

Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Física Gleb Wataghin

F 609 – Tópicos de Ensino de Física I
1º Semestre de 2014

Relatório Final

“Interferômetro”

Daniel Salgado Costa
Ra: 042779

Tatiana Americo da Silva
Ra: 104137

Orientador: Prof. José Joaquim Lunazzi

1) Introdução

O interferômetro usa um feixe de luz monocromático (luz verde) que atravessa um espelho semitransparente que faz com que o feixe incidente seja dividido em dois. Um dos feixes é transmitido através desse espelho até o espelho 2 é refletido de volta para o espelho semitransparente e então é refletido para o detector (anteparo), enquanto o outro feixe é refletido pelo espelho semitransparente até o espelho 1, onde é novamente refletido, passando através do espelho semitransparente até o detector.

Quando os dois componentes da luz são recombinados no detector, pode haver uma diferença de fase entre eles, por terem percorrido caminhos diferentes. Eles interferem construtiva ou destrutivamente, dependendo da diferença de caminho. Se os dois caminhos percorridos forem iguais ou diferirem por um número inteiro de comprimento de onda, ocorre uma interferência construtiva e é registrado um sinal forte no detector. Se, no entanto, a diferença for um número inteiro e mais meio comprimento de onda, ocorre uma interferência destrutiva e é registrado um sinal muito fraco no detector.

2) Resultados atingidos

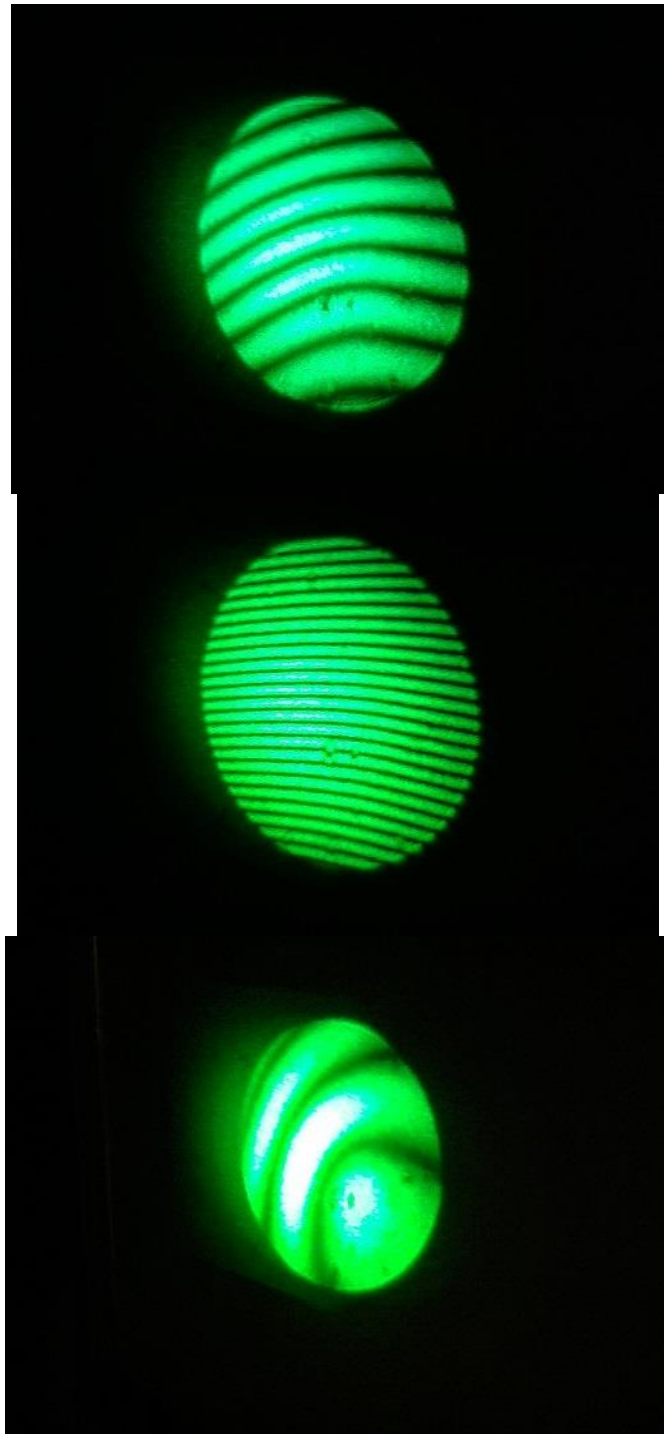
Primeiramente, tentamos reproduzir o Espelho de Lloyd, mas não obtivemos sucesso em observar as franjas, então passamos a trabalhar com o Interferômetro e também com o experimento das franjas de Newton e com bolhas de sabão.

