

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LABORATÓRIO DE FÍSICA MODERNA

Interferômetro

Adão Murillo dos Santos	RA:100126
João Marcos Fávaro Lopes	RA:98327
Lucas Maquedano da Silva	RA:98901
Pedro Haerter Pinto	RA:100852
TURMA:32	Professor:Nelson Guilherme Castelli Astrath

Maringá,2018

Sumário

Sumário	1
1 Introdução	2
2 Fundamentação Teórica	3
2.1 O Interferômetro de Michelson	3
2.2 Medição do índice de Refração do Ar	4
3 Desenvolvimento Experimental	5
3.1 Materiais e Métodos	5
3.2 Interpretação dos Resultados	5
4 Conclusão	7
Referências	8

1 Introdução

Interferência é um fenômeno que ocorre quando duas ou mais ondas sobrepostas se encontram fora de fase, gerando interferências construtivas e destrutivas conforme a interação entre as ondas, sendo a luz uma onda eletromagnética o fenômeno também se aplica a ela, como foi observado no experimento de fenda dupla de Young, as ondas de luz emitidas a partir das fendas se sobrepõem e criam faixas escuras e claras sendo estas os mínimos e máximos de intensidade luminosa gerados pela interferência. Michelson montou o seu interferômetro, aparato que foi utilizado no experimento contido neste relatório, a fim de mostrar a influência do "éter luminoso" (suposto meio necessário para a propagação da luz) sobre a velocidade da luz, o experimento mostrou a não existência do éter.

2 Fundamentação Teórica

2.1 O Interferômetro de Michelson

Em 1801, o físico e médico inglês Thomas Young desenvolveu o experimento de fenda dupla que demonstrou o fenômeno de interferência luminosa. Aproximadamente 80 anos depois, o físico Albert Abraham Michelson desenvolveu um interferômetro com mecanismo similar ao de Young. Vale ressaltar que o experimento foi concebido inicialmente com o intuito de comprovar a existência o éter como meio material. O interferômetro de Michelson se tornou mundialmente famoso devido à sua relativa simplicidade e alta aplicabilidade, tanto no meio didático quanto no experimental. A Figura 1 demonstra o funcionamento do aparato.

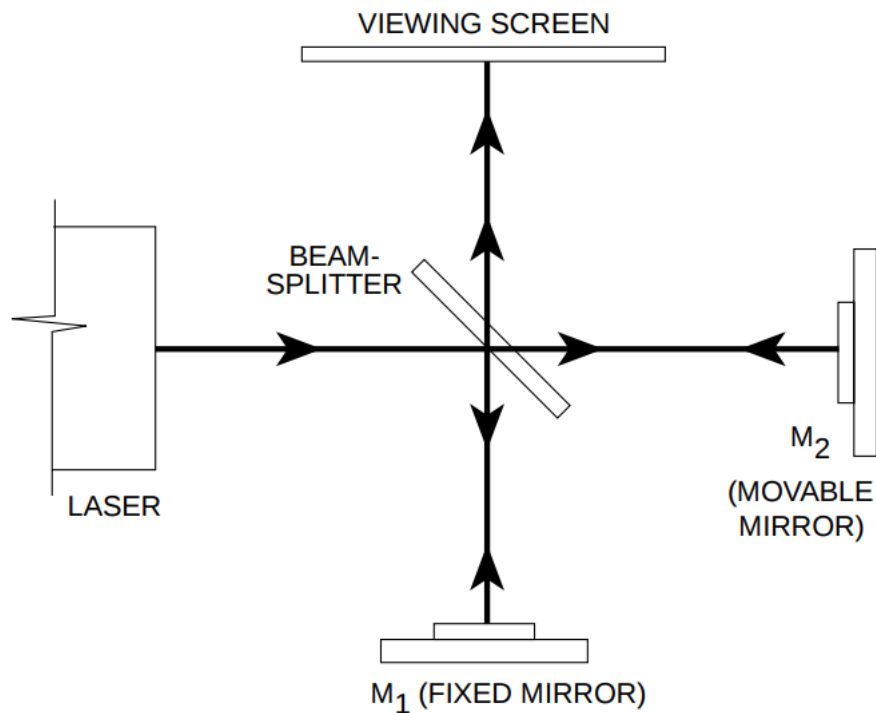


Figura 1: Interferômetro de Michelson

Ao sair do laser a luz atinge o *beam-splitter*, onde é dividida de modo que 50% da mesma atinja o espelho físico M1 e os outros 50% o espelho M2. Ao atingir ambos os espelhos, a luz é refletida em direção ao *beam-splitter* mais uma vez. No caminho de volta, os dois feixes são projetados na tela de visualização. A separação e posteriormente união dos feixes gera uma pequena defasagem entre os mesmos, essa defasagem é o que causa a interferência. Como a diferença de fase é da ordem do comprimento de onda, faz-se necessário o uso de uma lente divergente que amplia a imagem projetada, o que possibilita a visualização do padrão de interferência.

