



0	1	2
_____ professor(a)		

# Instituto de Física da USP

**LABORATÓRIO DE FÍSICA A (4323201)**

**PARA A ESCOLA POLITÉCNICA**

Nome: \_\_\_\_\_ n° USP: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ n° USP: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ n° USP: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_ Professor(a) \_\_\_\_\_

## **Guia de Laboratório do Experimento 4: CORDAS VIBRANTES**

Os Conceitos FÍSICOS envolvidos nesse experimento são: oscilações transversais em um fio tensionado, representados por uma equação de onda em uma dimensão onde as extremidades do fio mantidas fixas representam o que chamamos de uma condição de contorno para a solução do problema. Ainda, objetivamos o estudo das ondas estacionárias e modos naturais de vibração de um sistema, além do conceito de ressonância.

### **Preparação Experimental:**

Primeiramente, ajustem a intensidade e frequência no gerador de formas de onda do arranjo experimental para que possamos observar qualquer uma das formas existentes em sua apostila. Reparem que a figura não surge de repente, mas que devemos sintonizar a frequência com certo cuidado, procurando maximizar a amplitude observada. Discutam o conceito de modos naturais de oscilação de um sistema e ressonância, respondendo a questão a seguir.

### **A. MEDIDA DA FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL E SEUS HARMÔNICOS**

Mediremos as frequências naturais associadas a diferentes números de ventres ( $n$ ), mantendo todos os outros parâmetros fixos. É possível observar até oito ou nove ventres. Preencham as tabelas abaixo com os dados obtidos e os cálculos de inclinações e seus desvios, após a confecção dos gráficos.

$n$	$f_n$ (Hz)	Cálculo da inclinação no di-log, $\alpha$
1	$\pm$	
2	$\pm$	
3	$\pm$	
4	$\pm$	
5	$\pm$	
6	$\pm$	
7	$\pm$	
8	$\pm$	
9	$\pm$	

Utilizaremos a simplificação de que força tensora pode ser expressa pelo valor numérico da massa total suspensa, interpretada como gramas-força locais, gfl (1 kgfl = 9,7864 N).

Parâmetros mantidos fixos	$L$ (cm)	$\pm$
	$T$ (gfl)	$\pm$
	$\mu$ (mg/m)	$\pm$
	$\phi$ (mm)	$\pm$

Faça um gráfico representando as frequências dos modos naturais em função de seu índice  $n$ . Determine a inclinação da reta obtida, respondendo a questão:

**Q1.** Observando seu gráfico, interprete a forma da curva obtida, o valor e as unidades de sua inclinação.

---



---

### **B. ESTUDO DA DEPENDÊNCIA DE $f_n$ COM OS PARÂMETROS**

Testaremos agora o modelo  $f_n = C n^\alpha L^\beta T^\gamma \mu^\delta = D n^\alpha L^\beta T^\gamma \phi^\eta$

onde  $n$  é o número de ventres,  $T$  a tensão do fio,  $L$  seu comprimento entre as extremidades fixas,  $\mu$  a sua densidade linear e  $\phi$  seu diâmetro. Estudaremos a dependência de  $f_n$  com esses parâmetros que são constantes que deverão ser determinados. Para isso, utilizaremos um método bem comum, conhecido por método da variação de um parâmetro por vez.

### **B1. ESTUDO DO NÚMERO DE VENTRES**

Faça o mesmo gráfico da seção anterior, mas agora em di-logarítmico, determinando a inclinação  $\alpha$  da curva obtida e seu desvio. Os cálculos deverão ser feitos no quadro correspondente acima e o resultado numérico colocado no quadro abaixo.

$\alpha$	$\pm$
----------	-------

### **B2. ESTUDO DA TENSÃO DO FIO**

Faça as medidas necessárias para a obtenção das frequências do modo  $n=2$  ( $f_2$ ) em função da força tensora no fio,  $T$ . Preencha as tabelas abaixo com seus valores de  $T$  e de  $f_2$  correspondente.

$T(\text{gfl})$	$f_2(\text{Hz})$	Cálculo da inclinação no di-log, $\gamma$ e seu desvio
$\pm$	$\pm$	

Parâmetros mantidos fixos	$L(\text{cm})$	$\pm$
	$n$	$\pm$
	$\mu(\text{mg/m})$	$\pm$
	$\phi(\text{mm})$	$\pm$

Faça um gráfico em papel di-logarítmico de  $f_2$  em função de  $T$ , determinando o valor da constante  $\gamma$  e de seu desvio, registrando os valores no quadro abaixo.

$\gamma =$	$\pm$
------------	-------

### B3. ESTUDO DO COMPRIMENTO DO FIO

Faça as medidas necessárias para a obtenção das frequências do modo  $n = 2$  em função do comprimento do fio  $L$  e anote os valores nas tabelas abaixo.

$L(\text{cm})$	$f_2(\text{Hz})$	Cálculo da inclinação no di-log, $\beta$ e seu desvio
±	±	
±	±	
±	±	
±	±	
±	±	
±	±	
±	±	
±	±	
±	±	

Parâmetros mantidos fixos	$n$	±
	$T(\text{gfl})$	±
	$\mu(\text{mg/m})$	±
	$\phi(\text{mm})$	±

Faça um gráfico em papel di-logarítmico de  $f_2$  em função de  $L$ , determinando o valor da constante  $\beta$  e de seu desvio, registrando-os no quadro abaixo.

$\beta =$	±
-----------	---

### B4. ESTUDO DA DENSIDADE LINEAR OU DIÂMETRO DO FIO

Faça as medidas necessárias para a obtenção das frequências do modo  $n = 2$  em função da densidade linear  $\mu$  ou do diâmetro do fio  $\phi$  e anote os valores:

$\mu (\text{mg/m})$	$\Phi (\text{mm})$	$f_2(\text{Hz})$	Cálculo da inclinação no di-log, $\delta$ ou $\eta$ e seu desvio
±	±	±	
±	±	±	
±	±	±	
±	±	±	
±	±	±	
±	±	±	

Parâmetros mantidos fixos	$n$	±
	$T(\text{gfl})$	±
	$L(\text{cm})$	±

Faça um gráfico em papel di-logarítmico de  $f_2$  em função de  $\mu$  e  $\Phi$ , determinando o valor da constante  $\delta$  (e de  $\eta$ ) e de seu desvio, registrando ambos no quadro abaixo.

$\delta =$	$\pm$
$\eta =$	$\pm$

**Q2.** *Determine a constante multiplicativa C (ou D), e estime seu desvio.*

---

---

---

**Q3.** *Comentários e Conclusões*

---

---

---

**Referência:** M.T.F. da Cruz, J.C.O. Morel e E.M. Takagui, Guia de Laboratório do curso para Engenharia II (FEP 2198).