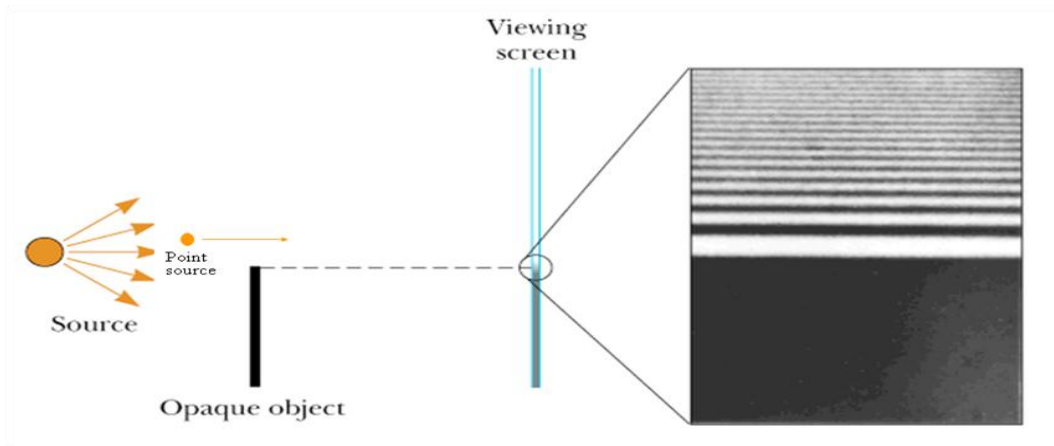


BAB 4

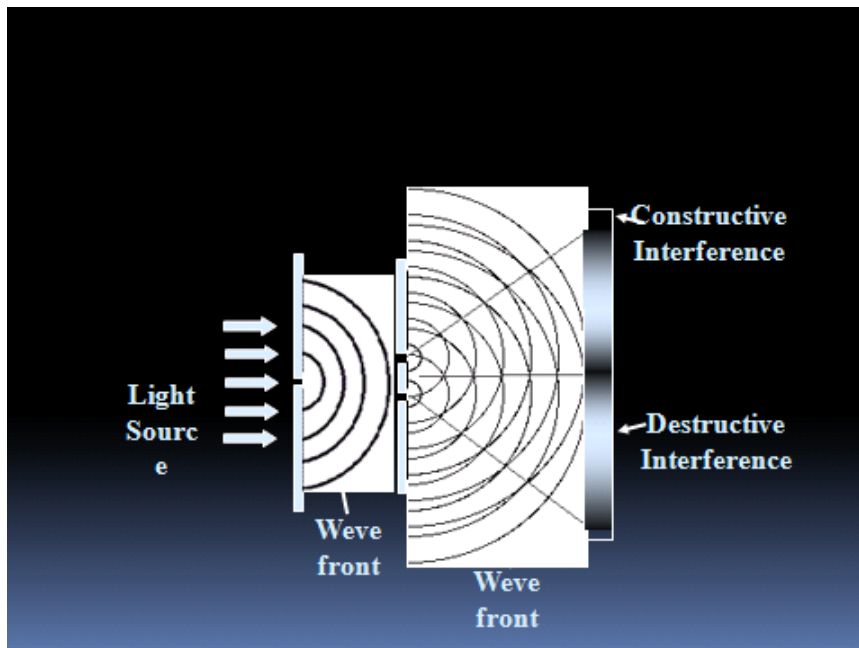
Difraksi

Jika muka gelombang bidang tiba pada suatu *celah sempit* (lebarnya lebih kecil dari panjang gelombang), maka gelombang ini akan mengalami lenturan sehingga terjadi gelombang-gelombang setengah lingkaran yang melebar di belakang celah tersebut. Peristiwa ini dikenal dengan *difraksi*.

Difraksi merupakan pembelokan cahaya di se-kitar suatu penghalang /suatu celah.

