

ROTEIRO p FILME: MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORME

Prof. Nildo Loiola Dias

1 OBJETIVOS

- Conhecer o interferômetro de Michelson.
- Determinar o comprimento de onda da luz.

2 MATERIAL

Link para o filme sobre o experimento com o Interferômetro de Michelson:

<https://www.youtube.com/watch?v=sztEWz69IVc>

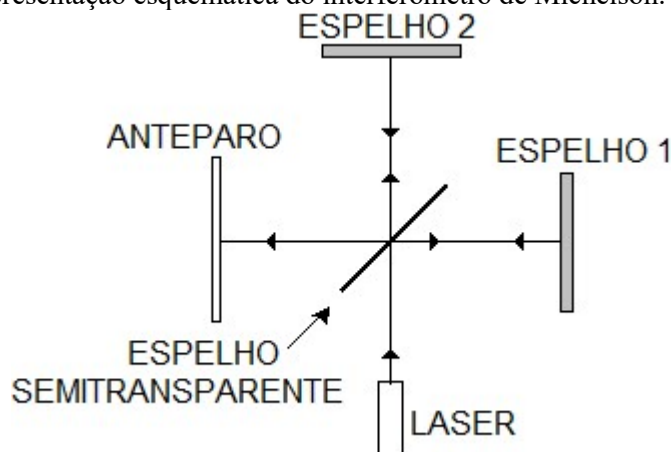
3 FUNDAMENTOS

O **interferômetro** projetado por A. A. Michelson em 1881 tinha como objetivo medir a velocidade da Terra em relação ao “Éter”, uma substância hipotética a qual se imaginava ter a propriedade de transmitir radiação eletromagnética, incluindo a luz, e a qual se pensava permear todo o espaço. O resultado do experimento foi inteiramente inesperado: a velocidade da Terra através do “Éter” era zero em qualquer época do ano, mesmo em situações em que a Terra tinha velocidade em orientações opostas. Nesta prática não tentaremos reproduzir os resultados negativos obtidos por Michelson e Morley, mas, fazendo uso da grande sensibilidade do interferômetro, determinaremos o comprimento de onda da luz emitida por um LASER e também determinaremos o índice de refração de alguns gases.

DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO DE ONDA DA LUZ

Na Figura 1 está representado esquematicamente o interferômetro de Michelson; podemos ver que a luz de um Laser incide em um espelho semitransparente e se divide em dois feixes. Um feixe é refletido em direção ao espelho 1 e o outro feixe é transmitido na direção do espelho 2. Os dois feixes são refletidos de volta e dependendo da diferença de fase entre os mesmos o grau de interferência será maior ou menor quando os dois feixes forem superpostos.

Figura 1 – representação esquemática do interferômetro de Michelson.

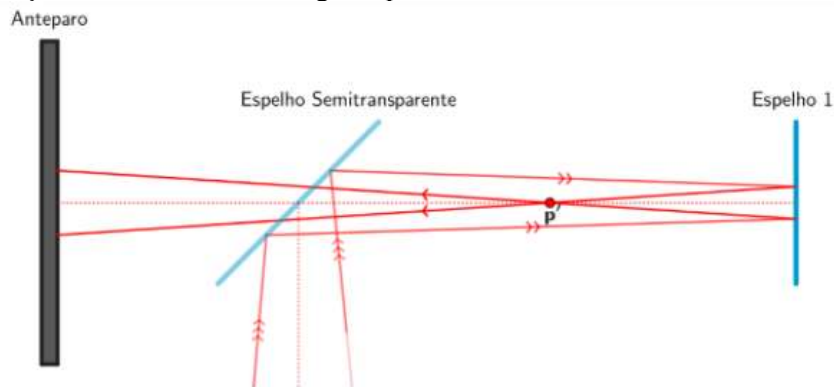


Fonte: próprio autor.

A introdução de uma lente convergente na saída do Laser transforma o feixe em convergente, então as reflexões nos espelhos se comportarão como duas fontes de luz puntiformes virtuais. Na figura 3 mostramos a formação de uma fonte P'. Parte do feixe convergente da luz que incidir no espelho

semitransparente é refletido em direção ao espelho 1 colocado à direita. O feixe convergente ao ser refletido neste espelho converge para o ponto P', Figura 2, que se comporta como uma fonte puntiforme de luz que se propaga em direção ao anteparo.

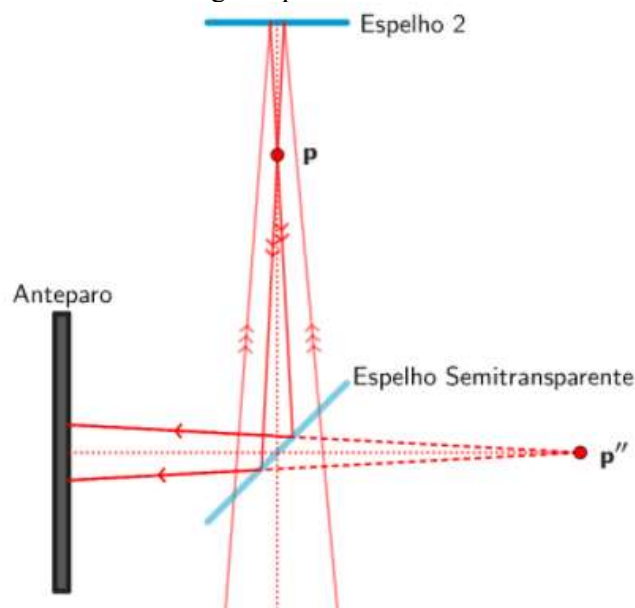
Figura 2 – Formação da fonte de luz divergente p'.



