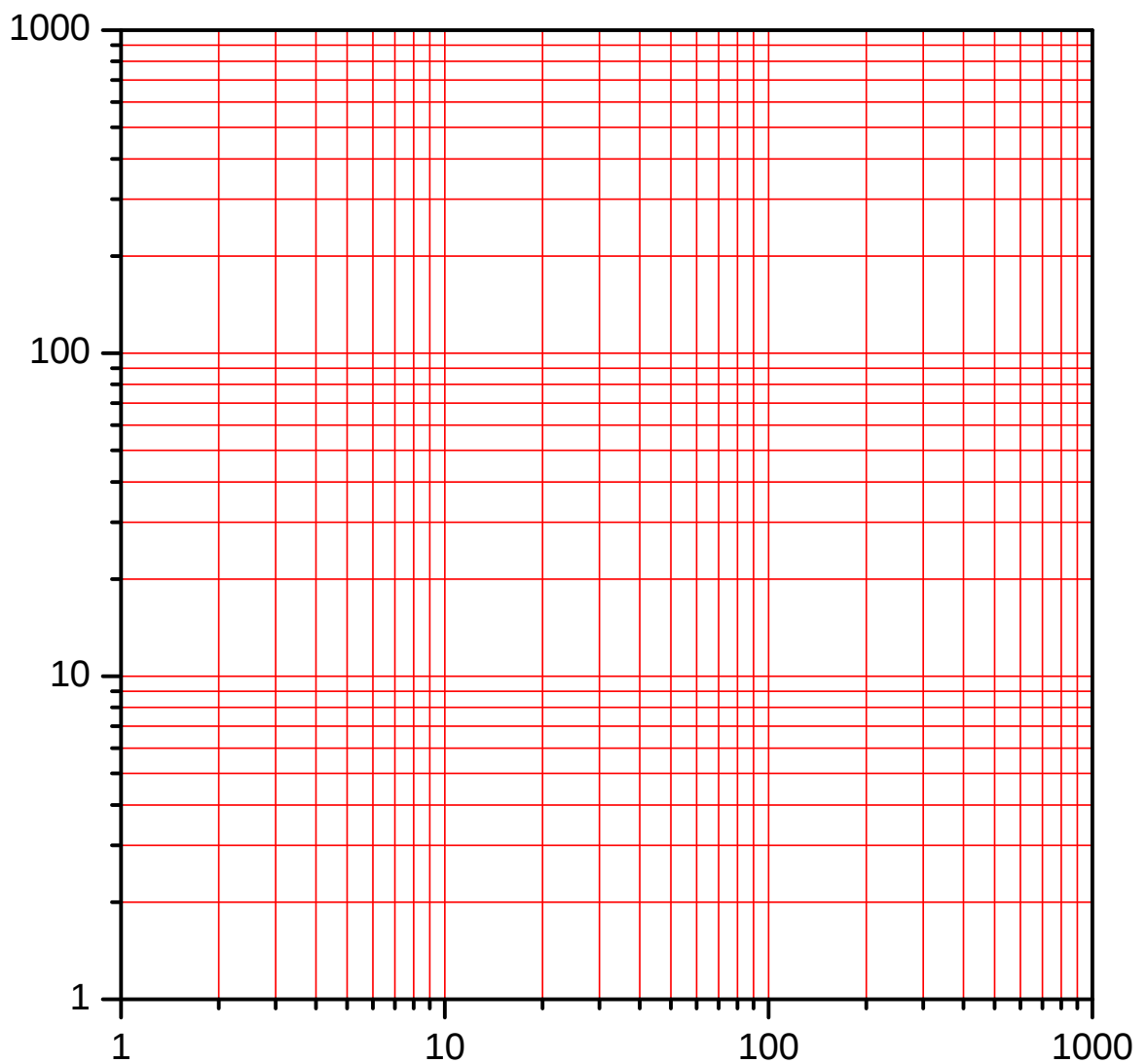
☐ n (ventres):2

f (Herz)	L(cm)
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$

☐ Tensão: ($\pm$) gf

☐ n (ventres):2

f (Herz)	L(cm)
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$



Os dados plotados deram 4 retas. Se foram retas em di-log temos novamente uma relação similar as duas últimas:

$$f = c_3 L^\gamma$$

$$\log f = \gamma \log T + \log c_3$$

$$\gamma = \frac{\log \frac{f_2}{f_1}}{\log \frac{L_2}{L_1}}$$

Para $n=2$ e Tensão: ($\pm$) gf, calculemos esse valor de γ , assim como o valor de γ_{min} e γ_{max} para que possamos determinar a incerteza do valor de γ , σ_γ .