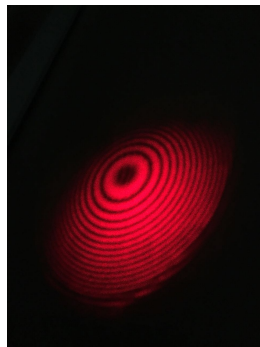


Figura 2: Padrão de interferência

A defasagem entre os feixes de luz decorre da alavanca acoplada no espelho M2, ao variar a posição da ala-

vanca é possível gerar uma diferença de fase entre os feixes de luz no momento em que se encontram projetados. Ao realizar sucessivas variações na posição do espelho M2 é possível determinar o comprimento λ a partir da distância d_m medida ao girar a alavanca de M2 e do número de franjas de interferência usando a equação:

$$\lambda = \frac{d_m}{m}$$

Se λ for conhecido, a mesma equação pode ser utilizada para determinar a distância d_m .

2.2 Medição do índice de Refração do Ar

Por ser um equipamento extremamente sensível, verifica-se que vibrações como andar próximo ao aparato é o suficiente para provocar variações no padrão de interferência observado. Tendo em vista essa sensibilidade, torna-se possível medir o índice de refração do ar usando o mesmo equipamento.

Ao posicionar uma câmara de vácuo em um dos braços do caminho óptico e variar a pressão dentro da mesma, verifica-se uma série de variações no padrão de interferência projetado.

Considerando a pressão inicial da câmara como P_i e a final como P_f , tem-se as equações:

$$\lambda_i = \frac{2d_i}{\Delta m_i} \quad (1)$$

$$\lambda_f = \frac{2d_f}{\Delta m_i} \quad (2)$$

Intuitivamente, observa-se que para a diferença de pressão $P_f - P_i$ surge a relação

$$\Delta m = \Delta m_f - \Delta m_i \quad (3)$$

$$\Delta m = \frac{2d}{\lambda_f} - \frac{2d}{\lambda_i} \quad (4)$$

$$\Delta m = \frac{2d}{\frac{\lambda_0}{n_f}} - \frac{2d}{\frac{\lambda_0}{n_i}} \quad (5)$$

$$\Delta m = \frac{2d}{\lambda_0} (n_f - n_i) (n_f - n_i) = \frac{\Delta m \lambda_0}{2d} \quad (6)$$

Dividindo a equação por $(P_f - P_i)$,

$$\frac{n_f - n_i}{P_f - P_i} = \frac{\Delta m \lambda_0}{2d} \frac{1}{P_f - P_i} \quad (7)$$

De onde é possível escrever, por fim,

$$n_f = n_i + \frac{\Delta m \lambda}{2d \Delta P} (P_{atm} - P_0) \quad (8)$$

Onde

- n_f : índice de refração final;
- n_i : índice de refração inicial (vácuo);
- Δm : variação do número de franjas;
- λ : comprimento de onda do laser utilizado;
- d : comprimento da câmara de vácuo;
- ΔP : variação de pressão registrada no manômetro;
- P_{atm} : pressão atmosférica;
- P_0 : pressão inicial na câmara ($P_0 = 0$).

3 Desenvolvimento Experimental

3.1 Materiais e Métodos

Foi utilizado para o experimento o equipamento PASCO Modelo OS-8501 cosntituido por:

- Espelho fixo (M1);
- Espelho móvel (M2);
- Separador de feixes (*beam-splitter*);
- *Micrômetro*;
- *Câmara de vácuo*.

Sendo utilizado também:

- Lasers (um com comprimento de onda conhecido e outro a determinar);
- Lente divergente.

O primeiro passo é alinhar o laser de comprimento de onda conhecido com o espelho móvel da base do interferômetro - é importante que o raio refletido seja desviado poucos milímetros do orifício do laser, evitando reflexões em seu interior. Após, insere-se a lente divergente entre o laser e o *beam-splitter*, posicionado a 45° de forma que o feixe seja parcialmente refletido para o espelho fixo, como consequência deve-se ver um padrão de franjas claras/escuras na superfície de projeção. Caso sejam formados dois padrões de franjas, deve-se ajustar o espelho fixo para que ambas se sobreponham.

