

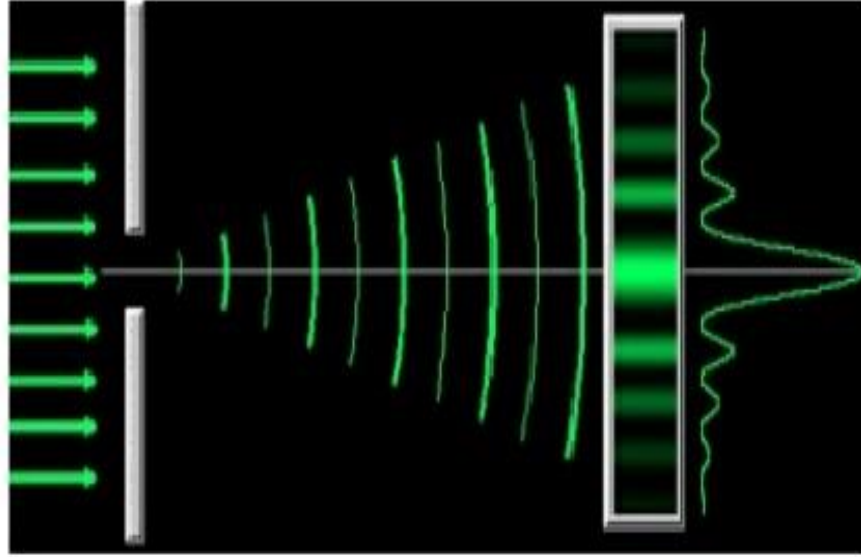
સેમિસ્ટર-૩ (યુનિટ-૩)
વિવર્તન



Prof. A.C. Dave

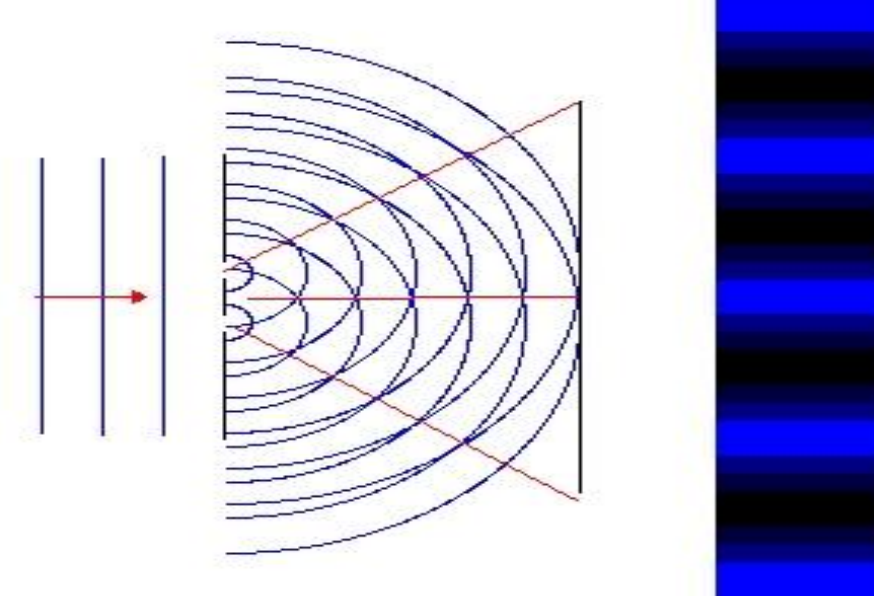
વિવર્તન

- પ્રકાશનું કિરણ કોઈ ધાર અથવા અડચણ પાસે સહેજ વાંકું વળે છે આ ઘટનાને વિવર્તન કહે છે અને પરિણામે મળતી ભાતને વિવર્તનભાત કહે છે



વ્યતિકરણ

પ્રકાશના બે કે તેથી વધારે કિરણો એકબીજા પર સંપાત થતાં નીપજતી ભૌતિક અસરને વ્યતિકરણ કહે છે અને મળતી ભાતને વ્યતિકારણભાત કહે છે



