

ДИФРАКЦИЯ НА ФРЕНЕЛ

Дифракция на светлината – отклонение на светлината от праволинейното ѝ разпространение в среда с резки нееднородности (прегради, препятствия, отвори и т.н.), около които възниква локално амплитудно и фазово нарушение на вълновия фронт.

Принцип на Хюйгенс-Френел – всяка точка от вълновия фронт се разглежда като източник на вторични сферични вълни, които се наслагват и дават нов резултантен вълнов фронт. Вторичните вълни интерферират помежду си и се наблюдават максимуми и минимуми, подобни на интерференчните. Максимуми се получават при наслагване на две кохерентни вълни, които са във фаза, а минимуми, когато двете вълни са в противофаза.

Число на Френел – параметър, определящ вида на дифракцията. Той свързва размера на препятствието a , разстоянието l на препятствието до екрана и дължината на вълната λ :

$$F = \frac{a^2}{l\lambda}.$$

Според стойностите на числото на Френел се различават два вида дифракция: на Френел при $F \geq 1$ и на Фраунхофер при $F \ll 1$. При $F \gg 1$ не се наблюдава дифракция и са валидни законите на геометричната оптика.

Дифракция на Френел

Наблюдава се, когато източникът на светлина и точката на наблюдение не са разположени твърде далече от препятствието (преграда, отвор).

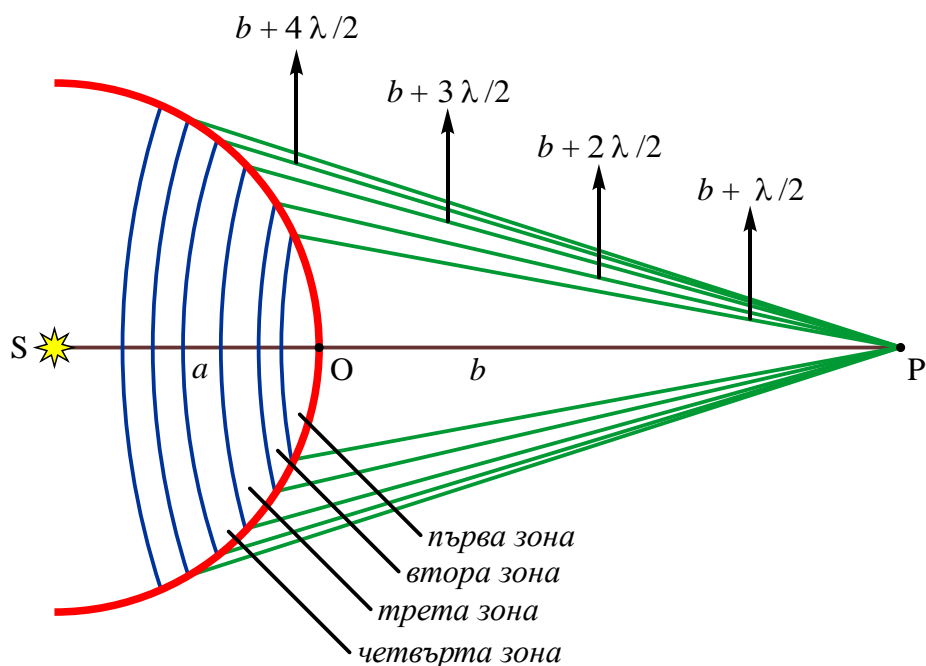
Наблюдава се без оптична система.

Наблюдава се дифракционен образ на препятствието.

Зони на Френел – за да се определи амплитудата на светлинното трептене в точка P , възбудено от сферична вълна, разпространяваща се в избрана еднородна среда от точков източник S , вълновата повърхност на тази вълна (симетрична спрямо правата SP) се разделя на кръгови зони. Центърът на вълновия фронт е т. O на разстояние a от източника. На разстояние b се намира точка P .

Фронтът на сферичната вълна се разделя на зони, краищата на които се намират на разстояния, различаващи се едно от друго с $\lambda/2$. Вторичните вълни, излъчени от края на всеки две съседни зони достигат до точка P в противофаза и взаимно се гасят, т.е. ще се наблюдава минимум. Ако се приеме, че амплитудите на две съседни зони са приблизително равни, то ще се наблюдава пълно гасене и интензитетът ще е нула.

Така избраните зони са известни като зони на Френел.



Амплитуда на резултантното трептение в т. P е:

$$A = A_1 - A_2 + A_3 - A_4, \quad m \text{ - брой френелови зони}$$

$$A = \frac{A_1}{2} + \left(\frac{A_1}{2} - \frac{A_2}{2} \right) - \left(\frac{A_2}{2} + \frac{A_3}{2} \right) + \left(\frac{A_3}{2} - \frac{A_4}{2} \right) - \frac{A_4}{2}.$$

Изразите в скобите са приблизително равни на нула. Следователно:

$$A = \frac{A_1}{2} + \frac{A_m}{2}, \quad \text{за } m \text{ - нечетно число}$$

$$A = \frac{A_1}{2} - \frac{A_m}{2}, \quad \text{за } m \text{ - четно число}$$

Важното е да се знае връзката между интензитета на светлината I и нейната амплитуда A за дадена точка от пространството: $I = cA^2$.

Радиус на m -тата зона на Френел:

$$r_m = \sqrt{\frac{ab}{a+b} m \lambda},$$

където λ е дължината на вълната, a е радиусът на сферичната вълна или разстоянието от източника на светлина до преградата или b е разстоянието от точка O до екрана (в точка P) или разстоянието от преградата до екрана.

Когато върху преградата пада плоска вълна, т. е. $a \rightarrow \infty$, радиусът е:

$$r_m = \sqrt{mb\lambda}.$$

Брой на откритите зони на Френел от преграда с радиус r :

$$m = \frac{r^2(a+b)}{ab\lambda}.$$