Fonte: próprio autor.

Na figura 4 mostramos a formação da fonte P''. A outra parte do feixe convergente da luz que incidi no espelho semitransparente é transmitida em direção ao espelho 2 colocado acima. O feixe convergente ao ser refletido neste espelho converge para um ponto p, Figura 3, e se propaga em direção ao espelho semitransparente. Ao ser refletido no espelho semitransparente em direção ao anteparo, o prolongamento da luz refletida determina o ponto P'' (imagem virtual do ponto p formada pelo espelho semitransparente), que se comporta como uma segunda fonte puntiforme de luz, p''.

Figura 3 – Formação da fonte de luz divergente p''.

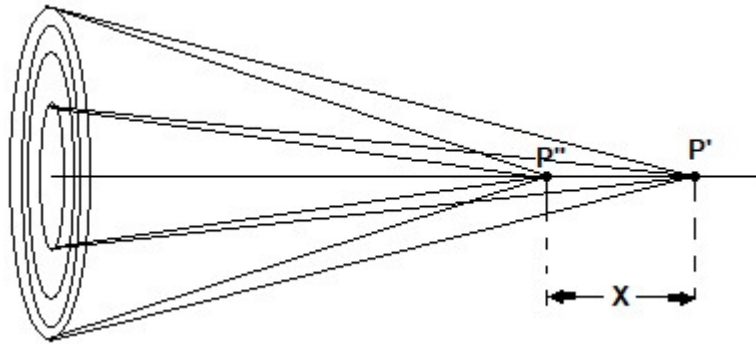


Fonte: próprio autor.

As duas fontes de luz, P' e P'', Figura 4, de mesmo comprimento de onda λ e em fase, produzirão no centro do anteparo um máximo na intensidade luminosa toda vez que a diferença de caminho for igual a um número inteiro de comprimento de onda, assim:

$$x = m \lambda ; \quad m = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

Figura 4 – Representação das fontes de luz, p' e p'', geradas pelas reflexões nos espelhos do interferômetro.



Fonte: próprio autor.

Deslocando-se um dos espelhos com um parafuso micrométrico, enquanto o outro permanece fixo, observaremos no centro do padrão de interferência projetado no anteparo, uma alternância entre interferências construtivas e destrutivas. Uma nova interferência construtiva é observada toda vez que o espelho se desloca de uma distância $L = \lambda/2$, pois a cada deslocamento do espelho de L corresponde um deslocamento $2L$ da fonte de luz virtual. Desta forma, deslocando o espelho lentamente e contando-se um grande número de repetições de interferências construtivas no centro da figura, é possível determinar o comprimento de onda da luz no ar.

Devido à presença da lente convergente, cada fonte virtual produzirá um feixe de luz cônico, assim, devido às diferenças de fase entre os raios que chegam ao anteparo, haverá a formação de círculos claros de interferências construtivas e círculos escuros de interferências destrutivas.

Para aumentar a sensibilidade do interferômetro o parafuso micrométrico empurra uma alavanca que por sua vez empurra o espelho móvel numa razão de 10:1 (no interferômetro da simulação), assim, para uma observação de m ciclos de alternâncias entre interferência construtivas e destrutivas, teremos um deslocamento total do parafuso micrométrico de Δs , o espelho se desloca de $\Delta s/10$ e a fonte virtual (imagem refletida no espelho), se desloca de $2(\Delta s/10)$:

$$2 \left(\frac{\Delta s}{10} \right) = m\lambda \quad (2)$$

Então, conhecendo o deslocamento total do parafuso micrométrico e o correspondente número de ciclos, m , de alternâncias entre interferências construtivas e destrutivas no centro da figura de interferência, podemos calcular o comprimento de onda da luz, λ .

4 PROCEDIMENTOS

Para a realização dos procedimentos acesse ao filme sobre o experimento com o Interferômetro de Michelson: <https://www.youtube.com/watch?v=sztEWz69IVc>

PROCEDIMENTO: Determinação do comprimento de onda da luz.

- 1.1 Anote a cor da luz do LASER: _____.
- 1.2 Anote a leitura inicial do parafuso micrométrico: _____.
- 1.3 Anote o número de repetições de interferências construtivas observadas no centro da figura de interferência: _____.
- 1.4 Anote a leitura da posição final do parafuso micrométrico: _____.
- 1.5 Calcule o deslocamento do parafuso micrométrico, $\Delta s =$ _____.
- 1.6 Substitua os valores na equação (2) e determine o comprimento de onda da luz, $\lambda =$ _____.

5 QUESTIONÁRIO

- 1- Compare o comprimento de onda da luz vermelha determinado neste experimento com o valor nominal do comprimento de onda do laser de He-Ne que é de 632,8 nm. Determine o erro experimental do valor do comprimento de onda determinado pelo experimento filmado em relação ao valor nominal.
- 2- Qual seria o deslocamento do parafuso micrométrico para obter o valor nominal do comprimento de onda do laser?
- 3- Qual seria o deslocamento esperado Δs (deslocamento do parafuso micrométrico) para a luz amarela de sódio ($\lambda = 589 \text{ nm}$) para a observação de 30 ciclos no padrão de interferência? Indique os valores utilizados nos cálculos.