

Laboratório de Óptica Técnica II

INTERFERÔMETROS DE MICHELSON E FABRY-PEROT

Bancada:

Matrícula										Nome Completo	Nota

EXPERIÊNCIA 1: INTERFERÔMETROS DE MICHELSON E FABRY-PEROT

1. OBJETIVOS:

Montar e alinhar um interferômetro de Michelson e um interferômetro de Fabry-Perot; medir o deslocamento de um espelho e avaliar o índice de refração de um gás pelo interferômetro de Michelson; medir o deslocamento de um espelho pelo interferômetro de Fabry-Perot .

2. MATERIAIS UTILIZADOS:

- Laser He-Ne;
- Fontes de alimentação laser;
- Conjunto de interferômetros;
- Suporte de três pontos;
- Trilho;
- Anteparo.

3. INTRODUÇÃO TEÓRICA:

Interferômetro de Michelson: concebido e desenvolvido por Michelson em 1880 [1], tinha por finalidade original a medida da velocidade da luz em relação ao movimento da Terra.

Desde então, tem sido utilizado para um sem número de experimentos em metrologia óptica, processamento de imagens e modulação da amplitude de luz [1,2]. Consiste basicamente de um divisor de feixes e dois espelhos. O feixe incidente sobre o divisor tem uma componente refletida, que atinge o espelho E1 da figura 1. A componente refratada atinge o espelho E2. Ambos os feixes voltam a se combinar no divisor de feixes, produzindo um padrão de interferência que pode ser observado no anteparo.

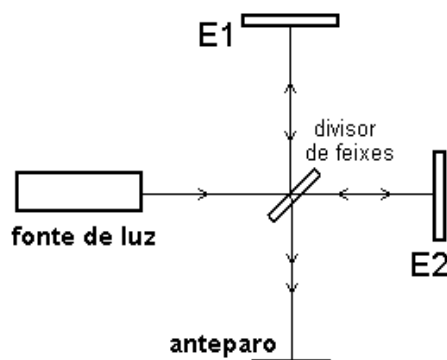


Figura 1

Pode-se mostrar que a condição para a interferência construtiva no interferômetro iluminado por uma fonte com comprimento de onda λ é dada por $m\lambda = 2(L_1 - L_2)$, onde L_1 e L_2 são os comprimentos dos braços 1 e 2 respectivamente, e m é um número inteiro positivo. Quando um dos espelhos é deslocado de Δx , este deslocamento pode ser medido contando-se as Δm franjas que se deslocam no padrão de interferência, e é dado por [3]:

$$\Delta x = \Delta m \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

Removendo-se ar de uma célula de espessura t , posicionada num dos braços do interferômetro, como na figura 2, o padrão de franjas sofrerá um deslocamento Δm devido à diminuição do neste ramo. Se a pressão dentro da célula é menor que a atmosférica, pode-se mostrar que a diferença de índice de refração entre o ar na célula e o índice de refração do ar à pressão atmosférica é dada por:

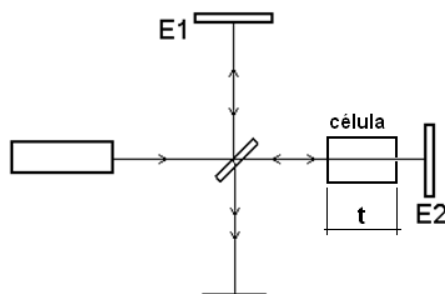


Figura 2

$$n_{ar} - n = \Delta m \frac{\lambda}{2t} \quad (2)$$

Interferômetro de Fabry-Perot: desenvolvido por C. Fabry e A. Perot em 1899, consiste de dois espelhos planos e paralelos de alta refletividade, e baseia-se no processo de interferência por múltiplas reflexões. Suas principais aplicações encontram-se no campo da medida de estruturas finas de linhas espectrais e também na medida de deslocamentos. Pode-se mostrar que o deslocamento Δx de um espelho, que provoque o deslocamento de Δm franjas, é dado por

$$\Delta x = \Delta m \frac{\lambda}{2 \cos \theta'} \quad (4)$$

onde θ' é o ângulo da luz refratada dentro do espaçamento entre os espelhos. Note que, para incidência normal, $\cos \theta' = 1$, e a equação (4) reduz-se à equação (1).

4. PROCEDIMENTO:

4.1 Interferômetro de Michelson

Calibração do transladador micrométrico

- Montar o interferômetro como mostrado na figura 1;
- Alinhar o interferômetro; os feixes refratado e refletido pelo divisor de feixes devem ser ortogonais e devem emergir do divisor de feixes paralelamente;
- Deslocar o espelho E2 através do transladador micrométrico do interferômetro. Contar as franjas deslocadas Δm , e contar o número ΔN de divisões do tambor do micrômetro. Faça a medida para 10, 20, 30, 40, 50 e 60 franjas deslocadas;

Medida do índice de refração do ar

- Inserir a cuba num dos braços do interferômetro e evacuar a cuba através da bomba de vácuo;
- contar o número de franjas deslocadas e medir a pressão correspondente no manômetro.

