



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 com a lâmpada de sódio, nesse sentido foram abordadas aplicações relacionados à estimar o comprimento de onda de uma fonte de luz quasi-monocromática e a separação espectral que foi usada para calcular o módulo do fluxo magnético percebido pelos elétrons da camada 3p do Na.

1.1 Alinhamento do interferômetro:

Na primeira parte a priori tendo em vista uma melhor precisão no experimentos, começamos alinhando o interferômetro com o auxílio do laser de He-Ne. 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:

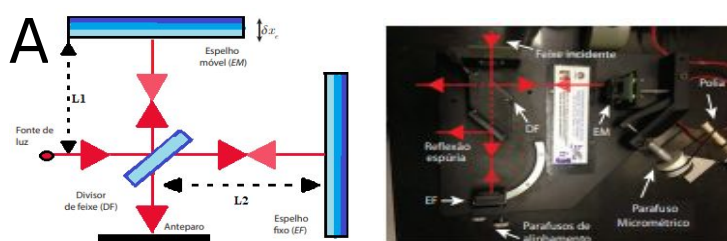


Imagem 1.(a) Ilustração do alinhamento colinear (b) Foto do interferômetro visto de cima

Acima, faz-se o ajuste sobre o alinhamento 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, ela deve passar 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. Bloqueamos então o feixe que atingia o espelho fixo e ajustamos os parafusos laterais do espelho fixo fazendo com que o feixe refletido coincidisse com feixe refletido pelo espelho móvel. Por último, desbloqueamos o feixe e verificamos que eles estavam se sobrepondo (foi possível perceber ainda o efeito da reflexão espúria que podia ser vista na parede). E então, depois de alinhado, mudamos a fonte de luz para a lâmpada de sódio. Observamos o fenômeno de batimento resultante e usamos o interferômetro de Michelson para estimar ambos comprimentos de onda da lâmpada de sódio.

1.2 Lâmpada de sódio:

Apesar de não poder ser notado a olho nu, a luz emitida pelo Na é composta de dois amarelos ligeiramente distintos. Os interferômetros permitem observar essa característica do Na. O deslocamento de uma franja corresponde à variações pequenas na posição do espelho, que podem ser mensuradas pelo micrômetro, mas não conseguimos fazer a contagem das franjas com o auxílio de um programa, pois o sódio tem a peculiaridade de ter dois comprimentos de onda bastante próximos, indistinguíveis a olho nú.

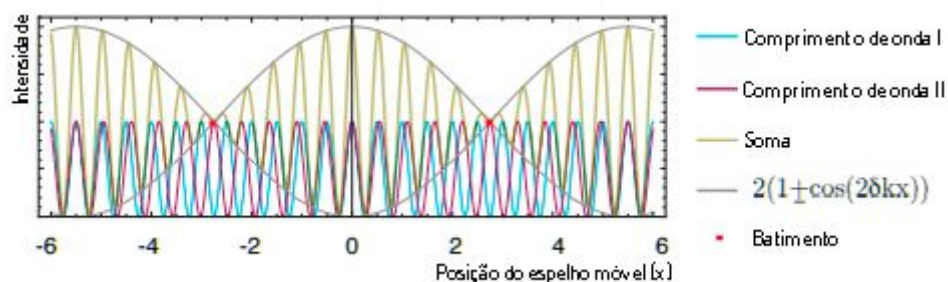
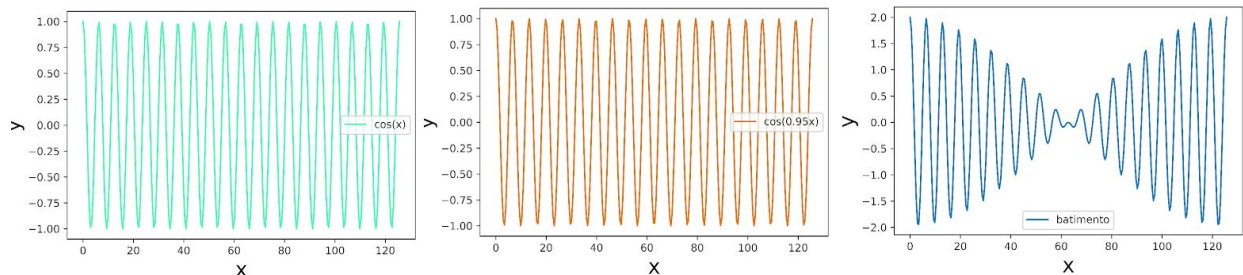


Gráfico 1: Ilustração teórica da intensidade pela posição do espelho móvel

Quando a interferência entre um comprimento de onda sobre o outro é maior, então em intensidades opostas, a verde na máxima e a vermelha na mínima, enxergamos na saída do interferômetro o fenômeno de batimento, onde a visibilidade se torna mais baixa.

