

Laboratorio di Fisica 3

Misura della lunghezza d'onda di un laser a semiconduttore



Indicazioni di sicurezza: il laser che utilizzate è sicuro, ma è comunque buona norma non guardare mai il fascio diretto, quindi in particolare non cercare di visualizzare la figura di interferenza dall'oculare. Inoltre il laser deve essere acceso SOLO quando è montato sul supporto.

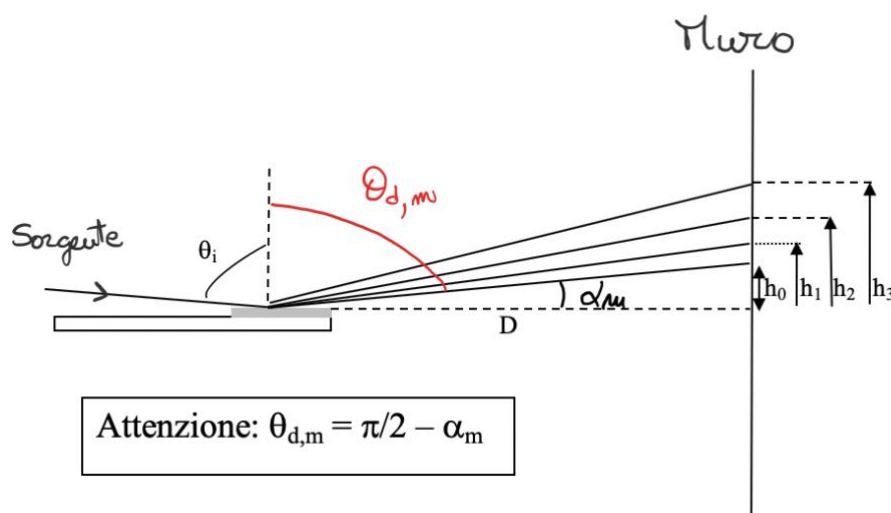
Lo scopo di questa esperienza è misurare la lunghezza d'onda di un laser a diodo utilizzando un set-up che prevede l'uso del righello graduato di un calibro come reticolo di diffrazione.

Poiché il passo di questo "reticolo" è di 1 mm ed è dell'ordine della dimensione del fascio, se il reticolo venisse illuminato ad incidenza quasi ortogonale (angoli di incidenza molto piccoli) il fascio illuminerebbe solo pochi tratti e si avrebbe diffrazione equivalente a quella da poche fenditure. Per questo motivo si illumina il reticolo ad incidenza radente ovvero con angoli di incidenza vicini a $\pi/2$.

La misura si fa allineando il fascio laser in modo che illumini il righello del calibro e che corra quanto più parallelo possibile al righello, si possono osservare su di uno schermo posto a circa 2.5 m dal calibro una serie di ordini di diffrazione. Tipicamente si riescono ad osservare senza problemi almeno una ventina di ordini di diffrazione.

L'equazione del reticolo che lega la posizione dei massimi di diffrazione, individuati attraverso gli angoli di diffrazione $\theta_{d,m}$, al passo reticolare (d), alla lunghezza d'onda della sorgente (λ) ed all'angolo di incidenza (θ_i) è la seguente:

$$d(\sin\theta_i - \sin\theta_{d,m}) = m\lambda \quad (1)$$



Per determinare gli angoli di diffrazione si possono ottenere gli angoli α_m dalle quote h_m e la distanza D , tra la sorgente ed il muro. Per la misura delle h_m bisogna trovare sullo schermo la quota a cui si trova il calibro, che rappresenta lo zero del nostro asse verticale. Si possono riconoscere poi i vari ordini di diffrazione.

Tale quota si può ottenere come punto intermedio tra la posizione del fascio non riflessa dal calibro (ben visibile in assenza di calibro) e l'ordine zero (riflessione speculare sul calibro - il punto più luminoso in basso).

Dalla posizione dell'ordine zero è possibile determinare l'angolo di incidenza (uguale a $\theta_{d,0}$). Si possono riconoscere poi i successivi ordini di diffrazione, dalla cui posizione si possono determinare gli angoli relativi ai massimi di diffrazione.

[**Nota:** per determinare le posizioni dei vari spot luminosi sulla carta millimetrata si consiglia di fare una fotografia con uno smartphone e poi di analizzare l'immagine su un PC]

Se riscriviamo la relazione (1) come:

$$\sin\theta_d = -m(\lambda/d) + \sin\theta_i$$

Ponendo $Y = \sin\theta_d$, $X = m$ la relazione assume la forma di una retta, dove il coefficiente angolare è λ/d ed il termine costante è $\sin\theta_i$.

Essendo il passo reticolare d noto, fittando i dati sperimentali con una retta, dal coefficiente angolare ottenuto è possibile ricavare λ .

Facciamo ora alcune considerazioni sugli errori di misura. Le altezze h_m si misurano direttamente dalla carta millimetrata e la stima dell'errore è ovvia. Apparentemente lo stesso ragionamento vale per la distanza D . Tuttavia, si osserva che lo spot del laser sul calibro è allungato (vari centimetri di lunghezza) e quindi occorre stimare ragionevolmente la misura della distanza D ed il suo errore (che tipo di errore è?). Una volta stimato D , gli errori sugli angoli θ_m si ottengono applicando le note relazioni per la propagazione degli errori. Confrontare il risultato ottenuto con il valore atteso, fornito dal datasheet, commentando in particolare l'impatto dei vari tipi di errore sull'incertezza della misura della lunghezza d'onda.