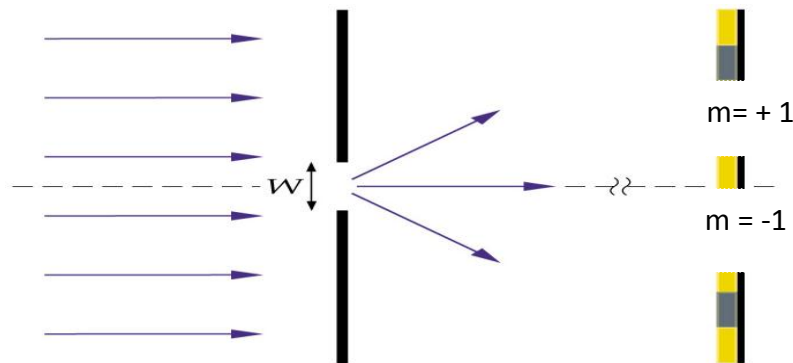


Gambar di atas menunjukkan pola cahaya yang terbentuk pada layar akibat cahaya dari suatu sumber yang melewati lubang kecil (titik) obyek buram (tidak tembus cahaya).



Difraksi celah tunggal

Pola interferensi dihasilkan dari celah ganda. Kita juga dapat menghasilkan pola interferensi dengan celah tunggal yang lebar celahnya mendekati λ (tidak lebih kecil atau lebih besar)



Catatan : terang pusat lebarnya dua kali terang kedua.

Syarat terjadinya garis gelap ke-m adalah:

$$d \sin \theta = m\lambda; \quad m = 1, 2, 3, \dots$$

Untuk sudut θ yg kecil, berlaku:

$$\frac{pd}{l} = m\lambda$$

Syarat terjadinya garis terang ke-m adalah

$$d \sin \theta = (m + \frac{1}{2})\lambda; \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

Untuk sudut θ yg kecil, berlaku :

$$\frac{pd}{l} = (m + \frac{1}{2})\lambda$$

MACAM-MACAM DIFRAKSI

DIFRAKSI FRESNEL	DIFRAKSI FRAUNHOFER
<p>Jarak sumber ke celah dan celah ke layar dekat berkas tidak perlu sejajar celah lebar dan tidak sempit</p> <p>Topik yang dibicarakan adalah difraksi oleh :</p>	<p>Letak sumber cahaya dan layar jauh sekali dari celah. Berkas yang memasuki celah harus sejajar dan yang keluar dari celah harus sejajar</p> <p>Topik yang akan dibicarakan adalah</p>

1. lubang bulat

2. celah persegi

3. penghalang berbentuk piringan

4. penghalang berbentuk lancip (tajam)

difraksi oleh

1. Celah tunggal (single slit)

2. Lubang bulat (circular aperture)

3. Dua celah sempit

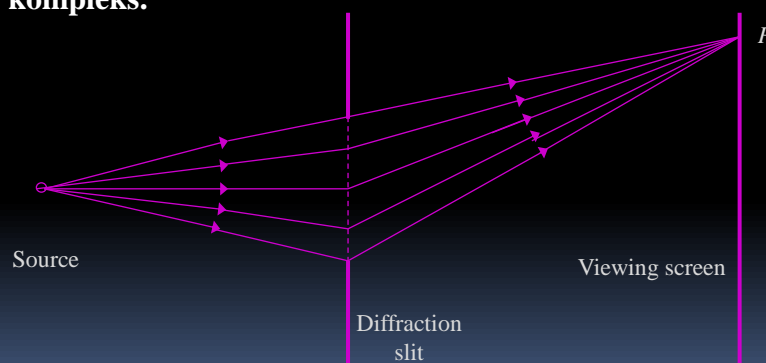
4. Kisi (celah banyak)

Jika sebuah difraksi fresnel ditempatkan lensa cembung pada sinar yang masuk dan sinar yang keluar dari celah maka sinar dianggap sejajar dan disebut sebagai difraksi faunhofer.