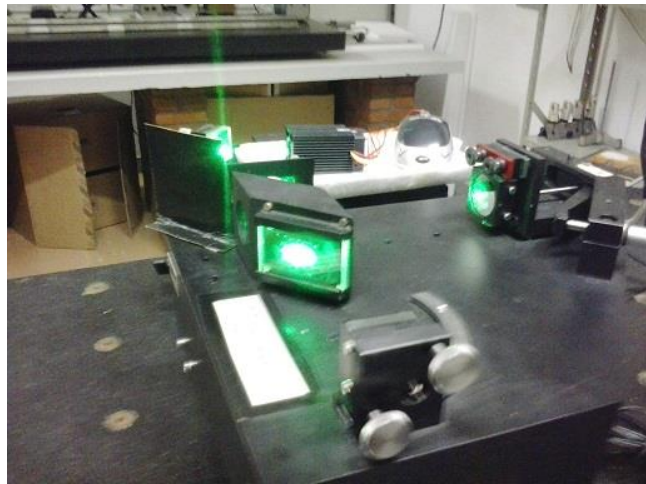
Quanto ao interferômetro, conseguimos obter as franjas causadas pela diferença de percurso da luz devido a diferença de distância entre os espelhos 1 e 2 presentes no interferômetro.

3) Fotos da experiência

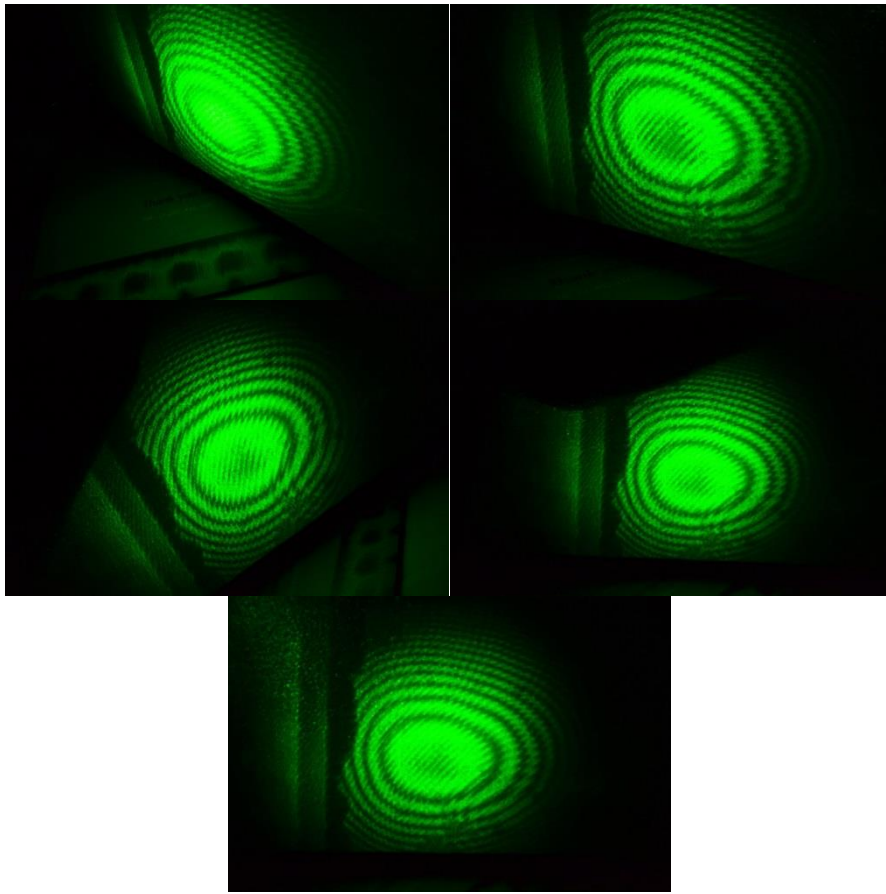
Teste do laser no interferômetro do Costa







