Reticolo di diffrazione

Partendo dalla interferenza di 2 fenditure:

$$I(P) = \ 4\, I_0\, cos^2 \left(\frac{\delta}{2}\right) = \ 4\, I_0\, cos^2 (\frac{\pi}{\lambda}\ d\ sen\ \theta)$$

$$\delta = k\ (x_2 - \ x_1) = \ \frac{2\pi}{\lambda}\ d\ sen\ \theta$$

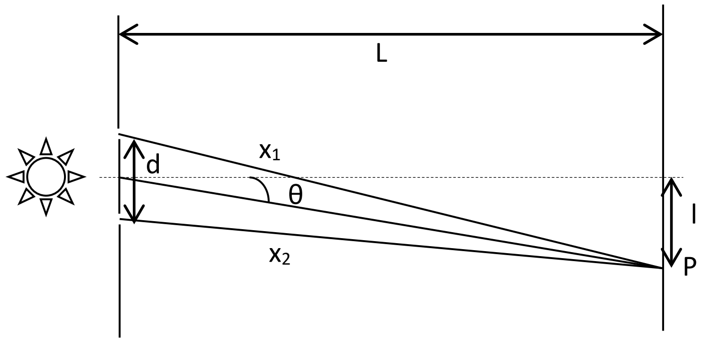
Essendo:

d= la distanza tra le 2 fenditure

λ= lunghezza d’onda dell’onda elettromagnetica

I_0 = intensità dell’onda e-m che attraversa la singola fenditura

$\Theta =$ l’angolo rispetto



Massimi di interferenza:

$$\frac{\pi}{\lambda}\ d\ sen\ \theta = 0, \pm\pi, \pm 2\pi, \ldots$$

$$sen\ \theta = \frac{\lambda}{d} m\ , \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$$

Minimi di interferenza:

$$\frac{\pi}{\lambda}\ d\ sen\ \theta = \pm\frac{1}{2}\pi, \pm\frac{3}{2}\pi, \ldots$$

$$sen\ \theta = \frac{\lambda}{d} (m + \frac{1}{2})\ , \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$$

Nel caso di N fenditure, utilizzando gli stessi simboli, si ha:

$$I = \ I_0 \left[\frac{sen\ (\frac{N\delta}{2})}{sen\,\frac{\delta}{2}}\right]^2 \quad \text{con} \quad \delta = \ \frac{2\pi}{\lambda}\ d\ sen\theta$$

I massimi si hanno per $sen\frac{\delta}{2} = 0,\ \ sen\theta = m\frac{\lambda}{d} \quad m = \ 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$

I minimi si hanno per $sen\frac{N\delta}{2} = 0,\ \ sen\theta = m\frac{\lambda}{Nd} \quad m = \ \pm 1, \pm 2, \ldots$

L'intensità dei massimi principali è dato da:

$$I_{max} = \ N^2 I_0 \qquad \text{(essendo } \lim_{x\to\infty} \frac{sen\ Nx}{sen\ x} = N \text{)}$$

Anche la larghezza angolare dei massimi principali dipende da N:

$$\Delta = \ \frac{2\lambda}{Nd}$$

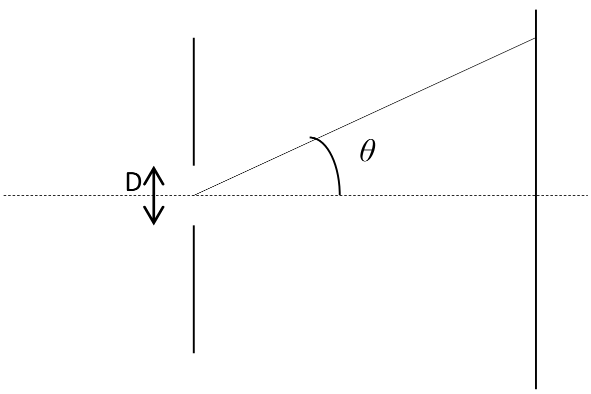
Pertanto al crescere di N aumenta l'intensità dei massimi principali e diminuisce la larghezza dei picchi, che diventano più evidenti e più definiti.