Difraksi Fresnel

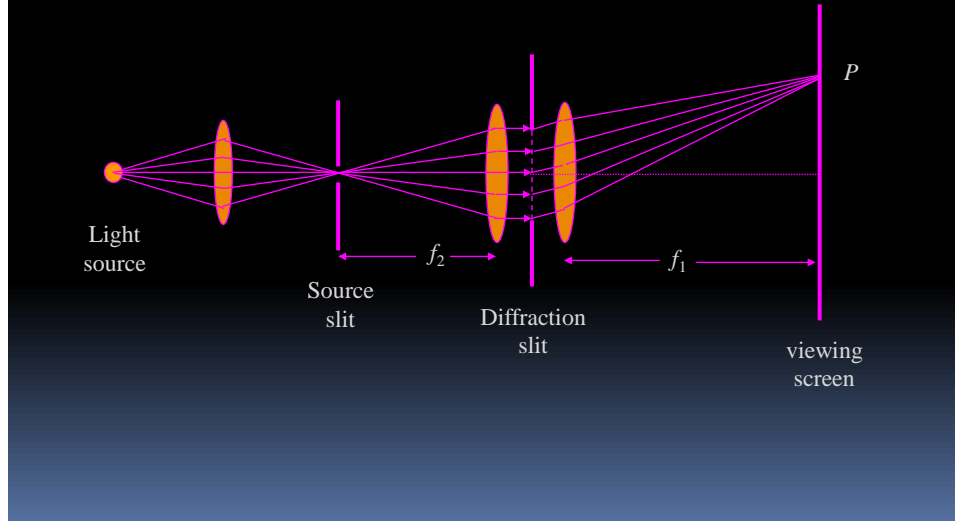
Jenis difraksi dimana sumber cahaya dan/atau layar terletak pada jarak tertentu (dekat) dari celah difraksi.

Tinjauan teoritis dari difraksi Fresnel sangat kompleks.



Difraksi Fraunhofer...

Berikut adalah susunan eksperimen untuk memperoleh pola Difraksi Fraunhofer dari suatu celah tunggal:



Difraksi Fraunhofer celah tunggal

Kondisi untuk interferensi destruktif oleh cahaya dari titik-titik yang terpisah sejauh $a/2$:

$$\frac{a}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

Kondisi untuk interferensi destruktif oleh cahaya dari titik-titik yang terpisah sejauh $a/4$:

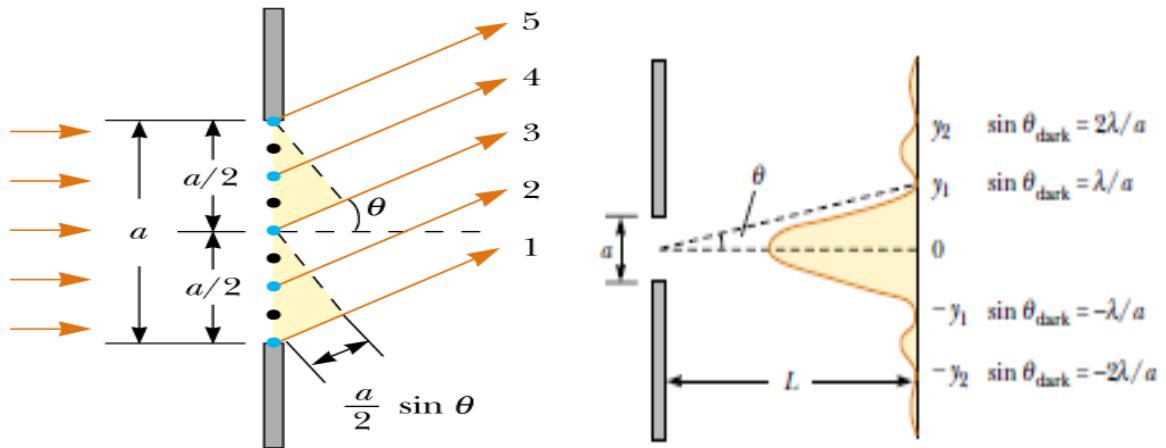
$$\frac{a}{4} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

Kondisi untuk interferensi destruktif oleh cahaya dari titik-titik yang terpisah sejauh $a/2m$ ($m = \text{non-zero integer}$):

$$\frac{a}{2m} \sin \theta = \frac{\lambda}{2}$$

Sehingga, kondisi umum untuk interferensi destruktif :

$$\sin \theta = m \frac{\lambda}{a} \quad (m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots)$$



Kisi difraksi (diffraction grating)

Suatu kisi difraksi terdiri dari sejumlah besar celah sejajar yg serba sama. Kisi dapat dibuat dengan membuat goresan-goresan halus pada sekeping kaca.

