

Interferómetro de Young

**Técnicas Experimentais III
(Laboratorio de Óptica)
Grao en Física
Curso 2023 - 2024**

A. OBXECTIVO XERAL

Medida da longura de onda dun feixe monocromático ou case monocromático utilizando o dispositivo de dobre fenda de Young.

B. TAREFAS A REALIZAR

1. Obtención do patrón de interferencia.
2. Medida da distancia entre máximos o u mínimos.
3. Medida da distancia entre centros das fendas.
4. Cálculo da longura de onda da luz utilizada.

C. RESULTADOS A PRESENTAR

Os resultados a presentar son que se describen no anexo 1.

D. MATERIAL DISPOÑIBLE

Fonte de luz (laser de He-Ne emitindo en 632.8 nm) / Placa con varias dobres fendas / Pantalla / Diapositiva cunha escala / Lente converxente / Cámara CMOS / PC.

Comproba que tes este material e -se falta algo- ponte en contacto coa profesora ou profesor. Por favor, non movas material dos bancos ópticos veciños.



NOTA IMPORTANTE: **NUNCA MIRE DIRECTAMENTE UN FEIXE LÁSER NIN OS SEUS REFLEXOS EN SUPERFICIES DE ALTA REFLECTANCIA. NUNCA DIRIXAS UN FEIXE LÁSER CARA AOS OLLOS DAS OUTRAS PERSOAS. A RADIACIÓN LÁSER PODE CAUSAR GRAVES LESIÓNS OCULARES.**

E. NOTAS SOBRE O PROCEDEMENTO**1. Obtención do patrón de interferencia**

En 1802 Young -físico, médico e exiptólogo inglés- observou que se a luz dunha fonte puntual pasaba a través de dúas fendas próximas, a distribución da irradiancia observada nunha pantalla detrás delas non era simplemente a suma da irradiancia que cada fenda produciría por separado, senón unha distribución oscilatoria no espazo, con máximos e mínimos. Este fenómeno non atopaba doada explicación no marco da teoría corpuscular da luz, que proviña de Newton (en torno a 1700). Porén, admitindo que a luz ten un comportamento ondulatorio, a explicación da distribución observada resulta sinxela: as ondas procedentes de ambas fendas superpóñense no espazo e a amplitude da onda resultante depende da fase relativa que haxa entre elas. Se a fase relativa (ou 'desfase') é

zero ou un múltiplo enteiro de 2π , as amplitudes súmanse e hai *máximos* de interferencia. Se o desfase é un múltiplo impar de π , as amplitudes réstanse e hai *mínimos*. Para que a figura de interferencia sexa observable, as ondas que saen de cada fenda deben ser coherentes, é dicir, deben vibrar no tempo mantendo unha diferenza de fase constante. Até mediados do século XX iso podía conseguirse facendo pasar a luz dunha fonte intensa por unha primeira fenda, que actuaba á súa vez como fonte das ondas que atravesarían a dobre fenda situada tras dela (ver figura 1). A partir de 1960, coa invención do láser, podemos iluminar a dobre fenda directamente (figura 2).

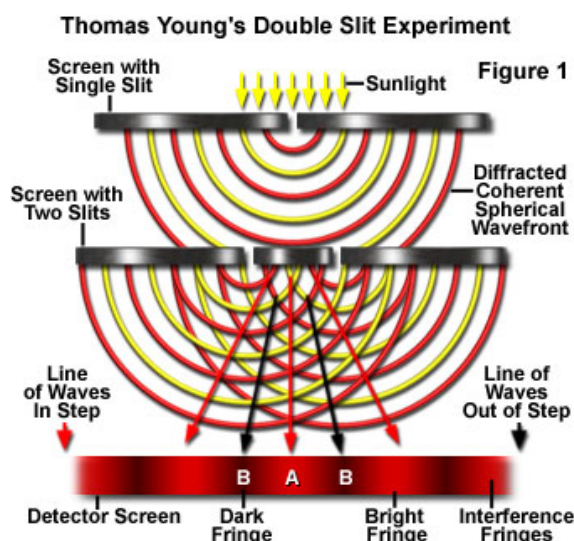


Figura 1

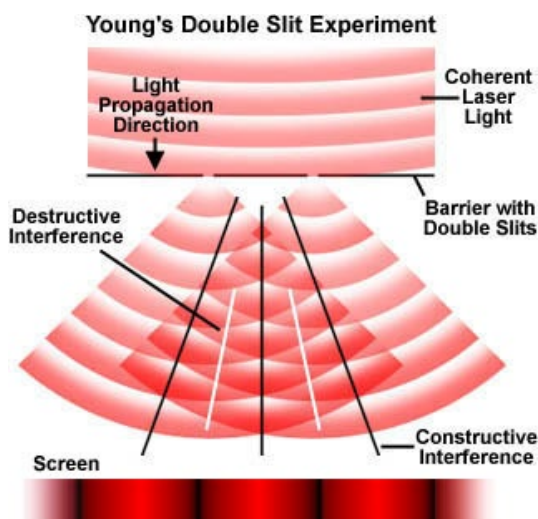


Figura 2

Para observar o patrón de interferencia, sitúa a placa coas dobres fendas no seu soporte e dirixe cara ela o feixe láser de forma que este ilumine unha das dobres fendas que contén a placa. Toma nota de cal é a iluminada, pois cumprirá medir posteriormente a separación entre os centros das aberturas. En calquera plano detrás da dobre fenda deberás poder observar a figura de interferencia.