Diffrazione

La diffrazione è un effetto di interferenza che si osserva quando la luce attraversa una unica fenditura. Se si considera che ogni punto della fenditura è una sorgente di luce e che queste possono interferire tra loro, l'intensità di luce che attraversa una fenditura e che si osserva su uno schermo è data da:

$$I = \ I_0 \left(\frac{sen\ \beta}{\beta}\right)^2 \quad con \quad \beta = \ \frac{\pi\ D}{\lambda}\ sen\theta$$

Dove D è la dimensione della fenditura e θ è l'angolo tra la normale dello schermo che passa al centro della fenditura e la direzione del punto nel quale determinare l'intensità.



Il massimo principale si ha per θ=0. Si hanno poi dei minimi per β= ± π , ±2π, ±3π..cioè per senθ = λ/D, 2λ/D, 3λ/D…

Tra questi minimi si hanno anche dei massimi secondari per senθ = 1.43λ/D, 2.46λ/D, ..

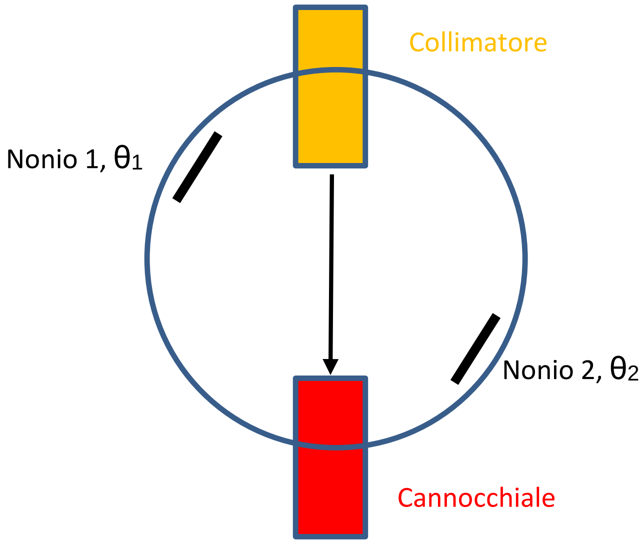
Nel caso di un reticolo di diffrazione abbiamo la combinazione dei 2 effetti: diffrazione da singola fenditura e interferenza da N fenditure.

Quindi nel caso di N fenditure, distanti d e con larghezza a, si avrà:

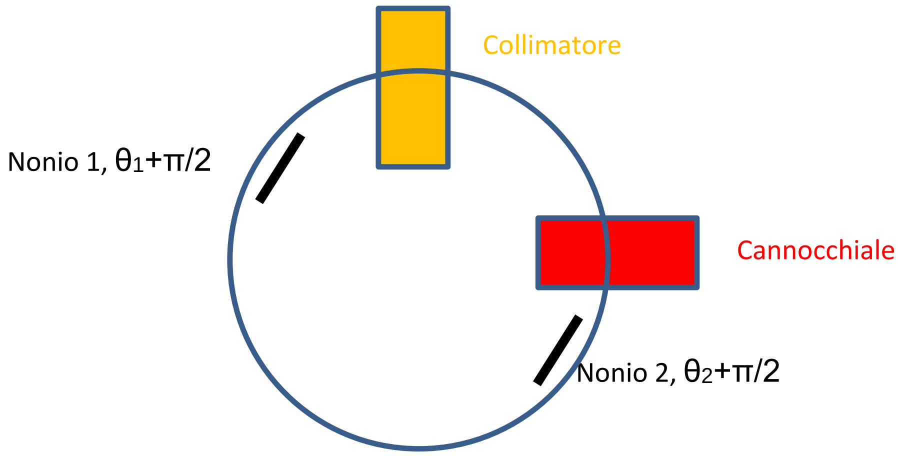
$$I = I_0 \left(\frac{sen\,\beta}{\beta}\right)^2 \left[\frac{sen\left(\frac{N\delta}{2}\right)}{sen\,\frac{\delta}{2}}\right]^2$$

