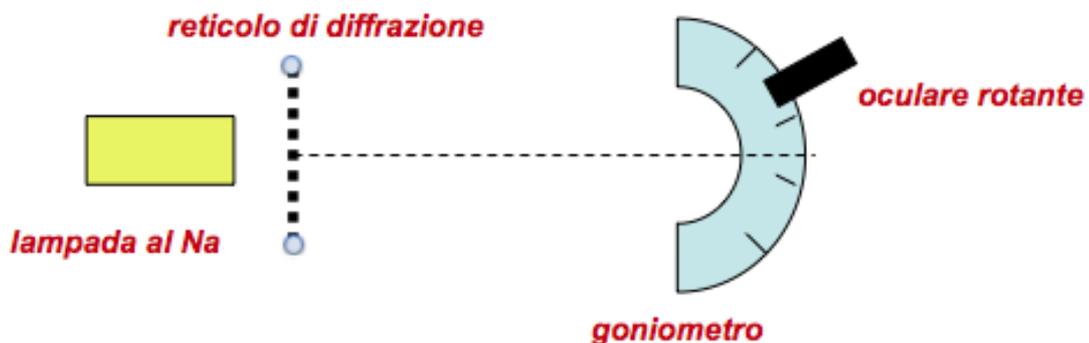


## Diffrazione della luce e stima della lunghezza d'onda della riga del sodio

### 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.



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**,  $\lambda$ , è  $\lambda = 574 \text{ nm}$ . Quando questa luce viene fatta incidere su un reticolo di diffrazione, la condizione per **interferenza costruttiva** è:

$$d \sin\theta = n \lambda \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

dove  **$d$**  è il **passo del reticolo** (la distanza fra le righe del reticolo, cioè le fenditure) e  **$\theta$**  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  $d = 2 \mu\text{m} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$ .

In quest'esperienza osserverete le frange di diffrazione di primo e secondo ordine, negativo e positivo ( $n = -2, -1, +1, +2$ ), e stimerete la lunghezza d'onda della radiazione incidente il reticolo, fornendo anche una stima dell'errore.

### Esecuzione dell'esperienza

Il goniometro è montato in modo tale che il valore 0 corrisponda, in prima approssimazione, alla direzione del fascio incidente sul reticolo. L'angolo di deviazione  $\theta$  si misura a partire da questo 0. Il segno positivo o negativo dell'ordine di diffrazione (e pertanto dell'angolo) è arbitrario, potete cioè sceglierlo liberamente (per esempio, guardando il goniometro dall'alto, si può scegliere 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  $15^\circ - 20^\circ$ , mentre i secondi ordini a  $35^\circ - 45^\circ$ .

### Stima della lunghezza d'onda

Si può stimare la lunghezza d'onda  $\lambda$  della luce emessa dalla lampada *correlando* il valore dell'angolo  $\theta$  con l'ordine di diffrazione  $n$ . Nello specifico, misurate quattro coppie di valori ( $n, \theta$ ) corrispondenti a  $n = -2, -1, +1, +2$ . Potete ottenere una relazione lineare utilizzando una nuova variabile calcolata a partire dai valori di  $\theta$ , cioè  $y = \sin\theta$ . Risulterà infatti:

$$n\lambda = dy$$

Pertanto, se riportate su grafico i valori di  $y = \sin\theta$  in funzione di  $n$ , i punti saranno descrivibili da una retta con coefficiente angolare pari a:

$$m = \lambda/d.$$

Poiché conoscete  $d$ , potete ottenere  $\lambda$ .

Riportate in una tabella (come quella mostrata sotto) i dati raccolti.

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

Utilizzando la carta millimetrata, riportate su grafico i quattro punti sperimentali (questi potrebbero non essere perfettamente allineati, a causa di incertezze sperimentali, allineamenti dell'apparato non perfetti, ecc.).

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.

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

### Calcolo degli errori

Occorre innanzitutto valutare e riportare sul grafico l'errore su ogni misura di  $\sin\theta$ . L'incertezza sull'angolo  $\theta$  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  $\Delta$  si intende l'errore).

L'errore  $\Delta\lambda$  sulla misura si ricava con la seguente formula:

$$\Delta\lambda = d \Delta m$$

dove  $\Delta m$  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  $\lambda$  (con relativa unità di misura).

Per confrontare il valore misurato di  $\lambda$  con il valore *accettato* per una lampada al sodio (574 nm), calcolate la discrepanza tra questi valori, e confrontatela con l'errore stimato  $\Delta\lambda$ .