Imagens feitas usando o interferômetro

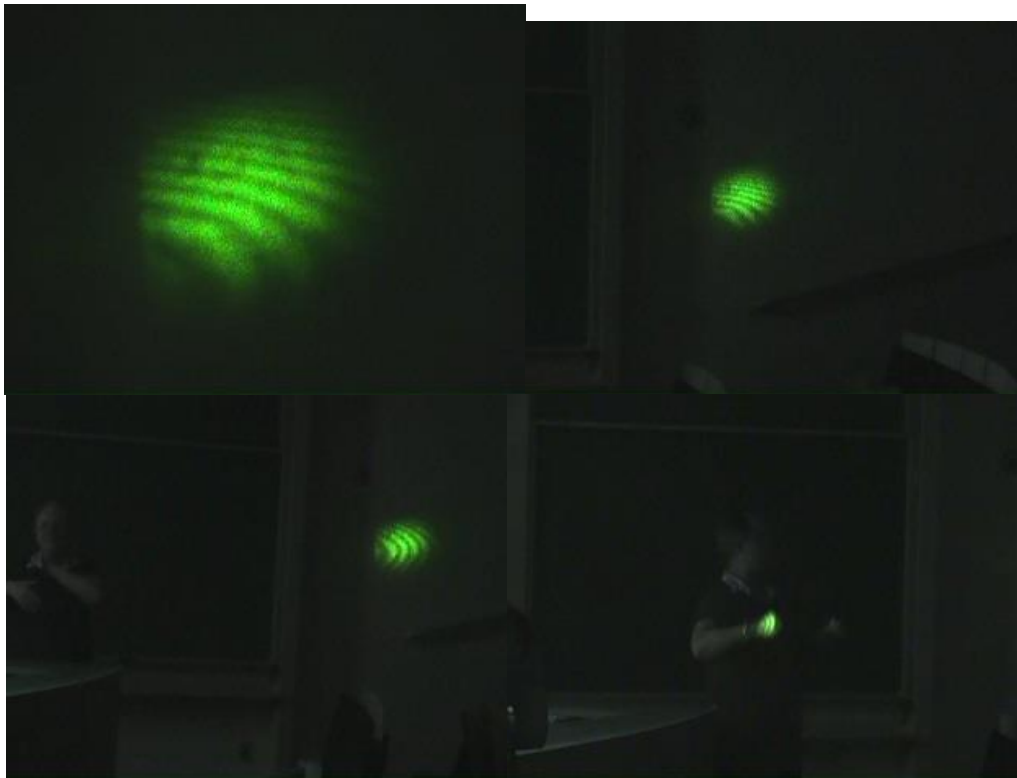


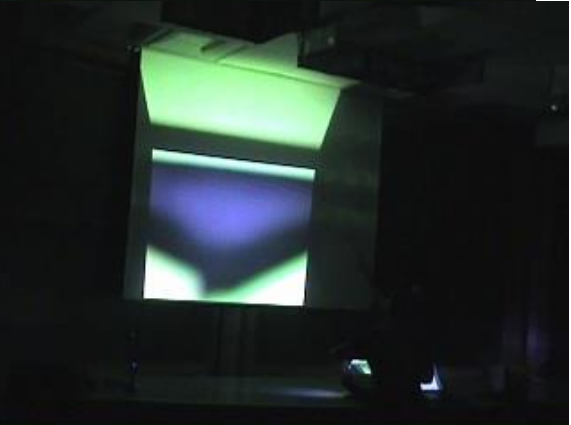
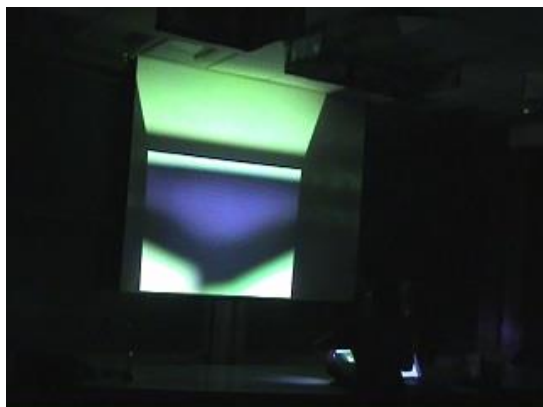
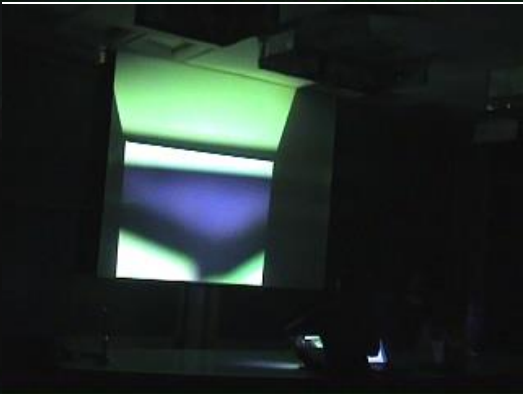