$\gamma = (\quad \pm \quad)$

$$c_2 = f \times L = (\quad \pm \quad), \text{ Herz} \times \text{cm}$$

5 Dependência da densidade linear ou diametro de fio. ◇

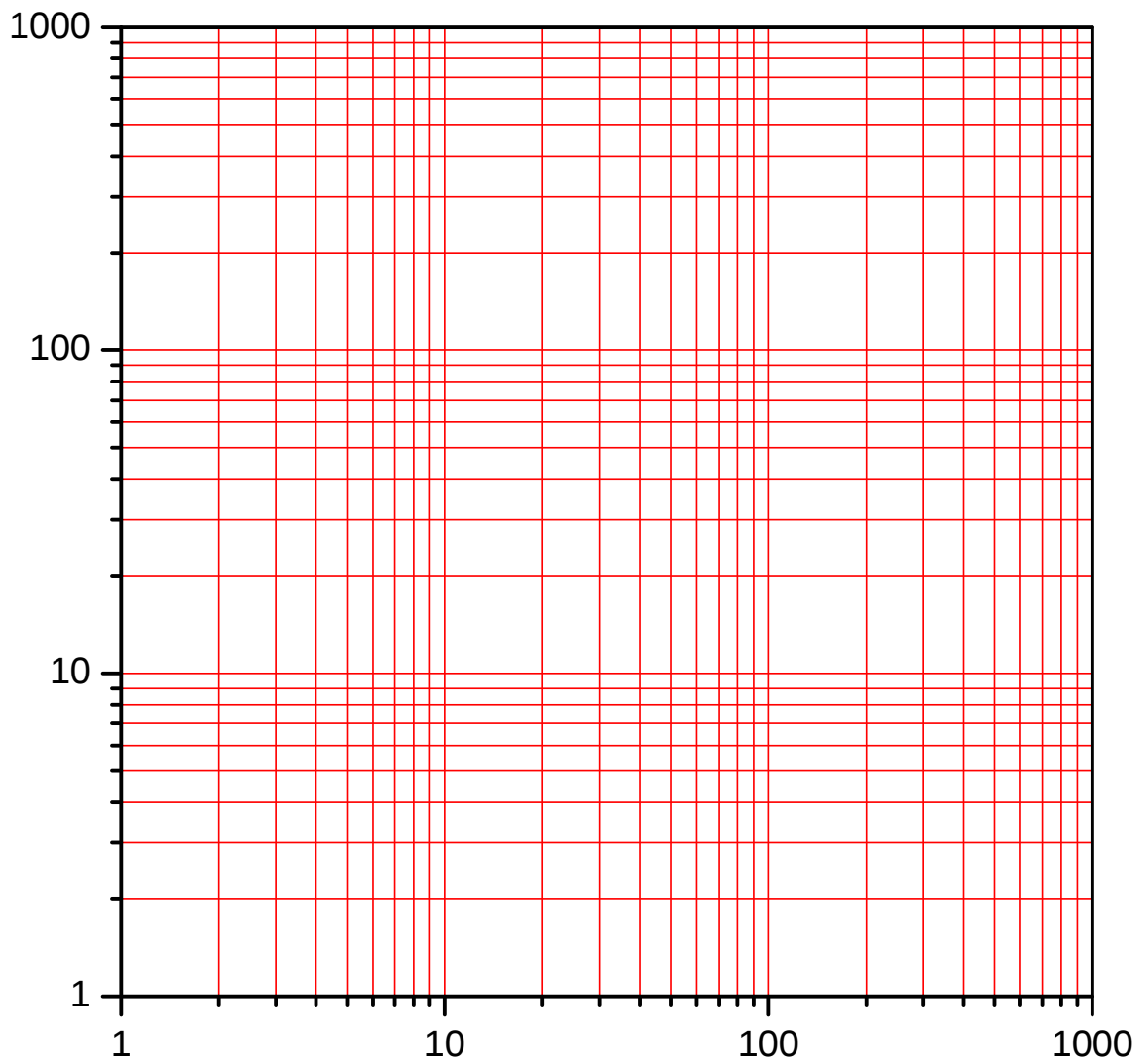
- ☐ Façam as medidas necessárias para a obtenção das frequências do modo $n=2$ em função da densidade linear μ ou diametro do fio, ϕ . Preenchem astabels abaixo com seus valores de μ , ϕ e de f correspondentes. Estude a compatibilidade dos resultados com a equação (5) da apostila.

☐ Tensão: ($\pm$) gf

☐ n (ventres):2

μ (g/cm)	ϕ (mm)	f (Herz)
$\pm$	$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$	$\pm$
$\pm$	$\pm$	$\pm$

- ☐ Façam um gráfico em papel di-logarífmic de f em função de μ , determinando o valor de constante δ .



O gráfico de $f \times \mu$ no papel di-log deu uma reta. Isso significa que deve haver uma relação:

$$f = c_4 \mu^\delta$$

$$\log f = \delta \log \mu + \log c_4$$

$$\delta = \frac{\log \frac{f_2}{f_1}}{\log \frac{\mu_2}{\mu_1}}$$

Para $T = (\quad \pm \quad)$ gf, que é o caso acima, calculemos esse valor de δ , assim como o valor de δ_{min} e δ_{max} para que possamos determinar a incerteza do valor de δ , σ_δ .

$$\delta = (\quad \pm \quad)$$

$$c_4 = f \times \sqrt{\mu} = (\quad \pm \quad), \text{ Herz} \times \sqrt{g/cm}$$

Unificando as informações obtidas na análise dos dados experimentais, apresente a função $f = f(n, L, T)$ com respectivos parâmetros com incerteza. Partindo de (10) chegamos em:

$$f = cn^{\alpha} T^{\beta} L^{\gamma} \mu^{\delta}$$

Substituindo os valores que encontramos para $\alpha, \beta, \gamma, \delta$:

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Substituindo alguns valores que temos de f , n , L e T e μ podemos encontrar uma aproximação para c

Para $n=2$,

Para $T= (\quad \pm \quad)$ gf,

Para $L= (\quad \pm \quad)$ cm,

Para $\mu= (\quad \pm \quad)$ g/cm,

Para $f= (\quad \pm \quad)$ Hz,

$c= (\quad \pm \quad)$,

Para obtenção dos valores das constantes, lembrem-se que $1\text{kgf}=9,7864\text{ N}=978640\text{ g} \times \text{cm}/\text{s}^2$.

Compare resultado com valor esperado $c=1/2$.

☐ Conclusão