Procedura per l'uso del reticolo con lo spettrogoniometro

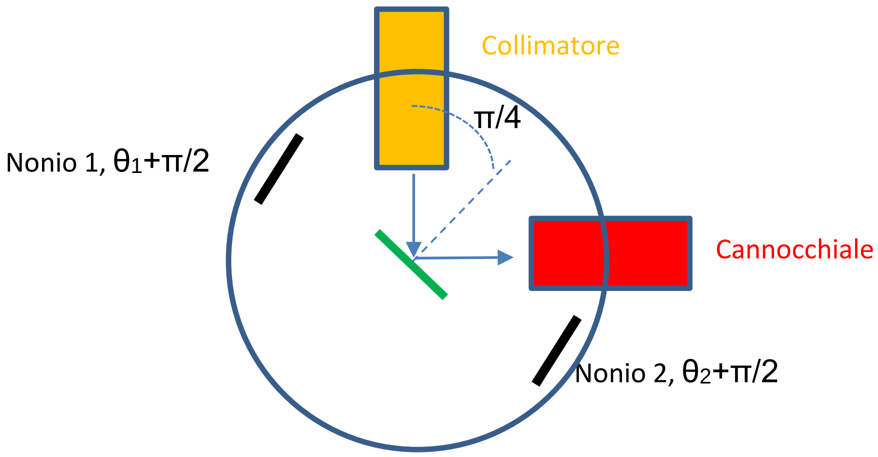
- Mettere a fuoco il cannocchiale all'infinito;
- Allineare il cannocchiale con il collimatore e mettere a fuoco la fenditura dopo aver acceso la sorgente;



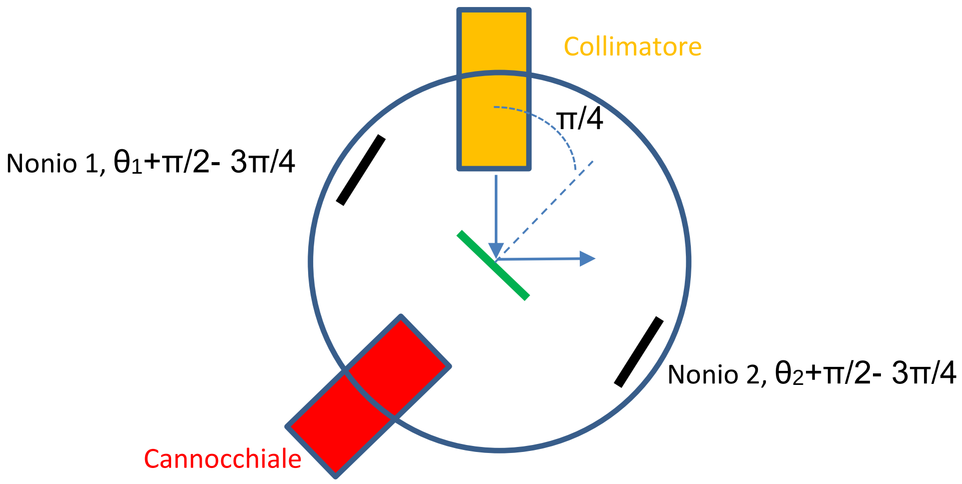
- Quando l'immagine della fenditura è al centro dell'oculare misurare gli angoli di trasmissione sui 2 noni, θ_1 e θ_2 ;
- Montare il reticolo sulla base (stando attenti a mettere la superficie dove si trova il reticolo verso il collimatore) e mettere in piano la base:
    - Cercare una riga spostando il cannocchiale sulla destra e sulla sinistra rispetto al collimatore e verificare che la riga sia centrata all'interno dell'oculare, se non lo fosse modificare l'inclinazione della base usando le tre viti;
- Ruotare solo da uno dei due lati di $\pi/2$ (90°) il cannocchiale e misurare di nuovo i due angoli: $\theta_1 + \pi/2$ e $\theta_2 + \pi/2$;



