

Corso di Fisica per Scienze Biologiche, A.A. 2016-17

Esperienza di laboratorio: **OTTICA - RETICOLO DI DIFFRAZIONE**

Diffrazione della luce e stima della lunghezza d'onda della riga del sodio

Nomi degli studenti:

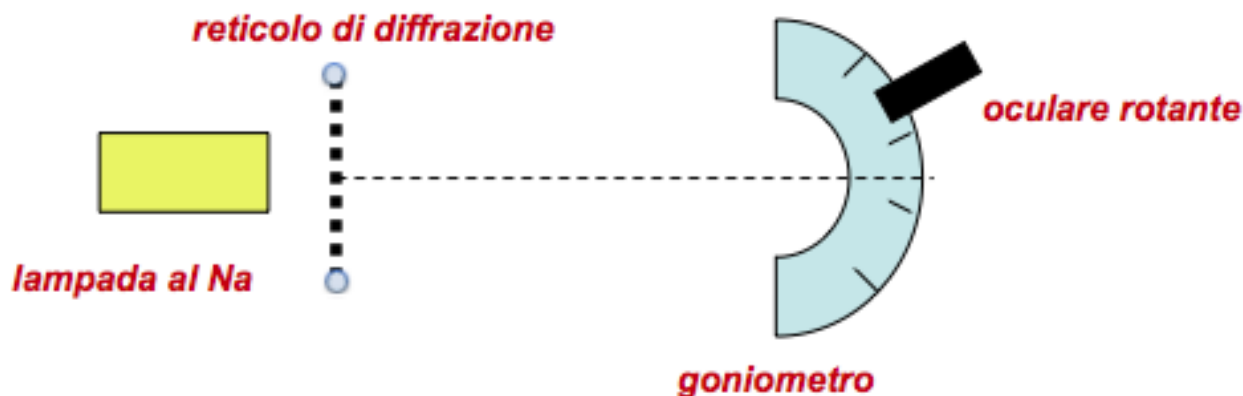
.....
.....
.....

Data:

Introduzione

Lo scopo di questa esperienza è di osservare la diffrazione della luce visibile da parte di un reticolo e di eseguire una stima della lunghezza d'onda della luce emessa da una lampada ai vapori di sodio (Na).

Avete a disposizione una lampada ai vapori di Na, un reticolo di diffrazione ed un goniometro con oculare rotante intorno al reticolo stesso. Per osservare il reticolo è inoltre a disposizione un microscopio ottico.



La lampada emette luce visibile dovuta ad una transizione elettronica tra i livelli energetici degli atomi di Na; il valore accettato per la sua **lunghezza d'onda**, λ , è $\lambda = 574 \text{ nm}$. Quando questa luce viene fatta incidere su un reticolo di diffrazione la condizione per **interferenza costruttiva** è:

$$n\lambda = d \sin \theta \quad n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$$

dove d è il **passo del reticolo** (la distanza fra le righe del reticolo, cioè le fenditure), θ è l'**angolo di deviazione**. n rappresenta "**l'ordine di diffrazione**": se $n = 1$ si parla di primo ordine, se $n = 2$ di secondo ordine e così via. Inoltre se $n > 0$ l'ordine è positivo, mentre se $n < 0$ l'ordine è negativo. Il reticolo a disposizione ha 500 righe per millimetro, quindi $d = 2 \mu\text{m} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$.

L'esperienza si propone di farvi osservare le frange di diffrazione di primo e secondo ordine, negativo e positivo, ($n = -2, -1, +1, +2$), e di stimare la lunghezza d'onda misurando i valori di θ corrispondenti.

Osservazione delle frange

Se non è già accesa, accendete la lampada.

Qual è il colore della luce emessa?

Il goniometro è montato in modo che il valore 0 corrisponda, molto approssimativamente, alla direzione del fascio incidente sul reticolo. L'angolo di deviazione θ si misura a partire da questo 0. Il segno positivo o negativo dell'ordine di diffrazione (e pertanto dell'angolo) è arbitrario, possiamo cioè sceglierlo liberamente. Per esempio, guardando il goniometro dall'alto scegliamo l'ordine positivo per rotazioni in verso anti-orario.