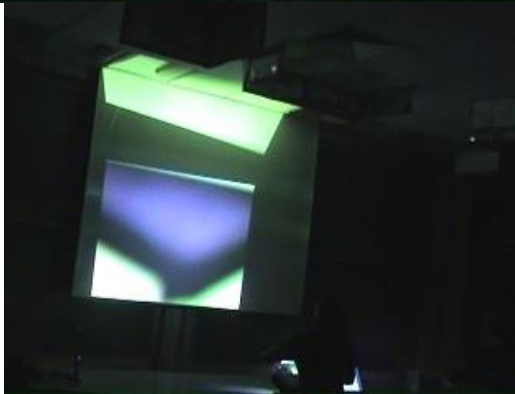
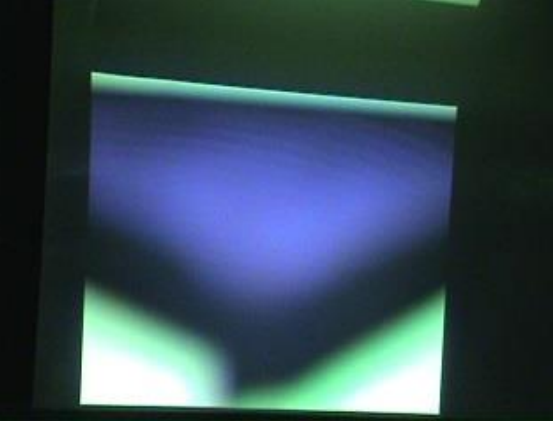
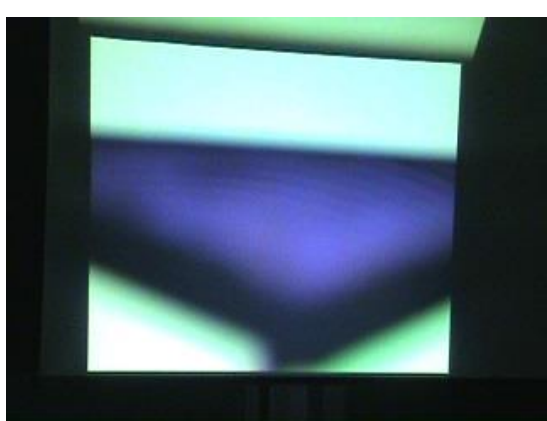
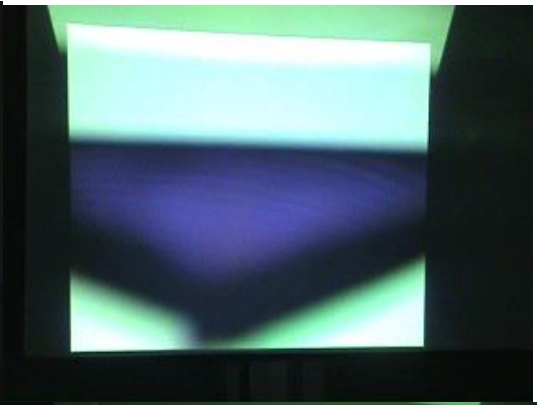
Experimento das Franjas de Newton

