



## **F429 2ºsem 2019**

### **Experimento 4 - Relatório**

---

#### **Declaração de Honestidade Acadêmica**

Os autores deste relatório declaram conhecer o regulamento da UNICAMP (definido no Regimento Geral da UNICAMP, Título X, artigo 227, parágrafo VII) e da disciplina no que tange o recurso a meios fraudulentos com o propósito de lograr aprovação na disciplina. Em F429, a desonestidade acadêmica é considerada fraude. A desonestidade acadêmica inclui, dentre outros, a cola em provas e exame final, o plágio em relatórios, a falsificação e a fabricação de dados experimentais.

Nome: Daniel Mendes dos Santos	RA:214752	Turma:H
Nome: Gabriel de Freitas Garcia	RA:216179	Turma:H
Nome: Giovana Kerche Bonás	RA:216832	Turma:H
Nome: Kaio Ken - ichi de Carvalho Takuma	RA:219510	Turma:H

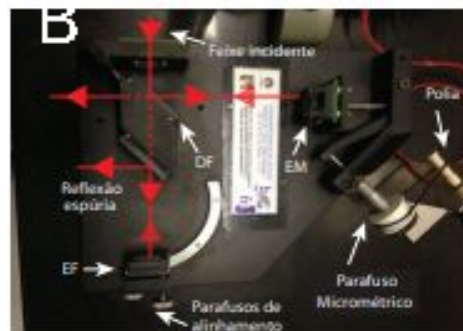
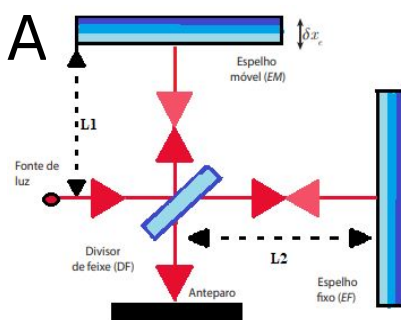
## 1. Montagem

Neste experimento investigamos o comportamento físico dos interferômetros ópticos em especial nesse experimento usamos o interferômetro de Michelson, nesse sentido foram abordadas aplicações relacionados à medição dos deslocamentos nanométricos em especial a medição do deslocamento do espelho móvel.

Neste aparato se observa o fenômeno da interferência. O laser vem da fonte como um único feixe e passa por um divisor de feixe no interferômetro, gerando dois feixes em direções perpendiculares em fase um com o outro. Esses feixes seguem em seus caminhos até encontrar, cada um, com um espelho. Então eles retornam para o divisor de feixe e são novamente unidos num feixe só e mandados para um anteparo. No entanto, quando são refletidos, os feixes têm sua fase invertida e cada feixe segue por caminhos diferentes, tendo assim diferentes fases quando se encontram. Isso faz com que as duas ondas acabem se sobrepondo espacialmente, quando se encontram, interferem entre si, ao invés de reconstruir o feixe original, gerando um padrão de franjas claras e escuras que oscilam periodicamente no espaço, onde um máximo de um feixe encontra com máximos do outro feixe, a soma dos dois campos produz uma franja clara de maior intensidade, quando um mínimo encontra com outro mínimo, a soma das ondas produz um mínimo menor que o de cada onda, produzindo, assim, o padrão de interferência visto no interferômetro. Ao se alterar a posição do espelho móvel, altera-se a distância percorrida por um dos feixes, alterando assim a variação de fase e fazendo com que o padrão de interferência se desloque, conforme o espelho se move. Essa dependência entre a diferença de fase das duas ondas com a oscilação torna-se um instrumento para a medição de distâncias.

### *Alinhamento do interferômetro:*

Na primeira parte a priori tendo em vista uma melhor precisão no experimentos, começamos alinhando o interferômetro. Dessa forma posicionamos o lasers de He-Ne horizontalmente sendo seu feixe paralelo as laterais da mesa, logo em seguida ajustamos o feixe para que esse seja compatível com a abertura de entrada do interferômetro, e em seguida arranjamos a base do interferômetro conforme a figura:



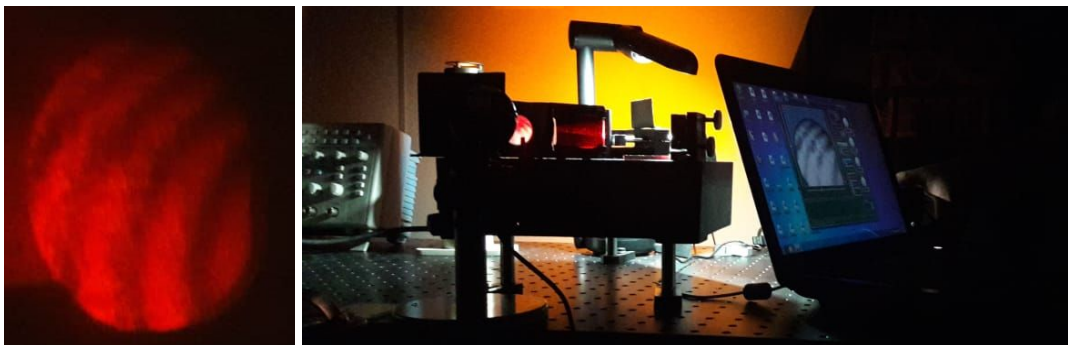
1.(a) Ilustração do alinhamento colinear