Controllate che il reticolo sia inserito nel suo supporto e, con le luci spente, cercate di individuare le frange di diffrazione. Guardate all'interno dell'oculare e ruotate l'oculare stesso fino a quando non osservate una riga intensa. Per darvi un'idea di

dove cercare, dovrete osservare i primi ordini a deviazioni a $15^\circ - 20^\circ$, mentre i secondi ordini a $35^\circ - 45^\circ$.

L'intensità delle righe di secondo ordine è simile a quelle di primo ordine? L'intensità è maggiore o minore?

.....

Stima della lunghezza d'onda

Si può eseguire una stima della lunghezza d'onda λ della luce emessa dalla lampada correlando il valore dell'angolo θ con l'ordine di diffrazione n . Seguiremo qui un metodo molto comune nelle scienze quantitative. Invece di fare una singola misura di θ ed n , metteremo in relazione fra loro quattro coppie di valori (n, θ), faremo una *trasformazione di variabili* per ottenere una relazione lineare, riporteremo in un grafico le nuove variabili linearizzate e, dalla pendenza della retta ottenuta, stimeremo λ .

Una volta misurate quattro coppie di valori n, θ corrispondenti a $n = -2, -1, +1, +2$, possiamo ottenere una relazione lineare utilizzando una nuova variabile calcolata a partire dai valori di θ , cioè $y = \sin \theta$. Infatti risulterà:

$$n\lambda = dy$$

Pertanto, se riportiamo su grafico i valori di $y = \sin \theta$ in funzione di n ci aspettiamo che i quattro punti giacciono su una retta con pendenza pari a m (coefficiente angolare) = λ/d . Poiché conosciamo d possiamo ottenere λ .

Riportate in questa tabella i dati raccolti.

n	θ (gradi)	$y = \sin \theta$
- 2		
- 1		
1		
2		

Utilizzando la carta millimetrata, riportate su grafico i quattro punti sperimentali. Con ogni probabilità i quattro punti non saranno perfettamente allineati. Questo è dovuto ad incertezze sperimentali, allineamenti dell'apparato non perfetti, etc.

Per stimare la pendenza della retta che meglio si adatta ai punti sperimentali procedete nel seguente modo. Con un righello trasparente tracciate la retta che meglio interpola i quattro punti sperimentali (riga continua nell'esempio sottostante). Calcolate graficamente la pendenza della retta m ; la pendenza si determina scegliendo due punti sulla retta (quindi, non i punti sperimentali!) (x_1, y_1) e (x_2, y_2) mediante la relazione:

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Poiché $\sin\theta$ ed n non hanno dimensioni fisiche, anche m è adimensionale.

Scrivete qui il valore ottenuto:

$$m = \dots\dots\dots$$

Da questo valore di m si può determinare il corrispondente valore di lunghezza d'onda, in quanto $\lambda = d m$, e $d = 2 \mu\text{m}$.

Quali sono le dimensioni fisiche di λ ?

Scrivete qui il valore ottenuto per λ corrispondente al valore di m :

$$\lambda = \dots\dots\dots$$

Come si confronta questo valore con il valore accettato della lunghezza d'onda delle luce di una lampada al sodio (574 nm)? Qual è la deviazione relativa percentuale?

.....

Calcolo degli errori

Occorre valutare e riportare sul grafico l'errore su ogni misura di $\sin\theta$. L'incertezza sull'angolo θ è dell'ordine della tacca più piccola (quindi $\approx 1^\circ$) che potete apprezzare sul goniometro con cui avete misurato gli angoli corrispondenti ai vari ordini di diffrazione. Per il calcolo dell'errore su $\sin\theta$, considerate che $\Delta \sin\theta = |\cos\theta| \Delta\theta$, dove $\Delta\theta$ deve essere espresso in radianti (con Δ si intende l'errore).

L'errore $\Delta\lambda$ sulla misura si ricava da $\Delta\lambda = d \Delta m$, dove Δm è calcolato come differenza tra i coefficienti angolari delle rette di minima e massima pendenza compatibili con i dati (vedi le righe tratteggiate nell'esempio sottostante). L'errore $\Delta\lambda$ va riportato insieme al valore di λ , con relativa unità di misura.