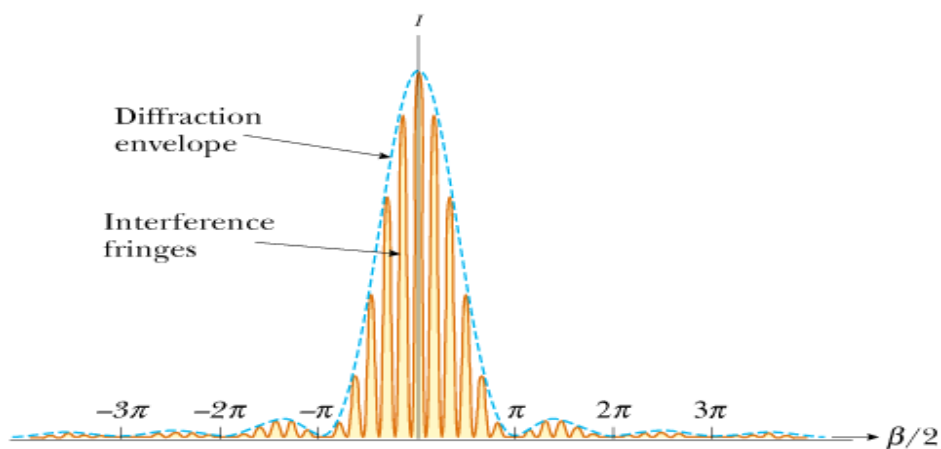
Kisi transmisi (Transmission grating) – Suatu kisi dengan celah yang memungkinkan cahaya dapat melewatinya.

Kisi Refleksi (Reflection grating) – Suatu kisi dengan celah yang memantulkan cahaya.

Kisi umumnya mempunyai goresan mencapai 5000 goresan per centimeter. Sehingga jarak antara dua celah sangat kecil yaitu sekitar $d = 1/5000 = 20000 \text{ \AA}$.

Pola distribusi cahaya oleh kisi

Jika suatu kisi transmisi disinari dari belakang, tiap celah bertindak sebagai suatu sumber cahaya koheren. Pola cahaya yg diamati pada layar dihasilkan dari kombinasi efek interferensi dan difraksi. Tiap celah menghasilkan difraksi, dan berkas difraksi ini berinterferensi dengan yang lain untuk menghasilkan pola akhir. Kita telah melihat pola dari efek kombinasi ini untuk kasus 2 celah:

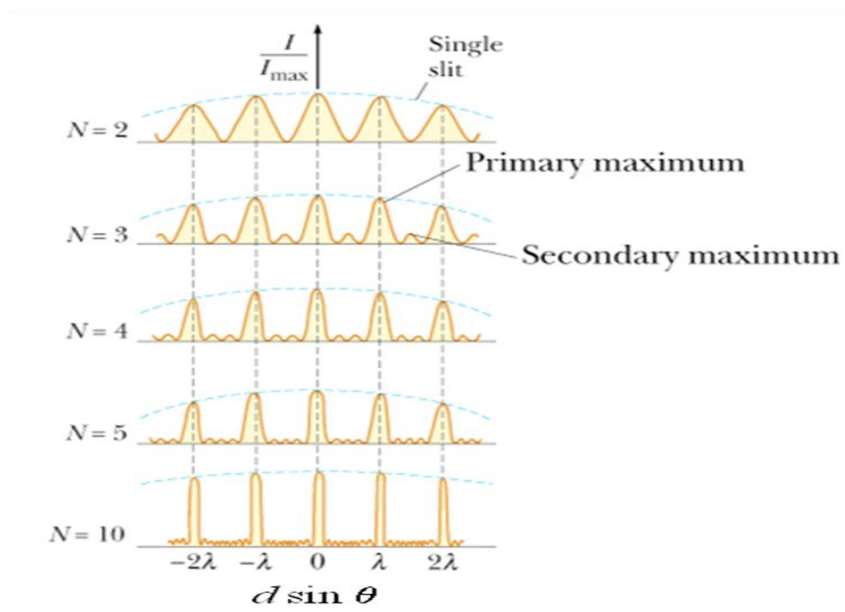


Perhatikan bagaimana pola difraksi bertindak sebagai suatu “envelop” dan mengontrol intensitas interferensi maksimum secara teratur

