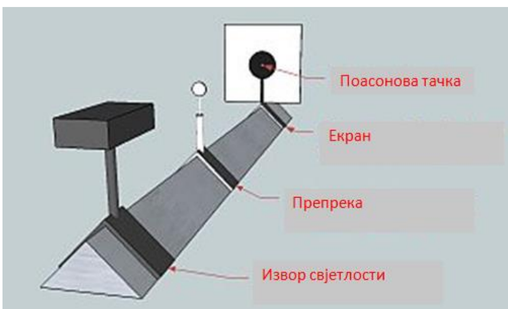
Дифракција

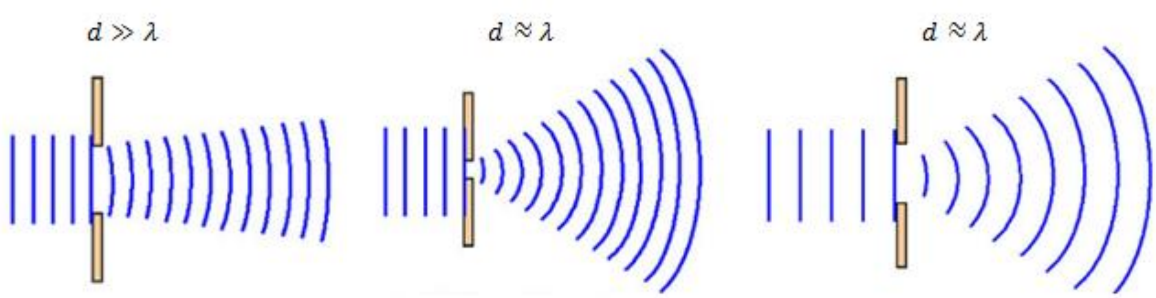
То је појава одступања свјетлости од праволинијског простирања када наиђе на препреку или отвор чије су димензије реда величине таласне дужине свјетлости.

Француски математичар Поасон предвидио је сљедећи необичан оглед:



Ако освијетлимо јако мали диск, а иза њега поставимо заклон, на заклону ће се појавити сјенка. Међутим, у средишту те сјенке појављује се јако мала свијетла тачка. Овај експеримент је први извео француски физичар Араго. Та свијетла тачка говори да је свијетлост одступила од праволинијског простирања.

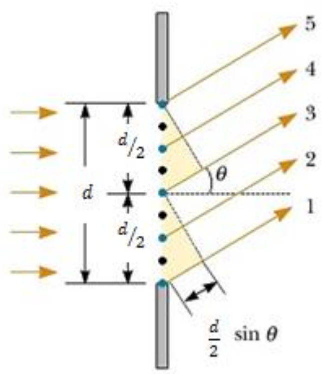
Појава одступања свјетлости од праволинијског простирања се може такође видјети и на јако уским отворима (димензија реда таласне дужине свјетлости):



Дифракција се објашњава Хајгенсовим принципом: ивице преграде или отвора постају извори секундарних таласа, који затим интерферују.

- *Дифракција на једном отвору*

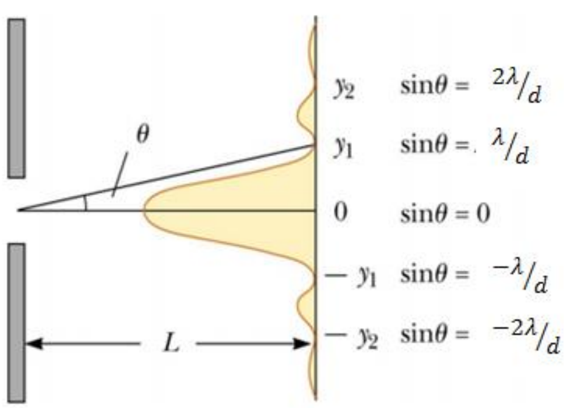
Посматраћемо паралелан сноп свјетлости која пада на јако узак отвор. На отвору се дешава дифракција, а након отвора је постављено сабирно сочиво које сакупља зраке. Ти зраци на заклону интерферују.



Посматрајмо један сноп паралелних зрака који полазе са површине отвора под углом θ. Сноп се може подијелити на два снопа једнаке ширине (доњи ограничен зрацима 1 и 3, и горњи ограничен зрацима 3 и 5). Сваки зрак у горњем снопу има свој пар у доњем снопу. Када је разлика њихових путева $\frac{\lambda}{2}$, тада долази до деструктивне интерференције:

$$\Delta s = \frac{d}{2} sin\theta = \frac{\lambda}{2}$$

Дакле, први минимум је одређен једначином $sin\theta = \frac{\lambda}{d}$. Закључујемо да је положај дифракционих минимума одређен једначином: $\boxed{sin\theta = z\frac{\lambda}{d}}$ (z$\in \mathbb{Z}$).