ATENCIÓN: a placa que contén as dobres fendas está fabricada depositando metal sobre vidro, polo que reflicte o feixe láser moi eficazmente. Bloquea o reflexo coa axuda dunha carpeta, pantalla, etc, para evitar que poida incidir nas persoas que realizan outras experiencias no laboratorio.

A distribución de irradiancia na figura de interferencia, en aproximación paraxial, ven dada por unha expresión do tipo

$$I(x) = 2I_0 \left[1 + \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{xd}{D}\right) \right]$$

onde x é a posición no plano de observación (tomando como $x=0$ a proxección do punto medio entre as dúas fendas) I_0 é a irradiancia producida por cada fenda por separado, λ é a longura de onda da luz, D é a distancia entre a placa coas fendas e o plano de observación e d é a distancia entre os centros das fendas. Esta fórmula é válida en réxime paraxial, é dicir para x e d moito menores que D .

Observa primeiro a interferencia coa axuda dunha pantalla e substitúe despois esta pola cámara, sen lente obxectivo.

2. Medida da distancia entre mínimos (ou máximos).

Da ecuación anterior dedúcese que haberá máximos de irradiancia nas posicións x tales que $xd/D=m\lambda$, e mínimos onde $xd/D=(m + 1/2)\lambda$, sendo m calquera número enteiro. A interfranja i , que é distancia entre dous máximos (ou mínimos) consecutivos é, nesta aproximación, constante e igual a

$$i = \lambda D/d$$

Daquela, se medimos con boa precisión i , D e d , podemos obter λ a partir da fórmula anterior. Esta é a base do método de Young.

Para medirdes i , o procedemento é o seguinte: utilízade como pantalla de observación o sensor da cámara, sen lente, marcando na imaxe observada a distancia entre N máximos (ou mínimos), e dividindo o resultado entre $N-1$. O resultado será tanto máis preciso cantos máis máximos consideredes (sempre que se observen con nitidez). Tede en conta ademais que o tamaño dun píxel no sensor é de $5.2 \mu\text{m}$. Realizade a mesma operación para outras tres distancias D , entre placa e pantalla/cámara. Repetide o proceso con outra dobre fenda.

Atención a un efecto óptico visual: a irradiancia ao longo do patrón interferencial varía de xeito suave e continuo, sen saltos, como se deduce da fórmula para $I(x)$. Porén, a impresión visual é que hai "bandas claras" e "bandas escuras" separadas por unha fronteira bastante nítida. Por que? O noso sistema visual está incrementando o contraste da figura en certas zonas de xeito que a irradiancia que está por encima dun certo limiar aparece como banda clara e a que está por baixo como escura. Á hora de marcar posicións, ten en conta que os máximos se atopan aproximadamente no centro das bandas claras e os mínimos no centro das escuras. Nunca marques a posición da "fronteira" entre elas, xa que non corresponde a ningún máximo nin mínimo.

3. Medida da distancia entre fendas

Apaga o láser e retira o mesmo da túa montaxe. Ilumina as dobres fendas cunha das lámpadas do laboratorio e coa axuda da lente converxente fai unha imaxe da dobre fenda que usaches na sección anterior sobre o sensor da cámara. Ten coidado para identificar correctamente as fendas e procura que a imaxe se vexa ben nítida. Mide nesta imaxe a distancia entre o centro das fendas ou, dado que as dúas fendas son iguais, a distancia entre bordos correspondentes. Repite este proceso para tres puntos diferentes (alturas) das fendas e calcula a media coa súa incerteza.

Para coñecer a distancia real entre centros das fendas cómpre coñecer o aumento da imaxe. Con este propósito, substitúe a placa coas fendas pola diapositiva coa escala, e

observa de novo a imaxe coa cámara, sen trasladar axialmente nin esta nin a lente. Se a imaxe aparece desenfocada despraza lixeiramente a diapositiva. Mide entón a distancia entre trazos da escala e calcula o aumento da imaxe tendo en conta que a distancia real entre trazos é de 0.50 ± 0.01 mm.

4. Cálculo da longura de onda da luz utilizada.

Calcula a partir dos datos anteriores o valor máis probable da longura de onda da fonte de luz utilizada, para cada unha das distancias D , coa súa incerteza. Todos os resultados deberían ser compatibles entre si e compatibles co valor nominal da longura de onda da radiación. Analiza esta compatibilidade.

Realiza tamén un axuste linear aos datos de interfranja i fronte a distancia D , para cada dobre fenda, e calcula a longura de onda a partir da pendente do axuste.

Nota: Á hora de medir D (distancia entre o plano das fendas e o sensor da cámara), ten en conta que o sensor se atopa a 3.2 ± 0.1 mm do centro do soporte da cámara.

→ ¿Qué queremos calcular? → Como chegar a isto
→ Primeiro teórico!!

ANEXO 1: INFORME DO TRABALLO**Nome:****Data:****Grupo:****Dobre fenda - Experiencia de Young**

(indica as unidades en todos os valores)

longura de onda nominal da fonte :

DOBRE FENDA 1distancia entre centros das fendas d (+/- σ_d):

distancia D (+/- σ_D)	interfranxa i (+/- σ_i)	Longura de onda calculada λ (+/- σ_λ)
Axuste linear:		Longura de onda calculada:

DOBRE FENDA 2distancia entre centros das fendas d (+/- σ_d):

distancia D (+/- σ_D)	interfranxa i (+/- σ_i)	Longura de onda calculada λ (+/- σ_λ)
Axuste linear:		Longura de onda calculada:

Engade as gráficas dos axustes realizados e fai un xuízo crítico sobre a compatibilidade dos resultados obtidos experimentalmente co valor da longura de onda nominal da fonte.