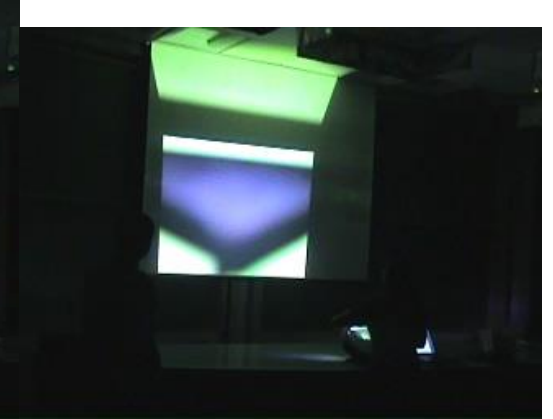
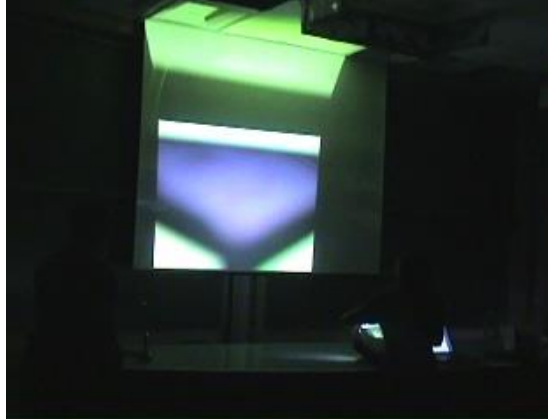
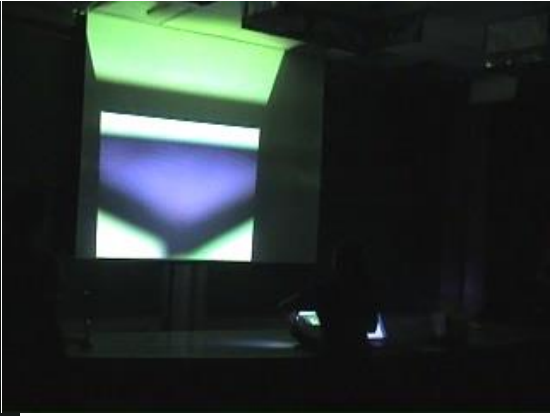
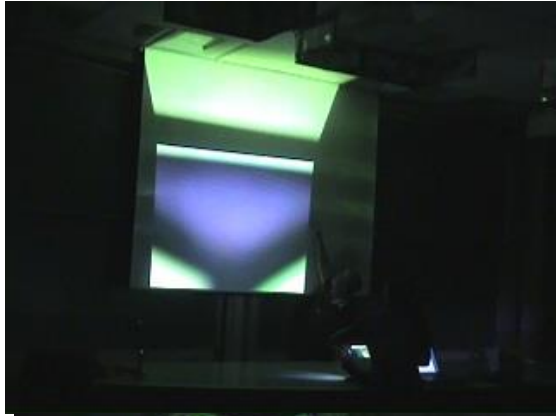




Interferência em aula de F 428







4) **Dificuldades encontradas**

Trocando por espelhos de primeira superfície conferimos que a superfície de vidro de espelhos comuns gera dois sistemas secundários de anéis que sobrepõem-se e interferem com o principal, além de gerar deformações nas franjas quando são bem largas. Vamos trabalhar usando espelhos de primeira superfície, e talvez consigamos usar de espelho lateral de carro, que o Prof. Lunazzi encontrou serem de vidro e de primeira superfície. São curvos, mas isso somente daria um campo mais amplo, para uma tela mais próxima, o que é até bom. Usando um laser sem a retirada da lente focalizadora não deveria existir o problema com os espelhos comuns, mas não pesquisamos ainda porque a tentativa do Prof. Lunazzi no passado não foi bem sucedida ao trabalhar no verde com 50-100 mW, como o é com 5 mW.

O experimento de franjas de Newton desenvolvido pelo Prof. Lunazzi para o evento Exposição de Holografia Módulo II faz dez anos ficou bem prático para projeção em sala de aula. Projeta com projetor multimídia e não com uma lâmpada halogênea simples, precisamos ver porquê, e como ficaria com um retroprojetor, que é quem tem a lâmpada mais potente. Para dar consistência e durabilidade às lâminas de sabão precisamos experimentar a mistura de sabão, água e glicerina, com o sabão líquido de lavar roupa e glicerina que temos. Talvez seja possível encontrar algum tipo de glicerina mais barata que a de qualidade química que temos.