Интензитет дифракционих максимума се за разлику од интерференционих максимума смањује. Ако је θ мали угао, важи $sin\theta \approx tg\theta = \frac{y}{L}$, па добијамо да је растојање минимума од централног: $\boxed{y_z = z\frac{\lambda L}{d}}$

Ширина централног максимума је:

$$\boxed{x = 2y_1 = 2\frac{\lambda L}{d}}$$

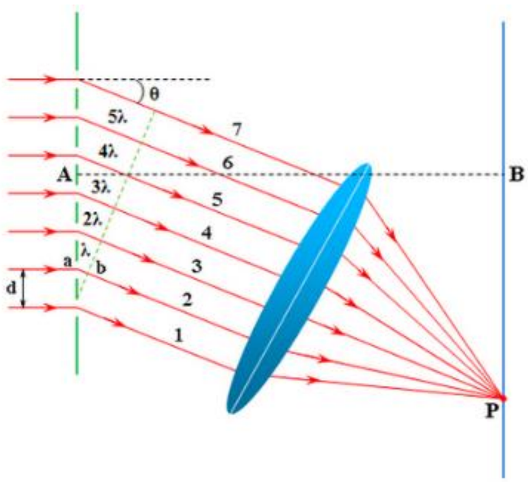
Ширина осталих максимума је двоструко мања.

- *Дифракциона решетка*

Дифракциона слика која се добије помоћу једног прореза је врло слаба, јер јако мало свјетлости уопште прође кроз тај прорез. Због тога се користе плочице са великим бројем прореза.

Дифракциона решетка садржи велики број прореза чије су димензије реда величине таласне дужине свјетлости.

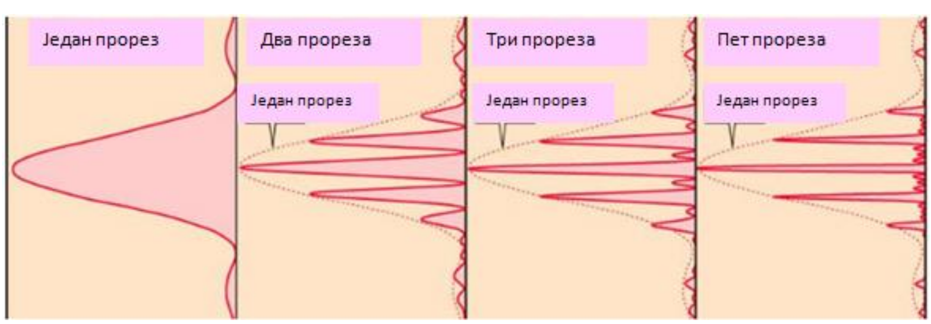
Основне карактеристике дифракционе решетке су укупан број прореза N_u, густина прореза (број прореза на $1mm$) N и константа решетке $d = \frac{1}{N}$.



Посматрајмо сноп кохерентне свјетлости који пада нормално на решетку. На прорезима се осим дифракције дешава и интерференција међу сноповима. Посматраћемо снопове који полазе из отвора под углом θ. Размотримо сада проблем интерференције таквих N_u зрака.

Какав ће бити резултат интерференције зависи од путне разлике свака два сусједна зрака. Максимум у тачки P ће се појавити ако:

$$\boxed{\Delta s = d sin\theta = z\lambda \quad (z \in \mathbb{Z})}$$



У случају дифракционе решетке када свјетлост пада на већи број отвора, дифракциона слика се знатно разликује од слике када свјетлост пада на 2 отвора.

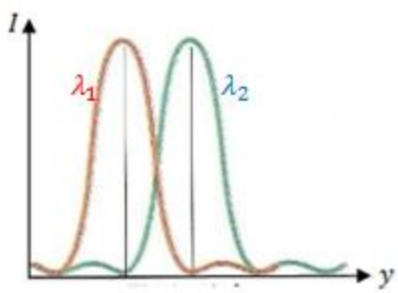
Између свака два максимума јавља се $N_u - 2$ секундарних максимума, а $N_u - 1$ минимума. Због тога су минимуми одређени формулом: $\boxed{dsin\theta = \frac{z\lambda}{N_u} \quad (z \in \mathbb{Z}/\{N_u, 2N_u, \ldots\}).}$

Угаона ширина главног максимума γ је одређена положајем првих минимума:

$dsin\frac{\gamma}{2} = \frac{\lambda}{N_u}$, γ мали угао па је $sin\frac{\gamma}{2} \approx \frac{\gamma}{2}$, дакле:

$$\boxed{\gamma = \frac{2\lambda}{N_u d}}$$

Моћ разлагања дифракционе решетке R одређена је њеном способношћу да разложи двије линије блиских таласних дужина, тако да у спектру буду видљиве као раздвојене.



Двије линије ће бити раздвојене када максимум једне линије не покрива минимум друге линије:

$$\theta_2 - \theta_1 > \frac{\gamma}{2}$$

Гдје су θ_1 и θ_2 углови под којим се виде ови максимуми.

У граничном случају: $\theta_2 - \theta_1 = \frac{\gamma}{2}$

$$dsin\theta \approx d\theta = z\lambda$$

$$\frac{z\lambda_1}{d} - \frac{z\lambda_1}{d} = \frac{\gamma}{2}$$

$$\frac{z\Delta\lambda}{d} = \frac{\gamma}{2} = \frac{\lambda}{N_u d}$$

$$\boxed{R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = zN_u}$$