De maneira mais didática, plotou-se gráficos qualitativos abaixo representando a soma das frequências próximas e como o fenômeno de batimento funciona e como periodicamente há interferências destrutivas que formarão as imagens de borrão observadas:



Gráficos 1/2/3. Batimento ilustrado

2. Medida do comprimentos de onda médio do sódio:

Para encontrar o comprimento de onda usando o interferômetro usamos o fator de redução da alavanca (f) medido no experimento anterior, pois o aparato experimental usado era o mesmo que do experimento anterior. Desta forma, o comprimento de onda médio do sódio foi calculado por:

$$\lambda_{Na} = \frac{2f \times X_p}{N}$$

Sendo x_p o deslocamento do parafuso, N o número de franjas e f o fator de redução de alavanca do experimento anterior do interferômetro. No experimento passado, calculamos o fator de redução como $f = 0,1772 \pm 0,0007$. O cálculo está realizado no item 2.2 do relatório.

2.1 Procedimento experimental:

Posicionamos a lâmpada e colocamos a lâmina difusora entre a lâmpada e a abertura do interferômetro. Ao invés de projetar na parede a saída do interferômetro, olhamos o movimento das franjas diretamente na saída de luz do interferômetro e observamos que havia um momento onde a visibilidade não era muito boa, que chamaremos durante o relatório de $p_{baixa\ visibilidade}$ e períodos onde a visibilidade era boa. Contamos o número de franjas (através de um contador manual) de um $p_{baixa\ visibilidade}$ a outro três vezes, ou seja, contamos o número de franjas em dois batimentos da luz da lâmpada de sódio.

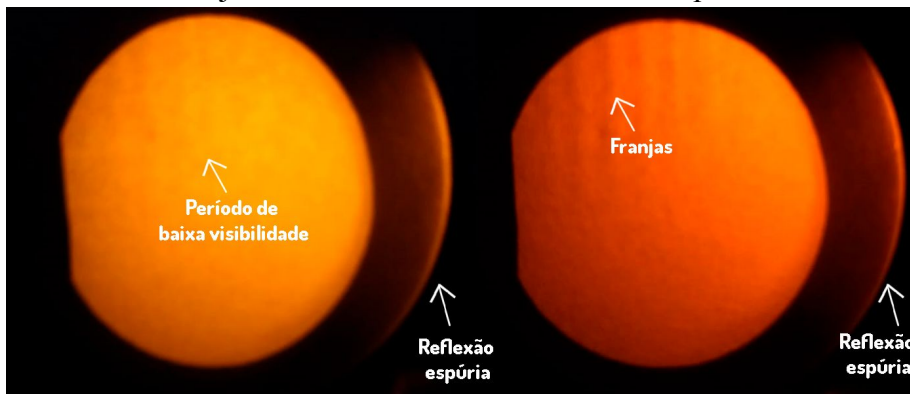


Imagem 2: Vista experimental do batimento na lâmpada de sódio na esquerda e das franjas na direita

2.2 Resultados experimentais:

Comprimento médio da onda de sódio:

$$\lambda_{Na} = \frac{2f \cdot x_p}{N} \Rightarrow \lambda_{Na} = \frac{2 \cdot 0,17 \cdot 1,39 \cdot 10^{-3}}{797} = (593 \pm 0,4) \text{ nm}$$

2.3 Importância dos resultados experimentais:

Neste experimento foi descrito como o interferômetro também pode ser usado para calcular o comprimento de onda, no caso do sódio, o resultado experimental foi de $593 \pm 0,4 \text{ nm}$ para o comprimento de onda médio, já o teórico é de $589,3 \text{ nm}$. Portanto conclui-se que o aparato experimental permite a realização de análises quantitativas do comprimento de onda do sódio.

3. Medida do dubleto da lâmpada de Na:

Ao realizarmos o procedimento experimental anterior, notamos uma mudança na visibilidade das franjas de interferência quando o espelho móvel era deslocado. Essas mudanças ocorriam devido ao batimento entre as duas emissões amarelas da lâmpada de Na.