Pengaruh memperbesar jumlah celah

Diagram menunjukkan pola interferensi yang dibungkus oleh pita interferensi pusat untuk setiap kasus. Jarak celah sama untuk 5 kasus tersebut. Hal yang penting adalah:

- Posisi angular dari maksimum utama (primary maxima) untuk N yang berbeda adalah sama.
- Jumlah maksimum sekunder antara dua maksimum primer meningkat dengan N dan sama dengan $N-2$.
- Intensitas maksimum sekunder melemah dibandingkan maksimum primer.
- Lebar maksimum primer berkurang dengan naiknya N

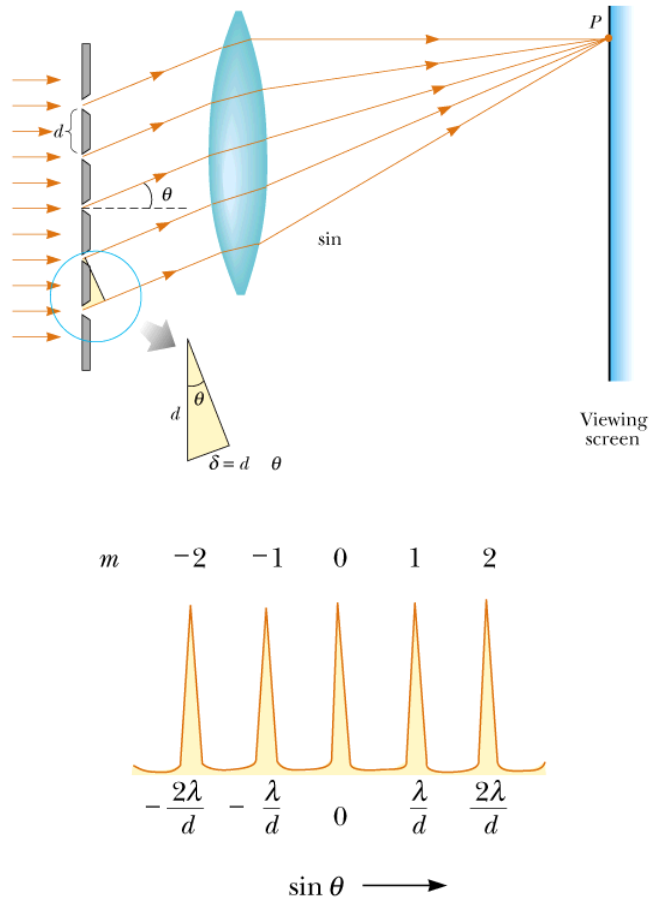


Kondisi untuk maksimum primer dari kisi

Kondisi interferensi konstruksi kisi merupakan beda jalan antara sinar dari pengatur celah besarnya sama dengan satu panjang gelombang λ dari beberapa integral perkalian λ :

$$d \sin \theta = m\lambda \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots$$

Maximum pada $\theta = 0$ ($m = 0$) disebut maksimum orde-0 (zero-order maximum). Maximum pada jarak sudut θ dengan $d \cdot \sin \theta = \lambda$ ($m = 1$) disebut maksimum orde pertama. Maximum orde ke m adalah jarak sudut θ_m dengan $d \cdot \sin \theta_m = m\lambda$.



Kondisi minimum untuk kisi

Kisi difraksi yang mempunyai N celah, terdapat $N-2$ maksimum kedua dan $N-1$ minimum antara dua maksimum yang diatur.