4.2 Interferômetro de Fabry-Perot

Calibração do transladador micrométrico

- Alinhe o interferômetro, posicionando os espelhos paralelamente; utilize frentes de onda esféricas através de uma lente positiva;

- Repita o procedimento utilizado no interferômetro de Michelson, contando 10, 20, 30, 40, 50 e 60 franjas (valores sugeridos!) e as respectivas divisões no tambor do micrômetro;

5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS:

5.1 Interferômetro de Michelson

5.1.1 Calibração do sistema micrômetro+reductor

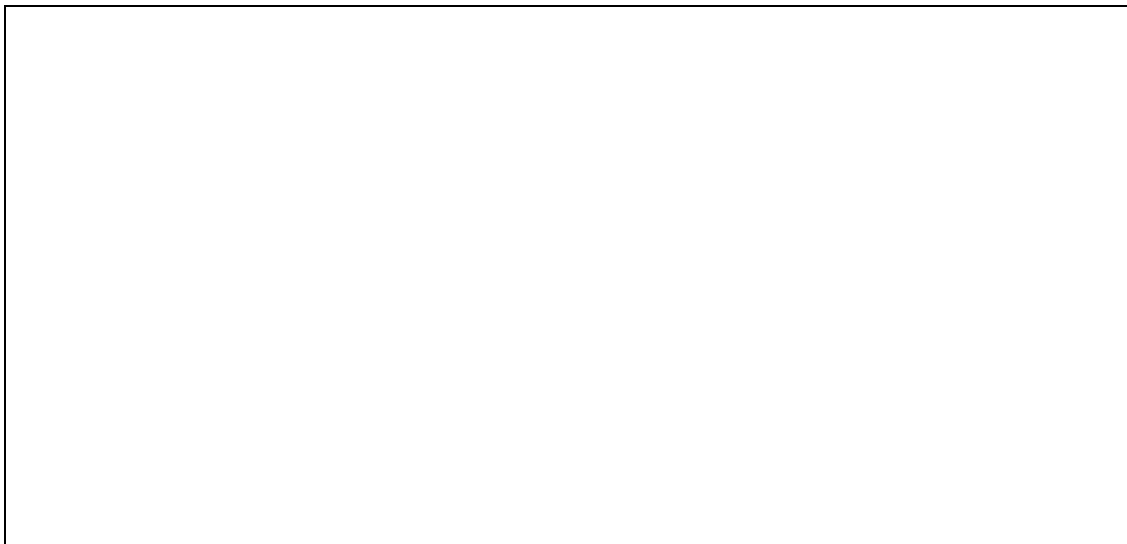
Preencha a tabela abaixo

nº de divisões do micrômetro (ΔN)	nº de franjas deslocadas (Δm)	Δx (nm)

Tabela 1. Deslocamentos, número de franjas.

Através da primeira e terceira colunas da tabela 1, trace em papel milimetrado ou no Excel o gráfico do deslocamento Δx em função do número de divisões ΔN do micrômetro.

Copie no espaço abaixo o gráfico $\Delta N \times \Delta x$:



Escreva AQUI o coeficiente angular do gráfico e a sua unidade: _____

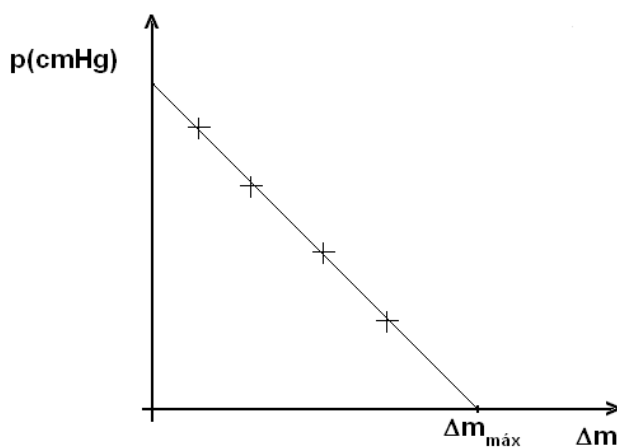
5.1.2 Medida do índice de refração do ar

Preencha a tabela abaixo

nº de franjas deslocadas (Δm)	P _{cuba} (cmHg)

Tabela 2. Número de franjas, pressão na cuba.