વિવર્તન અને વ્યતિકરણ વચ્ચેનો તફાવત

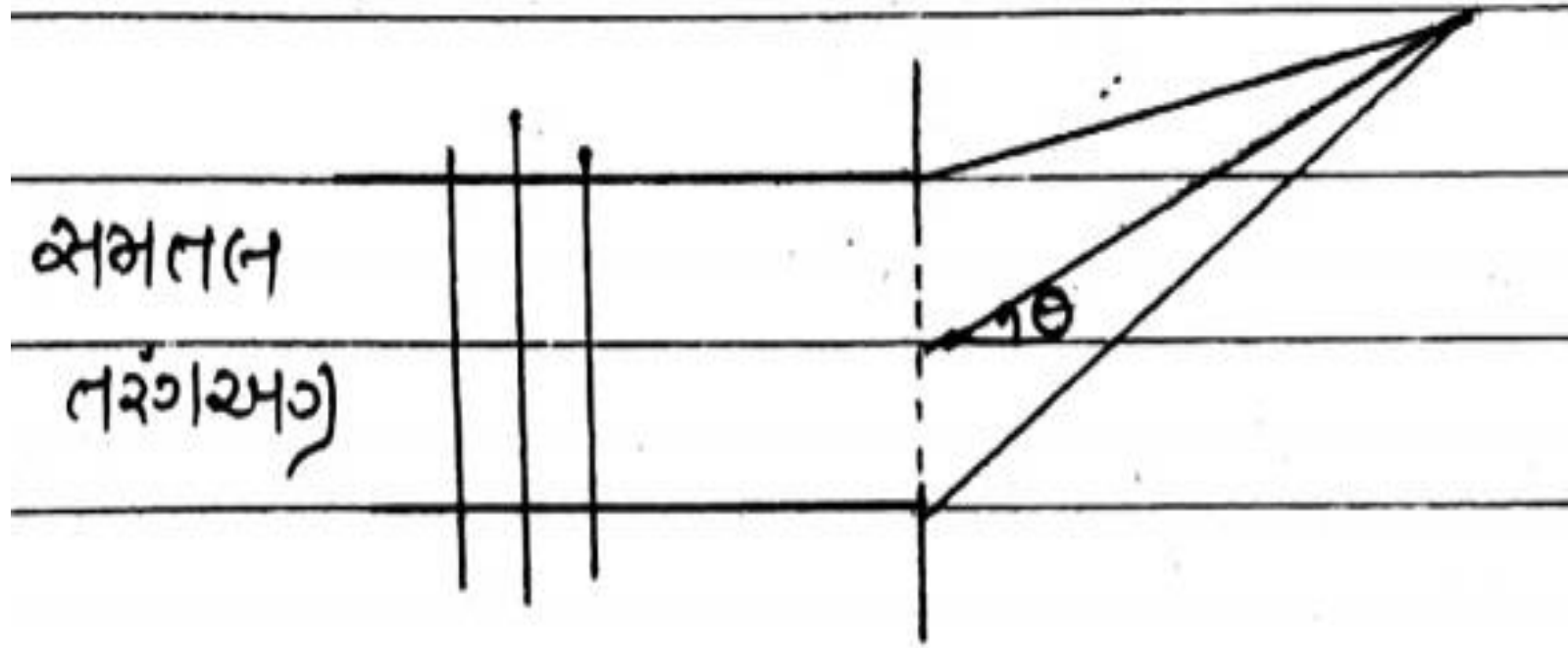
વિવર્તન

- સમાન તરંગાગ્રોવાળાપરંતુ અલગઅલગ પથ પરથી આવતા પ્રકાશ કિરણો સંપાત થવાથી વિવર્તન થાય છે.
- વિવર્તન શલાકાઓની જાડાઈ અલગ અલગ હોય છે.
- બધી પ્રકાશિત શલાકાઓની તીવ્રતા અસમાન હોય છે.

