

ФРАУНХОФЕРОВА ДИФРАКЦИЯ

Наблюдава се, когато източникът на светлина и точката на наблюдение са разположени от препятствието толкова далече, че лъчите образуват практически успореден сноп.

Наблюдава се когато между две лещи L_1 , в чиито фокуси са поставени съответно източник на светлина S и екран E_2 за наблюдение на дифракционната картина, е разположен екран E_1 с (различни) препятствия.

$$S \rightarrow L_1 \rightarrow E_1 \rightarrow L_2 \rightarrow E_2$$

Наблюдава се дифракционен образ на източника.

Отворите могат да имат различна форма и размери. Следователно, светлината ще преминава по различни пътища и ще дава различни осветени точки на екрана E_2 , които са образи на източника S .

Безкрайно дълъг процеп с ширина a

Разпределението на интензитета I на екрана E_2 е:

$$I = cA^2 \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{\lambda} a \sin \varphi\right)}{\left(\frac{\pi}{\lambda} a \sin \varphi\right)^2} \quad \text{или} \quad I = I_0 \left(\frac{\sin u}{u}\right)^2,$$

където A е амплитудата на падащата вълна, φ е ъгълът на дифракция, λ е дължината на вълната, $u = \frac{\pi}{\lambda} a \sin \varphi$.

Условие за минимум:

$$\sin \varphi = \frac{m\lambda}{a},$$

където $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3$ е порядъкът на дифракционните линии.

Условие за централен максимум:

$$\varphi = 0$$

Условие за следващите максимуми (приблизително):

$$\sin \varphi = \left(m + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda}{a},$$

където $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3$.

Линейна дифракционна решетка

Период или константа на решетката:

$$d = a + b,$$

където a е ширината на процепите, b е ширината на процепите.

Ако L е дължината на дифракционната решетка, а N е броят на процеците, то константата на решетката може да се запише със следната формула:

$$d = \frac{L}{N}.$$

Разпределението на интензитета I на екрана E_2 е:

$$I(P) = I_0 \frac{\sin^2\left(\frac{\pi}{\lambda} a \sin \varphi\right) \sin^2\left(N \frac{\pi}{\lambda} d \sin \varphi\right)}{\left(\frac{\pi}{\lambda} a \sin \varphi\right)^2 \sin^2\left(\frac{\pi}{\lambda} d \sin \varphi\right)}$$

$$I(P) = I_0 \left(\frac{\sin u}{u}\right)^2 \left(\frac{\sin Nv}{\sin v}\right)^2$$

където a е ширината на процепа, d е периодът на решетката, N е броят на процеците, φ е ъгълът на дифракция, λ е дължината на вълната, $u = \frac{\pi}{\lambda} a \sin \varphi$, $v = \frac{\pi}{\lambda} d \sin \varphi$.

Условие за централен максимум:

$$\sin \varphi = m \frac{\lambda}{d},$$

където $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3$ е порядъкът на спектъра.

Между всеки два главни максимума се намират $(N-1)$ минимума и $(N-2)$ вторични максимума.

Условие за минимума (интерференчни):

$$\sin \varphi = \left(m + \frac{k}{N}\right) \frac{\lambda}{d}, \quad k = 1, 2, \dots, (N-1)$$

$$\sin \varphi = \frac{1}{4} \frac{\lambda}{d}; \frac{2}{4} \frac{\lambda}{d}; \frac{3}{4} \frac{\lambda}{d}; \dots; \frac{5}{4} \frac{\lambda}{d}; \frac{6}{4} \frac{\lambda}{d}; \frac{7}{4} \frac{\lambda}{d}; \dots; 2 \frac{1}{4} \frac{\lambda}{d}; 2 \frac{2}{4} \frac{\lambda}{d}.$$

Ъглова дисперсия на дифракционна решетка:

$$D_\varphi = \frac{d\varphi}{d\lambda} = \frac{m}{d \cos \varphi} \quad \text{или} \quad D_\varphi = m \frac{N}{L}, \quad L = Nd,$$

където φ е ъгълът на дифракция, λ е дължината на вълната, m е порядъкът на спектъра, L е дължината на дифракционната решетка, N е броят на процеците.

Линейна дисперсия на дифракционна решетка:

$$D_l = \frac{dl}{d\lambda} = f \frac{d\varphi}{d\lambda} = f D_\varphi,$$

където f е фокусното разстояние на лещата, поставена между дифракционната решетка и екрана.

Разделителна способност:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = mN,$$

където $\Delta\lambda$ е минималната разлика между две спектрални линии, които се възприемат разделени, m е порядъкът на спектъра, N е броят на процепите.

Критерий на Релей за разрешение на две линии с дължини на вълните съответно λ_1 и λ_2 :

$$\sin \varphi_{\max}(\lambda_1) = \sin \varphi_{\min}(\lambda_2).$$