Kondisi minimum diperoleh ketika jumlah fasor gelombang cahaya dari N celah = 0, dengan :

$$d \sin \theta = m\lambda + \frac{n\lambda}{N}$$

$$m = 1, 2, 3, \dots$$

$$n = 1, 2, 3, \dots, N - 1$$

Contoh Soal :

- Sebuah kisi difraksi yang mempunyai 5000 goresan per 1 cm. Kisi tersebut di lewati cahaya kuning dari lampu gas Na. Cahaya tersebut mempunyai 2 garis yang berdekatan dengan panjang gelombang 5890.0 and 5895.9 Å (dikenal sebagai doublet Na). a) Pada sudut berapakah terjadi orde pertama maximum untuk garis cahaya 5890.0 Å line? b) Berapakah separasi sudut antara maksimum pertama dari kedua garis cahaya Na tersebut?

(a) Jarak kisi $d = 1/5000 \text{ cm} = 20000 \text{ Å}$

Jadi maksimum pertama dari garis 5890.0 Å terjadi pada :

$$\theta = \sin^{-1} \frac{\lambda}{d} = \sin^{-1} \frac{5890}{20000} = \sin^{-1} 0.2945 = 17.1275^\circ$$

(b) $d \sin \theta = \lambda \Rightarrow d \cos \theta \cdot \Delta\theta = \Delta\lambda$

Jadi :

$$\Delta\theta = \frac{\Delta\lambda}{d \cos \theta} = \frac{5895.9 - 5890.0}{20000 \times \cos(17.1275^\circ)} = 0.017^\circ$$

2. Laser helium-neon ($\lambda = 6328 \text{ \AA}$) dipakai untuk kalibrasi kisi difraksi. Jika orde pertama maksimum terjadi pada 20.5° , berapakah jarak antar celah dalam kisi difraksi tersebut?

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

$$d = \frac{1 \times 6328}{\sin 20.5^\circ} = \frac{6238}{0.350} = 17812 \text{ \AA}$$

$m = 1, \lambda = 6328 \text{ \AA}, \theta = 20.5^\circ$

3. Tiga spektrum garis terjadi pada sudut 10.09° , 13.71° dan 14.77° dalam spektrum orde pertama dari spektroskopi kisi. a) Jika kisi memiliki 3660 celah per centimeter, berapakah panjang gelombang cahaya? b) Pada sudut berapa saja akan diperoleh garis spektrum orde kedua ?

a) $d = 10^8 / 3660 = 27322 \text{ \AA}$ memakai : $\lambda = \frac{d \sin \theta}{m}$

Diperoleh :

$$\lambda_1 = \frac{27322 \sin 10.09^\circ}{1} = 4787 \text{ \AA}$$

$$\lambda_2 = \frac{27322 \sin 13.71^\circ}{1} = 6476 \text{ \AA}$$

$$\lambda_3 = \frac{27322 \sin 14.77^\circ}{1} = 6966 \text{ \AA}$$

b) $\sin \theta_{m=1} = \frac{\lambda}{d} \quad \Rightarrow \quad \sin \theta_{m=2} = 2 \sin \theta_{m=1}$

$$\sin \theta_{m=2} = \frac{2\lambda}{d}$$

$$\sin \theta_1' = 2 \sin 10.09^\circ = 0.350 \Rightarrow \theta_1' = 20.51^\circ$$

$$\sin \theta_2' = 2 \sin 13.71^\circ = 0.474 \Rightarrow \theta_2' = 28.30^\circ$$

$$\sin \theta_3' = 2 \sin 14.77^\circ = 0.510 \Rightarrow \theta_3' = 30.66^\circ$$

Latihan:

1. Laser berwarna hijau ditembakkan ke dalam sebuah celah yang mempunyai lebar 0,550 mm. Difraksi terlihat pada dinding yang berada pada jarak 2,06 m dari celah. Jarak gelap kedua dari terang pusat adalah 4,10 mm. Berapakah panjang gelombang sinar tersebut?
2. Sebuah layar ditempatkan pada jarak 50 cm dari celah tunggal yang disinari oleh cahaya dengan panjang gelombang 600 nm. Jika jarak antara gelap ke 3 dengan gelap 1 adalah 3 mm, berapa lebar dari celah tersebut?