વ્યતિકરણ

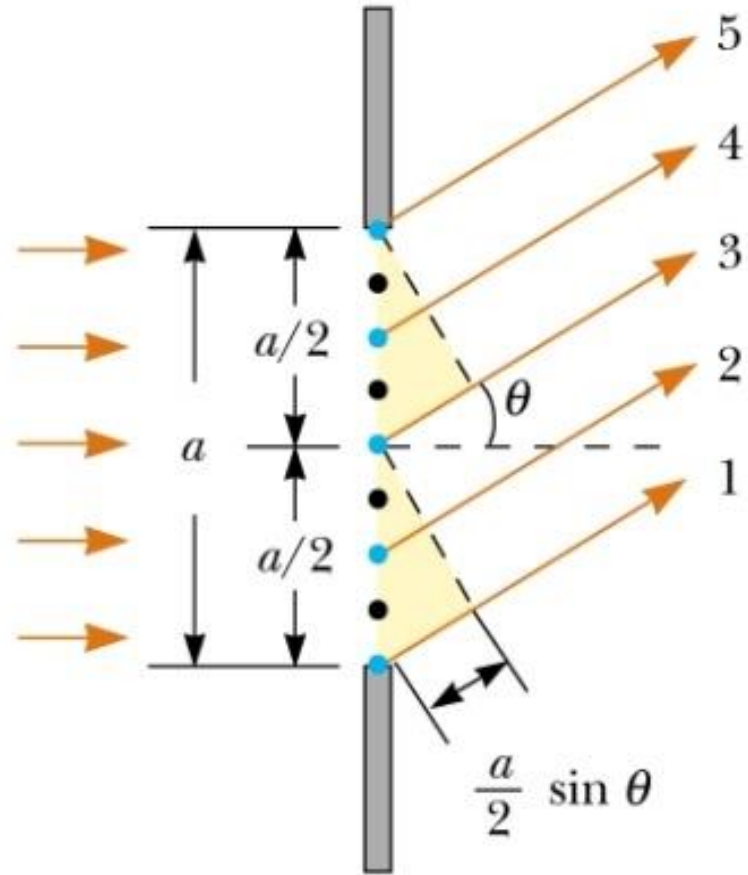
- બે સુસંબધ ઉદગમોમાંથી આવતા બે અલગ તરંગાગ્રો ધરાવતા કિરણો એકબીજા પર સંપાત થવાથી વ્યતિકરણ થાય છે
- વ્યતિકરણ શલાકાઓની જાડાઈ સમાન હોય છે.
- બધી શલાકાઓ તીવ્રતા સમાન હોય છે.

- **ફોન હોફર વિવર્તન :** પ્રકાશનું ઉદગમસ્થાન અને પડદો સ્લિટથી અનંત અંતરે હોય અર્થાત્ સમાંતરઅગ્રો વચ્ચે રચાતા વિવર્તનને ફોનહોફર વિવર્તન કહે છે.