5) **Pesquisa realizada**

Palavras-chave: interferência, interferômetro, espelho de Lloyd

<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/344310.pdf>

<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol5/Num2/v5n1a05.pdf>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Interfer%C3%B4metro_de_Michelson

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Interfer%C3%B4metro>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Interfer%C3%B4metro_de_Michelson

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Interfer%C3%A2ncia>

http://en.wikipedia.org/wiki/Interference_%28wave_propagation%29

http://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%A2ncia_de_Michelson-Morley

<http://sites.ifi.unicamp.br/lf22/files/2013/01/michelson1.pdf>

6) **Descrição do trabalho**

a) **Nível básico**

Interferência é um fenômeno de superposição de duas ou mais ondas num mesmo ponto. Esta superposição pode ter um caráter de aniquilação, quando as fases não são as mesmas (interferência destrutiva) ou pode ter um caráter de reforço quando as fases combinam (interferência construtiva). O interferômetro pode ser utilizado para dividir um feixe de luz em dois, refleti-los de volta e recombiná-los em um anteparo, produzindo um padrão de interferência.

b) Nível de colégio de segundo grau

Interferência é um fenômeno de superposição de duas ou mais ondas num mesmo ponto. Esta superposição pode ter um caráter de aniquilação, quando as fases não são as mesmas (interferência destrutiva) ou pode ter um caráter de reforço quando as fases combinam (interferência construtiva). O interferômetro pode ser utilizado para dividir um feixe de luz em dois caminhos (diferentes comprimentos de onda ou materiais), refleti-los de volta e recombiná-los em um anteparo, produzindo um padrão de interferência. O instrumento pode ser usado também para medir comprimentos de onda com grande precisão.

O interferômetro funciona do seguinte modo: um feixe de luz monocromático (luz verde) atravessa um espelho semitransparente que faz com que o feixe incidente seja dividido em dois. Um dos feixes é transmitido através desse espelho até o espelho 2, como mostra a figura abaixo, é refletido de volta para o espelho semitransparente e então é refletido para o detector (anteparo), enquanto o outro feixe é refletido pelo espelho semitransparente até o espelho 1, onde é novamente refletido, passando através do espelho semitransparente até o detector.

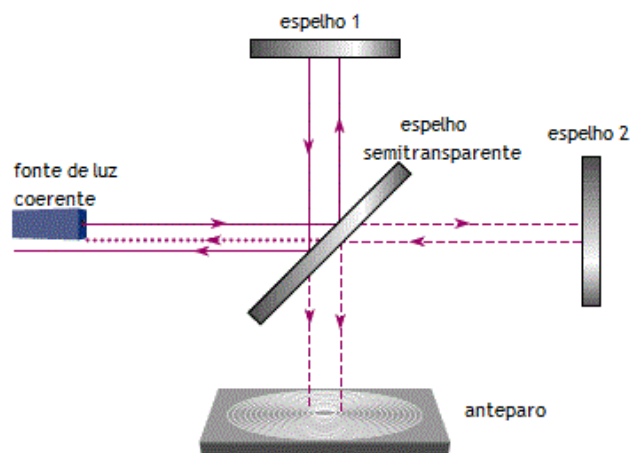


Figura 1. Esquema experimental do interferômetro.

Quando os dois componentes da luz são recombinados no detector, pode haver uma diferença de fase entre eles, por terem percorrido caminhos diferentes. Eles interferem construtiva ou destrutivamente, dependendo da diferença de caminho. Se os dois caminhos percorridos forem iguais ou diferirem por um número inteiro de comprimento de onda, ocorre uma interferência construtiva e é registrado um sinal forte no detector. Se, no entanto, a diferença for um número inteiro e mais meio comprimento de onda, ocorre uma interferência destrutiva e é registrado um sinal muito fraco no detector.

c) Nível de graduação da física

Interferência é um fenômeno de superposição de duas ou mais ondas num mesmo ponto. Esta superposição pode ter um caráter de aniquilação, quando as fases não são as mesmas (interferência destrutiva) ou pode ter um caráter de reforço quando as fases combinam (interferência construtiva). O interferômetro pode ser utilizado para dividir um feixe de luz em dois caminhos (diferentes comprimentos de onda ou materiais), refleti-los de volta e recombiná-los em um anteparo, produzindo um padrão de interferência. O instrumento pode ser usado também para medir comprimentos de onda com grande precisão.

