

Prática Laboratorial 3: Difração e interferência

Objetivos

Determinar experimentalmente o comprimento de onda da luz emitida por um laser, utilizando o fenómeno de interferência devido a uma fenda dupla.

Introdução

A difração e interferência são dois fenómenos característicos do movimento ondulatório. A **difração** é observável quando uma onda (neste trabalho, a luz de um laser) é desviada em várias direções por um obstáculo cujas dimensões são comparáveis ao seu comprimento de onda.

O fenómeno de **interferência** observa-se quando existe a sobreposição de dois ou mais movimentos ondulatórios, coincidentes no espaço e no tempo. Por exemplo, uma onda difratada por duas fendas, dá origem a um conjunto de ondas que interferem entre si criando um padrão que combina os fenómenos de interferência e difração, como se ilustra na Fig. 1. No padrão de difração e interferência de uma fenda dupla, os máximos e mínimos observados (franjas de interferência) estão associados à distância entre fendas, d . A modulação da intensidade (envolvente devida à difração) está relacionada com a largura de cada fenda, a .

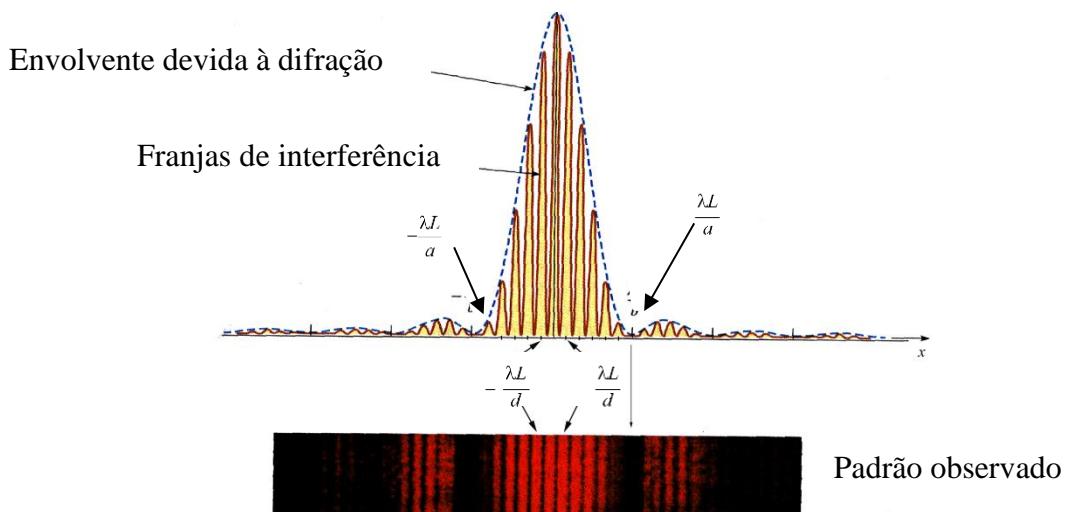


Figura 1 – Padrão de difração e interferência criado por uma fenda dupla.

Mostra-se que o seno do ângulo a que aparecem no alvo os sucessivos **máximos de intensidade** das franjas de interferência, é dado por:

$$\sin \theta_n = \frac{n\lambda}{d} \quad (n = \pm 0, 1, 2, \dots) \quad (1)$$

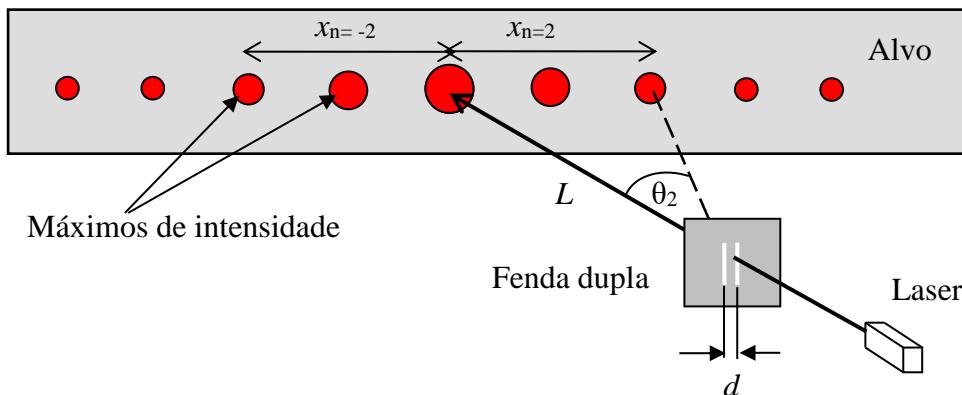


Figura 2 – Diagrama da montagem experimental e padrão do máximo central de difração.