Recomenda-se demarcar na superfície de projeção os limites de uma das franjas para facilitar a contagem durante o experimento, outra sugestão é a de se usar uma câmera fotográfica com filmagem em câmera lenta durante a contagem.

Então é realizado a calibração do interferômetro utilizando o laser conhecido, inicialmente é posto a contagem do micrômetro no zero e então feito um deslocamento no espelho móvel utilizando a haste do micrômetro em 20 unidades, e contando quantas franjas são deslocadas é possível calibrar o interferômetro para que o comprimento de onda de qualquer laser possa ser encontrado.

O próximo estágio realizado é para se aferir o índice de refração do ar, é montado o equipamento com o laser de HeNe e antes do espelho fixo é posto uma câmara onde será feito vácuo, então o equipamento é alinhado novamente e variando a pressão na câmara de 10 em 10 mmHg é contado a variação das franjas.

3.2 Interpretação dos Resultados

Após a realização da primeira parte do experimento, é encontrado que cada variação do micrômetro equivale na verdade a $20,2 \times 10^{-6}m$. Substituindo o laser conhecido por um qualquer e utilizando a equação (1), é possível encontrar o comprimento de onda do laser.

Para a segunda parte do experimento, foram repetidas as aferições para que o erro fosse reduzido, então com os dados de ΔP e ΔM e utilizando a equação (8) são obtidos valores para a confecção do gráfico de $\eta \times \Delta P$ encontrado na figura (3).

Assim

$$\alpha = \frac{\Delta m \lambda}{2d \Delta P}$$
$$\alpha = 2.78 \times 10^{-7}$$

Calculando o valor do coeficiente angular da reta é possível encontrar o valor do índice de refração do ar, η_{ar} , aplicando o valor encontrado na equação (8) e para este experimento foi encontrado $\eta_{exp} = 1.00002052$.

Comparando o valor obtido com o teórico que vale $\eta_{ar} = 1.000293$ é encontrado um desvio percentual de $D\% = 0,0272\%$.

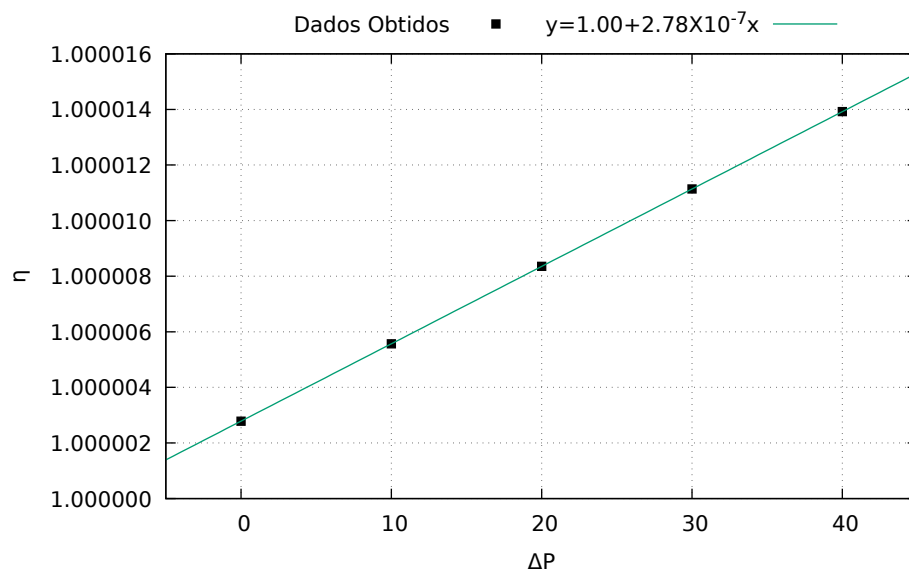


Figura 3: Interferômetro de Michelson

4 Conclusão

Podemos dizer, com base no desvio obtido, que o experimento realizado foi bem-sucedido. Mesmo com um erro pequeno, podemos salientar alguns motivos pelo mesmo, como, o movimento de pessoas no laboratório, e a vibração do ar condicionado, visto que o aparelho é muito sensível, também, possíveis erros humanos na hora da contagem de franjas. Por fim, com o êxito do experimento, conseguimos determinar o índice de refração do ar satisfatoriamente.

Referências

- [1] PASCO, *Interferometer, Instruction Manual and Experiment Guide for the PASCO scientific Model 0S-8501*.