O interferômetro funciona do seguinte modo: um feixe de luz monocromático (luz verde) atravessa um espelho semitransparente que faz com que o feixe incidente seja dividido em dois. Um dos feixes é transmitido através desse espelho até o espelho 2, como mostra a figura abaixo, é refletido de volta para o espelho semitransparente e então é refletido para o detector (anteparo), enquanto o outro feixe é refletido pelo espelho semitransparente até o espelho 1, onde é novamente refletido, passando através do espelho semitransparente até o detector.

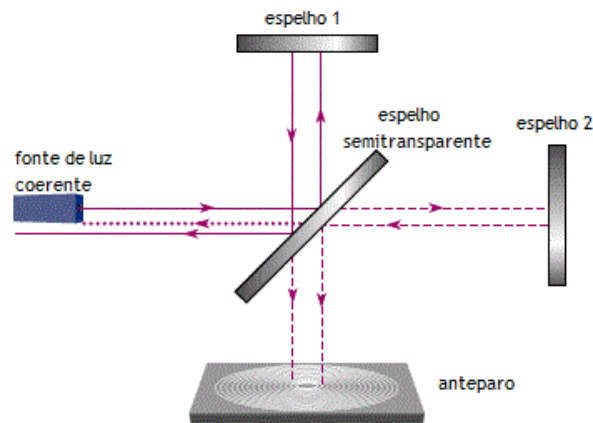


Figura 2. Esquema experimental do interferômetro.

Quando os dois componentes da luz são recombinados no detector, pode haver uma diferença de fase entre eles, por terem percorrido caminhos diferentes. Eles interferem construtiva ou destrutivamente, dependendo da diferença de caminho. Se os dois caminhos percorridos forem iguais ou diferirem por um número inteiro de comprimento de onda, ocorre uma interferência construtiva e é registrado um sinal forte no detector. Se, no entanto, a diferença for um número inteiro e mais meio comprimento de onda, ocorre uma interferência destrutiva e é registrado um sinal muito fraco no detector.

O princípio da sobreposição de ondas afirma que, quando duas ou mais ondas são incidentes sobre o mesmo ponto, o deslocamento total nesse ponto é igual à soma vetorial dos deslocamentos das ondas individuais. Se a crista de uma onda encontra uma crista de uma outra onda da mesma frequência no mesmo ponto, então a magnitude do deslocamento é a soma das magnitudes individuais - esta é a interferência construtiva. Se a crista de uma onda encontra uma calha de uma outra onda, em seguida, a

magnitude dos deslocamentos é igual à diferença entre as grandezas individuais - isto é conhecido como uma interferência destrutiva.

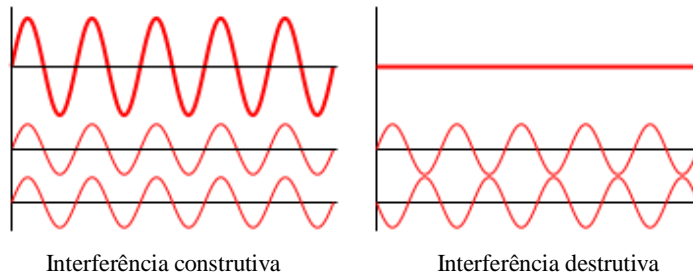


Figura 3. Tipos de interferência: construtiva e destrutiva.

Interferência construtiva ocorre quando a diferença de fase entre as ondas é um múltiplo de 2π , ao passo que a interferência destrutiva ocorre quando a diferença é π , 3π , 5π , etc. Se a diferença entre as fases é intermédia entre estes dois extremos, em seguida, a magnitude do deslocamento das ondas somados situa-se entre os valores mínimo e máximo.