3.1 Procedimento experimental:

Para visualizar quando ocorria essa mudança na visibilidade, giramos o parafuso micrométrico, em três rotações, rapidamente mas fazendo pausas breves a cada $200 \text{ }\mu\text{m}$ e anotamos a posição do micrômetro nos pontos de visibilidade nula. Ademais, fez-se a observação sobre essas regiões consecutivas verificando suas posições final e inicial de cada região de alta visibilidade. Portanto, deve-se ressaltar que o parafuso foi movimentado no sentido contrário devido à posição do operador, logo as diferenças (deslocamento entre regiões de batimento) serão calculadas sobre a diferença de ponto final e inicial mais a quantidade de voltas (2 no caso da tabela 1).

3.2 Resultados experimentais:

Inicialmente, medimos a separação espectral das ondas do sódio através do deslocamento do parafuso, que se encontra na tabela 1. Determinamos, então assim, a densidade de fluxo magnético percebido pelos elétrons da camada 3p do Na através da fórmula:

$$|B| = \frac{hc}{2\Lambda g m_B}$$

sendo $m_b = 9,27 \times 10^{-24} \text{ J/T}$, $h = \text{constante de Planck}$, Λ deslocamento do espelho, $g \approx 2$ o fator de Landé do elétron e c é a velocidade da luz no vácuo. É importante ressaltar que Λ corresponde ao deslocamento do espelho, usando a relação $x_e = f x_p$.

Logo:

$$|B| = \frac{hc}{2\Lambda g m_B} \Rightarrow |B| = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 299.792.458}{9,27 \cdot 10^{-24} \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,23} \Rightarrow |B| = (2,320 \pm 0,002) \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

Posição Inicial do Micrômetro	Posição Final do Micrômetro	Deslocamento do Parafuso
$(0,465 \pm 0,001) \text{ mm}$	$(0,080 \pm 0,001) \text{ mm}$	$(1,390 \pm 0,001) \text{ mm}$
$(0,080 \pm 0,001) \text{ mm}$	$(0,040 \pm 0,001) \text{ mm}$	$(1,040 \pm 0,001) \text{ mm}$

Tabela 1: Separação espectral

3.3 Importância dos resultados experimentais:

Diante dos dados apresentados, pode-se observar a dimensão do fluxo magnético na eletrosfera dos átomos de sódio, isso em âmbito geral pode ser utilizado de forma a estudar fenômenos subatômicos. Tal que a partir do estudo da desses fluxos magnéticos dá para observar os comportamentos da eletrosferas associadas.

4. Cálculo das incertezas:

4.1 Incerteza relacionada ao micrômetro:

- A incerteza relacionada ao paralaxe $\mu_{pa} = 0,0002 \text{ mm}$ (Contudo devido à sua alta precisão sua influência chega a ser irrelevante)
- Incerteza referente a resolução com o valor de $\mu_{rs} = 0,001 \text{ mm}$

4.2 Incerteza referente à expressão $|B| = \frac{hc}{2\Lambda gm_B}$

$$\mu_{|B|} = \sqrt{-\frac{hc}{2\Lambda^2 gm_B}}^2 \times \mu_{\Lambda}^2$$

4.3 Incerteza referente ao cálculo teórico do comprimento de onda.

$$\lambda_{Na} = \frac{2f \times X_p}{N}$$
$$\mu_{\lambda_{Na}} = \sqrt{\left(\frac{2 \times X_p}{N}\right)^2 \times \mu_f^2 + \left(\frac{2f}{N}\right)^2 \times \mu_{X_p}^2 + \left(-\frac{2f \times X_p}{N^2}\right)^2 \times \mu_N^2}$$

4.4 Incerteza relacionada ao valor experimental do meio-período de oscilação da intensidade de luz $x_e = f x_p$

$$\Lambda = \frac{\pi}{\delta k} = \frac{\bar{\lambda}^2}{2\delta\lambda}$$
$$\mu_{\Lambda} = \sqrt{\left(\frac{2\bar{\lambda}}{2\delta\lambda}\right)^2 \times \mu_{\bar{\lambda}}^2 + \left(-\frac{\bar{\lambda}^2}{2\delta\lambda^2}\right)^2 \times \mu_{\delta\lambda}^2}$$

4.5 Incerteza do deslocamento do parafuso $x_{pa} = x_f - x_i$

$$\mu_{x_{pa}} = \sqrt{\mu_{x_f}^2 + \mu_{x_i}^2}$$

4.6 Incerteza referente às franjas

Para isso foi feito uma avaliação estatística devido ao conjunto de medições serem de forma manual. Por meio de uma análise dos dados chegamos a conclusão que a melhor forma de analisar a incerteza seria por meio de uma função de densidade e probabilidade gaussiana sendo o número de franjas.

$$\mu_{est} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad \sigma = \frac{\sqrt{[\sum_{i=0}^n (x_i - \bar{x})^2]}}{N - 1}$$