De acordo com a Fig. 2, verifica-se que $\tan \theta_n = \frac{x_n}{L}$, onde x_n representa a distância medida a partir do máximo central de intensidade (quando $n=0$), para um dado ângulo θ_n , de observação. Para pequenos ângulos de observação (quando $L \gg x_n$), tem-se que:

$$\tan \theta_n \approx \sin \theta_n \approx \theta_n \quad (2)$$

A partir das equações (1) e (2), verifica-se que a localização dos máximos de intensidade da radiação detetada no alvo, x_n , varia em função dos parâmetros: distância entre as fendas, d ; distância da fenda ao alvo, L ; e comprimento de onda, λ , do laser utilizado, de acordo com:

$$x_n = n\lambda L / d \quad (3)$$

Assim para uma fenda dupla cuja distância entre fendas d é conhecida, se variarmos a distância L e medirmos o valor de x_n correspondente (distância entre o máximo central e o máximo de ordem n), é possível verificar a relação entre x_n e L , e determinar o comprimento de onda do laser.

Preparação do trabalho

- a) Partindo da equação (3) obtenha uma outra expressão que relate a distância $|x_{j+s} - x_j| = X_s$ entre máximos de interferência com ordens que diferem de s . Relacione a expressão obtida com uma expressão do tipo $y = mx + b$, indicando que grandezas serão utilizadas para os eixos X e Y , declive e ordenada na origem.
- b) Admita que manterá o valor de s constante e que variará L . Explique sucintamente como proceder para verificar experimentalmente a expressão anterior e assim determinar o valor de λ .
- c) Em função das questões deste protocolo prepare as tabelas de dados e resultados a apresentar.

Procedimento experimental

Material Necessário

Laser ($\lambda=655\pm1$ nm), disco com duplas fendas, alvo, papel milimétrico, calculadora com regressão linear, fita métrica e régua.

NUNCA COLOQUE OS OLHOS À ALTURA DE UM LASER LIGADO.

O LASER PODE CEGAR

O laser deve estar desligado sempre que não estejam a ser feitas medidas

- d) Proceda à montagem experimental de acordo com a Fig. 2. Selecione uma fenda dupla tal que visualize claramente no alvo os vários máximos de interferência.
- e) Observe o padrão de **interferência-difração** no alvo. Faça um esquema simples onde identifique as grandezas físicas a medir descritas em a).
- f) Coloque uma régua sob o padrão e fotografe com o seu telemóvel. Baseado nesta imagem meça $X_s \pm \Delta X_s$ para oito distâncias fenda-alvo (L_i).

Resultados e cálculos

- g) De acordo com a alínea a), determine os valores associados à ordenada (y) e abcissa (x) para cada L_i e represente graficamente $y = f(x)$ numa folha Excel. Verifique a linearidade dos seus resultados. (Nota: Se não lhe parecer linear chame o docente antes de prosseguir).
- h) Determine os parâmetros da reta utilizando o método dos Mínimos Desvios Quadráticos e escreva a equação da reta na forma $y = (m \pm \Delta m)x + (b \pm \Delta b)$
- i) Determine, a partir dos parâmetros da reta calculados anteriormente, o valor do comprimento de onda ($\lambda \pm \Delta \lambda$). Mostre claramente como obteve este valor a partir dos parâmetros obtidos nas regressões lineares.

Análise e discussão dos resultados

Na sua análise dos resultados, deve tratar os seguintes aspectos:

- j) Precisão e exatidão da sua determinação do comprimento de onda;
- k) Em que medida as distâncias fenda-alvo influenciam o resultado de λ ;
- l) Possíveis fontes de erro existentes durante a realização experimental (e/ou cálculos efetuados) que possam justificar um eventual desfasamento entre os resultados experimental e os valores esperados.

Bibliografia

Alonso e Finn, *Física volume II- Campos e Ondas*, Editora Edgard Blucher, 1981.

Serway e Beichner, *Physics for Scientists and Engineers*, 5^a edição, Saunders College Publishing, 2000.