(b) Foto do interferômetro visto de cima

Acima, faz-se o ajuste sobre o posicionamento do espelho fixo (ângulo) em seu eixo central com o auxílio de 2 parafusos, um para fins ajustes o outro para ajustes mais acentuados, além disso deve-se fazer o tratamento de alinhamento da luz, nesse sentido a

fonte de luz denota-se por um laser que passa por um filtro de densidade neutra de 10% e por um dissipador de feixe, tal que o alinhamento deve fazer que o feixe dissipado entre por completo em seu trecho de divisão. Em seguida, faz-se a projeção do feixe dividido na parede com o auxílio de uma placa translúcida para amenização de reflexos associados, nessa projeção é que se fazem os respectivos ajustes no espelho fixo onde podemos obter projeção sobre a parede.

Posteriormente, por meio de ajustes sobre os parafusos laterais do espelhos fixo, deixamos o mesmo levemente desalinhado. Nesse momento, já pode-se notar na projeção a interferência óptica (As duas fontes de luz oriundas dos espelhos com uma diferença de fase bem definida se sobrepõem espacialmente) em relação aos dois espelhos EM e EF, por conseguinte por meio de uma lente, expandimos o feixe o que nos ajudou a melhor visualização da interferência, chegando dessa forma a imagem 2. Dessa maneira, é importante notar que a escolha desse modelo foi feito levando em conta que embora não seja o alinhamento mais preciso é o dentre os analisados o que mais nos facilita na contagem das franjas sem prejudicar consideravelmente a precisão. Logo o alinhamento escolhido aparece na próxima imagem.



2. Montagem e Projeção

### ***Medida de deslocamento do espelho:***

Conhecendo o comprimento de onda do laser de HeNe ( $\lambda_{HeNe} = 632,82 \pm 0,05 \text{ nm}$ ), conseguimos logo em seguida que o interferômetro já estava alinhado, tomar a medida da leitura do micrômetro  $x_p = 1,5 \text{ mm}$ . Por meio do movimento automático da polia e do programa pycam efetuou-se diversas marcações em uma arquivo CSV as quais indicam a magnitude do ponto, além disso marcou-se nesse arquivo a cada volta do parafuso micrométrico num equivalente de 0,5mm de deslocamento. Dessa forma, tendo em vista que as franjas são dadas através da variação da magnitude, observou-se um padrão para os dados abordados, tal que, a magnitude máxima se dá ao ultrapassar o valor de  $\sim 65$  e a mínima quando decresce a  $\sim 20$  ou seja, com o auxílio de um algoritmo em python de leitura e processamento de dados do CSV fez-se um ciclo que verifica quantas vezes houve a variação do mínimo para o máximo contabilizando assim o número de franjas  $N = 837$ . Dessa forma, tendo em vista para uma precisão satisfatória seria necessário uma contagem superior a 100 franjas, o valor estipulado está dentro da faixa requerida.

Com o número de franjas, através da fórmula:

$$x_e = N \frac{\lambda_{HeNe}}{2}$$

$$\mu_{x_e} = \sqrt{\left(\frac{N}{2}\right)^2 * \mu_{\lambda}^2 + \left(\frac{\lambda_{HeNe}}{2}\right)^2 * \mu_N^2}$$

Sendo N o número de franjas deslocadas e  $\lambda_{HeNe}$  o comprimento de onda do laser vermelho, chegamos em  $x_e = 265,8 \pm 0,5 \mu m$ .

Para descobrir o fator de redução de alavanca responsável por suavizar o movimento do espelho móvel EM (que denotamos por f), usamos a relação:

$$x_e = f x_p \Rightarrow f = 265,8 \mu m / 1,5 mm \Rightarrow f = 0,1772 \pm 0,0007$$

$$\mu_f = \sqrt{(1/x_p)^2 \times (\mu_{x_e})^2 + (-x_e/x_p^2)^2 \times (\mu_{x_p})^2}$$

É preciso levar em conta que vários fatores que não foram levados em conta, influenciam nas medições, entre os quais podemos citar a nossa própria presença e o ar condicionado que afetava a reflexão das microondas pois estavam próximas ao interferômetro.

### **Conclusão:**

O experimento que aqui foi descritos constituiu uma forma muito precisa de determinar distância, demonstrando a importância do interferômetro de Michelson. Os dados encontrados foram  $x_e = x_e = 265,8 \pm 0,5 \mu m$  para o deslocamento do espelho e  $f = 0,1772 \pm 0,0007$  para o fator de redução de alavanca.