- Ruotare il reticolo fino a portarlo tra collimatore e cannocchiale fino a quando nel cannocchiale si osserva la riga riflessa dal reticolo. Questo indica che l'angolo tra il fascio incidente e la normale al reticolo è di $\pi/4$ (45°);

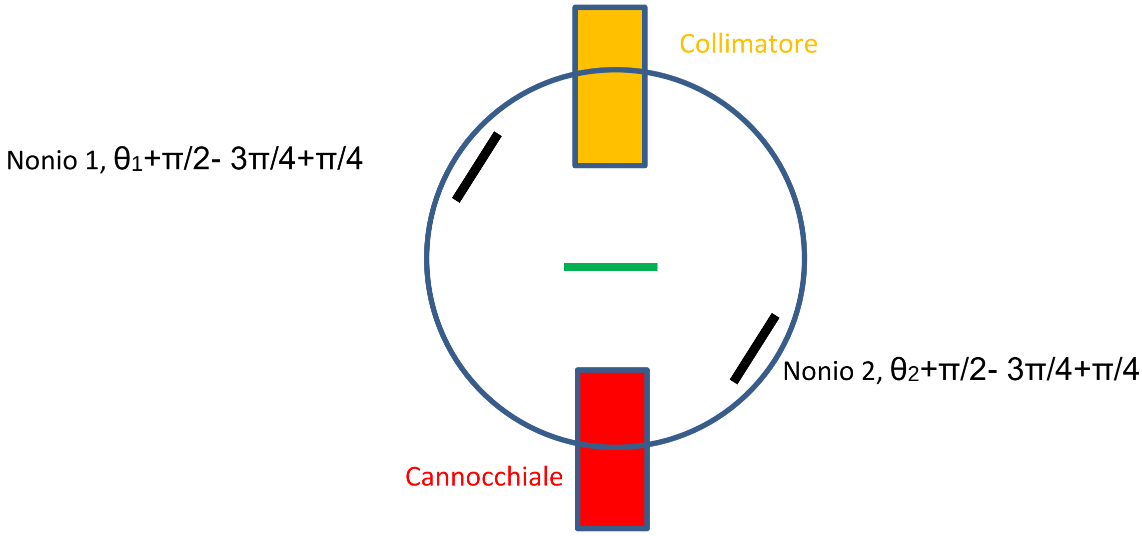


- Se non è possibile ruotare solidalmente il reticolo con il cannocchiale (cioè bloccarli in modo tale che se ruota uno ruota anche l'altro dello stesso angolo) vedere dopo. Ruotare il cannocchiale di $3\pi/4$ (135°). In questo modo il cannocchiale è perpendicolare al reticolo (dietro a questo);



- Bloccare il reticolo rispetto al cannocchiale in maniera tale che questi si muovano solidalmente;

- Ruotare il sistema reticolo + cannocchiale (solidali) di π/4. Si dovrà vedere la fenditura al centro dell'oculare.



- Se non è possibile ruotare solidalmente reticolo e cannocchiale, una volta vista la riflessione dell'immagine della fenditura nel cannocchiale, ruotare il cannocchiale di -π/2 (- 90°), cioè rimetterlo esattamente in trasmissione e successivamente ruotare di π/4 (45°) il reticolo per metterlo perpendicolare al fascio. Per questi movimenti controllare sempre sui noni!

- In entrambi i casi ora il sistema è pronto per l'utilizzazione.

Conoscendo il passo d del reticolo (600 linee/mm) si determinano le lunghezze d'onda delle righe osservate ai diversi angoli θ (si possono vedere 1-2 repliche per ogni riga, ovvero per diversi m):

$$\lambda = \frac{d\ sen\theta}{m}$$

Con una lampada con vapori di idrogeno si può determinare la costante di Rydberg R_∞ (sapendo che $n_f = 2$, serie di Balmer):

$$k = \frac{1}{\lambda} = R_\infty \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

$$R_\infty = \frac{me^4}{64\,\pi\,\varepsilon_0^2 \hbar^3 c}$$

n_f	n_i	colore	λ (Å)
2	3	rosso	6563
2	4	blu	4861
2	5	viola	4341
2	6	viola ?	4102