Entre duas ondas planas

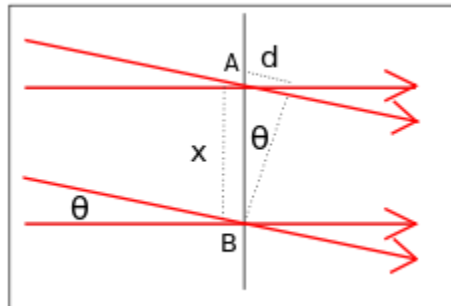


Figura 4. Disposição geométrica para duas interferências de ondas planas

Uma forma simples de padrão de interferência é obtida se duas ondas planas da mesma frequência cruzam em ângulo. Interferência é essencialmente um processo de redistribuição de energia. A energia que é perdida na interferência destrutiva é recuperada na interferência construtiva. Uma onda se desloca na horizontal, e a outro está viajando para baixo segundo um ângulo θ para a primeira onda. Assumindo que as duas ondas estão em fase no ponto B, então as mudanças de fase relativas ao longo do eixo x. A diferença de fase no ponto A é dada por

$$\Delta\phi = \frac{2\pi d}{\lambda} = \frac{2\pi x \sin\theta}{\lambda}$$

Pode ser visto que as duas ondas estão em fase quando

$$\frac{x \sin \theta}{\lambda} = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

e são meio ciclo fora de fase quando

$$\frac{x \sin \theta}{\lambda} = \pm \frac{1}{2}, \pm \frac{3}{2}, \dots$$

Interferência construtiva ocorre quando as ondas estão em fase, e a interferência destrutiva quando eles são um meio ciclo de fase. Assim, um padrão de franjas de interferência é produzido, em que a separação do máximo é

$$d_f = \frac{\lambda}{\sin \theta}$$

e d_f é conhecido como o espaçamento de franjas. As franjas são observadas onde as duas ondas se sobrepõem e o espaçamento de franja é uniforme.

As franjas chamadas *franjas de Newton* podem ser observadas na camada de ar entre duas superfícies planas de vidro. As franjas tendem a ser curvas em torno dos pontos de contatos.

Prendemos, com três grampos, dois pedaços de vidro triangular cujas medidas são:

- Base do vidro: 28,7 cm
- Lados do vidro: 20,5 cm e 20,3 cm
- Altura do vidro: 14,4 cm
- Espessura dos dois vidros juntos: 12 mm

Colocamos o vidro em frente a um projetor para observarmos as franjas de interferência que apareciam na tela devido à diferença de fase da luz durante o percurso dela no vidro. As medidas tomadas são:

- Distância da lente à tela: 66,5 cm
- Largura da tela: 54,5 cm
- Altura da tela: 30,0 cm

As franjas foram obtidas e vistas com sucesso.

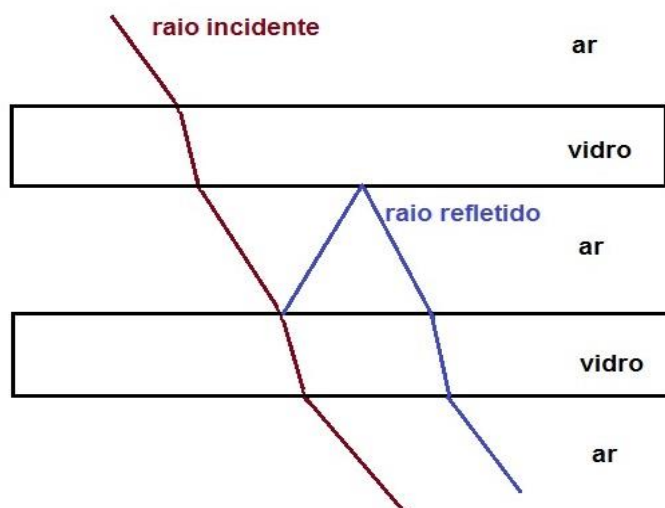


Figura 5. Esquema do experimento das franjas de Newton.

Também usamos uma lanterna (marca: Securitying) com lente divergente, distância focal média para observar as franjas.

As franjas também puderam ser observadas usando-se quatro lâmpadas fluorescentes. As franjas observadas eram menores, menos largas e menos curvadas. O motivo para isso era a pressão dos grampos.

7) Opinião do orientador

O trabalho vem se desenvolvendo satisfatoriamente, embora não mais rápido pois o orientador não dispõe de mais tempo para ele durante a semana. O resultado está sendo atingido e levanta interessantes questões teóricas para um interferômetro que é famoso, mas que não se encontra indicações para construção, e menos ainda com a intenção de projeção das franjas.

O trabalho atingiu o resultado, foi apresentado em sala de aula de F 428, e levanta interessantes questões teóricas interessantes. A projeção de franjas de Newton por transmissão é novidade. Será retomado no semestre que vem por um novo aluno de F 609 para deixar um manual de uso pronto.