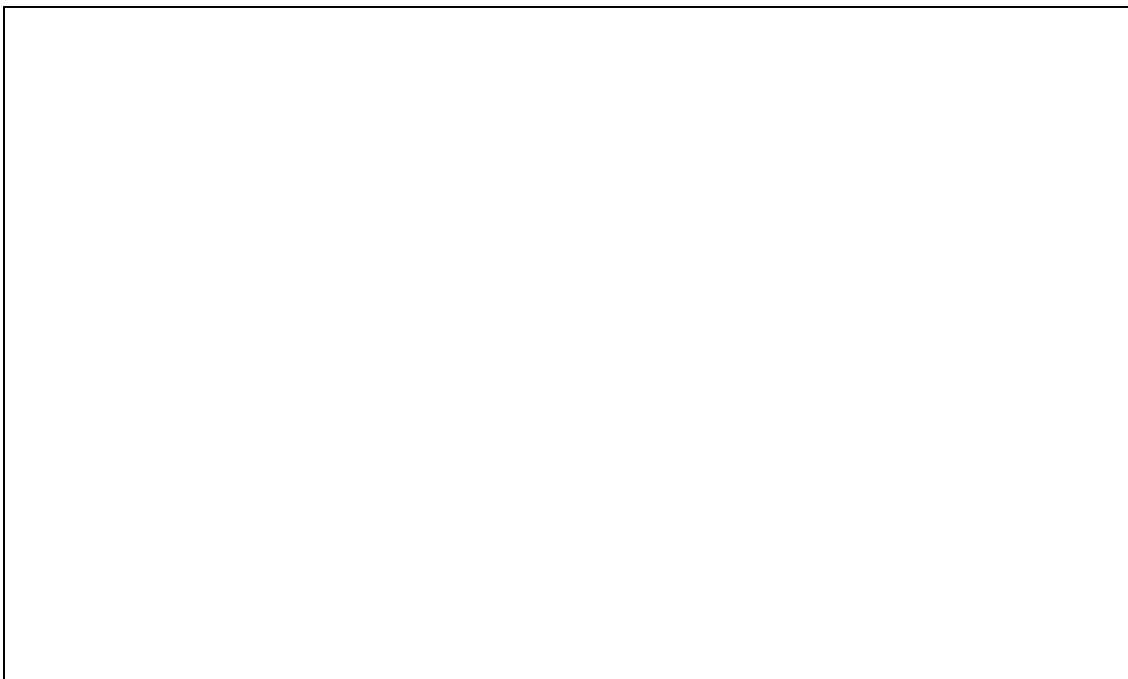
Por extrapolação, determine graficamente o número de franjas $\Delta m_{m\acute{a}x}$ para o qual a pressão da cuba é nula. O gráfico pode ser traçado em papel milimetrado ou no Excel.



Sabendo que $n = 1$ quando $\Delta m = \Delta m_{m\acute{a}x}$, o índice de refração do ar pode ser determinado com o auxílio da equação (2):

$$n_{ar} = 1 + \Delta m_{m\acute{a}x} \frac{\lambda}{2t}$$

Copie no espaço abaixo o gráfico $P_{\text{cuba}} \times \Delta m$:



Escreva AQUI o valor de $\Delta m_{\text{máx}}$ obtido por extrapolação: _____

Escreva AQUI o índice de refração n_{exp} do ar obtido experimentalmente pelo gráfico e pela equação (2) :

Compare o valor n_{exp} com o valor obtido na literatura, encontrado em <https://refractiveindex.info/?shelf=other&book=air&page=Ciddor>, usando o desvio percentual (NÃO se esqueça de selecionar o comprimento de onda adequado, em μm !) :

$$\delta(\%) = \frac{|n_{\text{exp}} - n_{\text{lit}}|}{n_{\text{lit}}} \times 100\%$$

CONCLUSÃO

- Como você fez a calibração do Sistema micrômetro+reductor pelo mesmo equipamento, como você compara os valores de calibração obtidos pelo arranjo de Michelson e pelo arranjo de Fabry-Perot?
- Explique a razão de se obter o valor de $\Delta m_{máx}$ por extrapolação no gráfico.
- Enumere fatores e motivos no arranjo experimental que podem acarretar erros na medida, e o peso (importância) de cada fator.

REFERÊNCIAS

Exemplo:

1 – G. R. Fowles, *Introduction to Modern Optics*, Dover Publications Inc., New York, 1975;

(para livros)

2 – I.L. Natal, D.C. Santos, E.A. Barbosa, “Comparação da Aceitação das Empadinhas com Azeitonas com e sem Carochos na Faixa Etária Entre 27 e 43 Anos”, *Opt. Lett.*, V6, N12 (2003) pp. 231;

(para artigos. No caso, a revista é a Optics Letters, volume 6, número 12, ano 2003, página 231)

3 – ver. p. exemplo, <http://www.ifsw.uni-stuttgart.de/english/profile/research.html>

(para sites na internet)