

Es11: Esperimenti di Interferometria per misure di lunghezze d'onda

Gruppo 1.AC
Matteo Rossi, Bernardo Tomelleri
25 marzo 2022

Nota sul metodo di fit

Per determinare i parametri ottimali e le rispettive covarianze si è implementato in Python un algoritmo di fit basato sui minimi quadrati mediante la funzione `curve_fit` della libreria SciPy.

1 Misura della lunghezza d'onda di un diodo laser attraverso un pattern di diffrazione

Dalla teoria sulla natura ondulatoria della luce sappiamo che quando un'onda incide su un reticolo di diffrazione viene diffratta in diversi fasci: il fascio di luce che non subisce deviazioni e che viene trasmesso direttamente viene chiamato ordine 0, che può essere individuato sullo schermo come il punto di massima luminosità. Se poi andiamo a calcolare l'angolo di diffrazione degli altri fasci di luce deviati rispetto a un punto di riferimento, e considerando che i raggi vengono anche riflessi dal nostro reticolo, possiamo stabilire una relazione che collega la posizione dei massimi di rifrazione con la lunghezza d'onda λ , gli angoli degli ordini di diffrazione θ_m , il passo del reticolo d e l'angolo di incidenza sul reticolo θ_i

$$d(\sin(\theta_i) - \sin(\theta_m)) = m\lambda \quad (1)$$

Per determinare gli angoli θ_m dei vari fasci è sufficiente utilizzare funzioni goniometriche per arrivare alla conclusione che

$$\theta_m = \pi/2 - \arcsin\left(\frac{h_m}{D}\right) \quad (2)$$

dove h_m sono le altezze relative dei massimi di diffrazione rispetto al punto di riferimento (nel nostro caso sarà l'altezza a cui si trova il calibro). Possiamo infine riscrivere l'equazione ?? come:

$$Y = -X \frac{\lambda}{d} + Q \quad (3)$$

dove Y, X e Q sono rispettivamente $\sin(\theta_d)$, m e $\sin(\theta_i)$; da cui si riconosce subito l'equazione di una retta, con coefficiente angolare $\frac{\lambda}{d}$.

1.a Apparato

Come reticolo di diffrazione abbiamo utilizzato la superficie riflettente di un calibro (quindi con passo $d = 1 \text{ mm}$). Utilizzando lo schema in figura ?? abbiamo cominciato misurando la distanza tra lo schermo e il punto d'incidenza del fascio luminoso sul calibro:

$$D = 2.90 \pm 0.03m$$

il valore dell'incertezza deriva dal fatto che il punto preciso in cui il fascio laser incide sul calibro è difficile da stimare, perché invece di un punto si osserva una regione luminosa lunga circa 6 cm (d'altronde θ_i è molto vicino a $\pi/2$), di conseguenza abbiamo preso come errore la metà della sua lunghezza. Successivamente abbiamo spostato il calibro in modo che solo una porzione del fascio incidesse sulla scala del calibro, mentre il restante continuasse la sua traiettoria rettilinea senza essere riflesso. Abbiamo ottenuto così un'immagine da cui si potesse stimare il piano di riferimento da cui far partire le misure di h_m prendendo il punto medio tra il punto dove incideva il fascio riflesso, e il punto in cui incideva il fascio "diretto"; da qui abbiamo stimato il valore di h_0 :

$$h_0 = 5.7 \pm 0.1cm$$

per concludere le misure abbiamo registrato le altezze di 25 massimi di diffrazione rispetto al piano di riferimento, ognuno con la relativa incertezza (derivata dallo spessore non trascurabile dello spot luminoso).

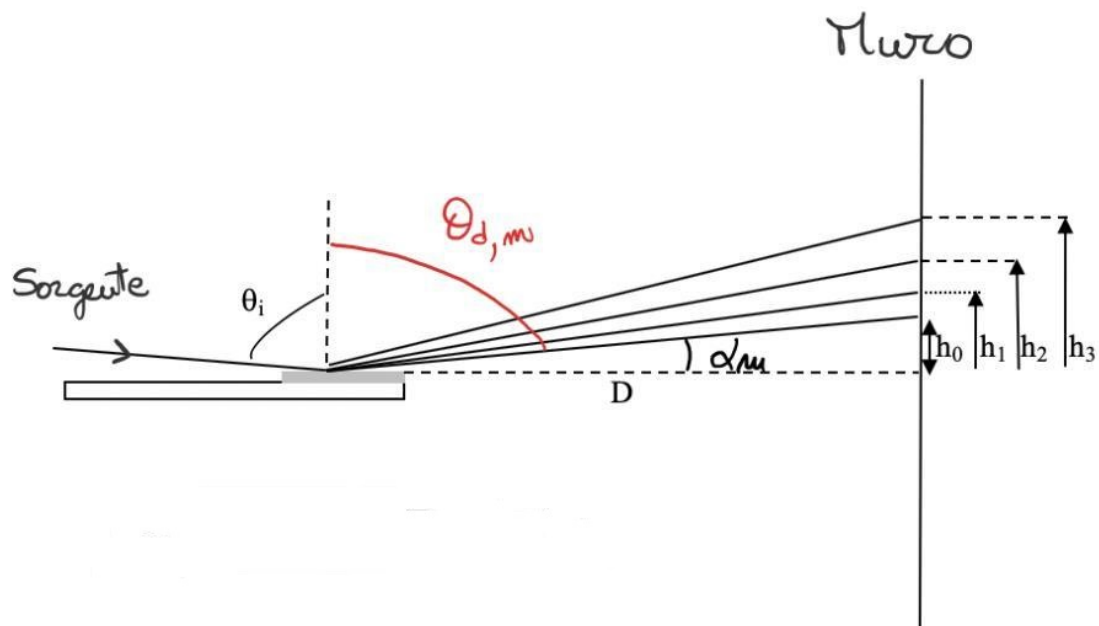


Figura 1: Schema di riferimento dell'apparato sperimentale utilizzato

2 Misura della lunghezza d'onda di una lampada al mercurio

2.a Interferometro di Michelson

2.b Calibrazione apparato tramite l'uso di un laser He-Ne

2.c Stima della lunghezza d'onda

Conclusioni e commenti finali

Dichiarazione

I firmatari di questa relazione dichiarano che il contenuto della relazione è originale, con misure effettuate dai membri del gruppo, e che tutti i firmatari hanno contribuito alla elaborazione della relazione stessa.