સાંકડી સ્લીટને લીધે વિવર્તન

- અહીં સ્લીટનો દરેક ભાગ સુક્ષ્મ પ્રકાશ ઉદગમ તરીકે વર્તે છે



- ધારોકે સ્લીટના 2 ભાગ હોય તો

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

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

4 ભાગ માટે

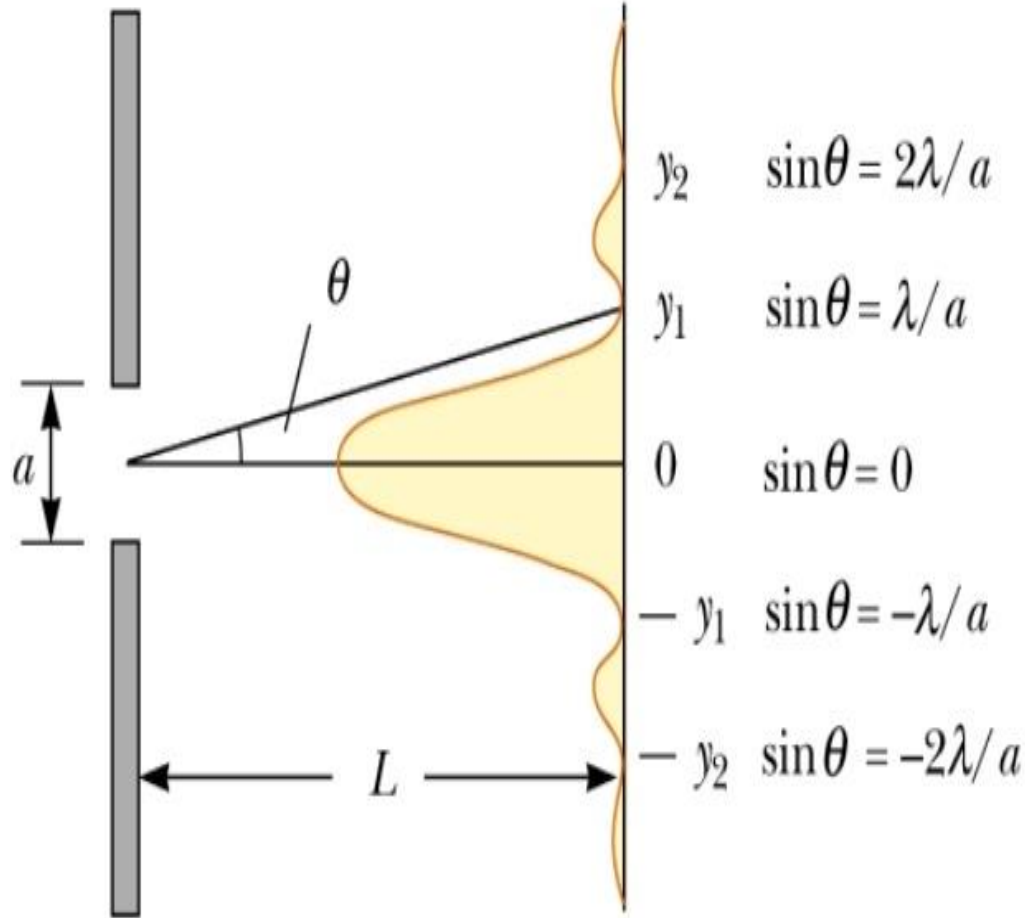
$$\sin \theta = \frac{2\lambda}{a}$$

વ્યાપક રૂપે

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

અત્રે $m = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ માટે વિનાશક વ્યતિકારણ

- અને તેથી ન્યૂનતમો તથા $m=0$ માટે સહાયક વ્યતિકારણને અનુલક્ષીને મુખ્ય મહત્તમ મળે છે.
દરેક ન્યૂનતમોના સ્થાન



$$\sin \theta_m = \frac{m\lambda}{a}$$

$$\tan \theta_m = \frac{y_m}{L}$$

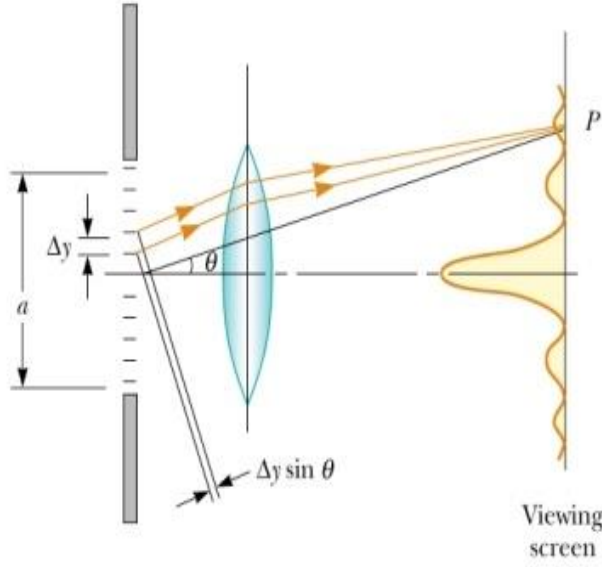
$$\tan \theta \approx \sin \theta$$

$$\frac{m\lambda}{a} \approx \frac{y_m}{L}$$

$$y_m \approx \frac{L}{a} \lambda m$$

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

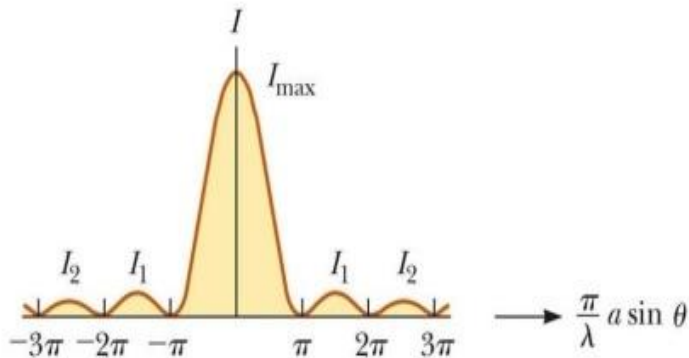
વિવર્તનભાતની તીવ્રતાનું વિતરણ



- અત્રે મળતી વિવર્તનભાત સ્ક્રીટના અલગઅલગ ભાગ પરથી આવતા તરંગો વચ્ચે થતાં વ્યતિકારણને પરિણામે મળે છે.
- હવે દરેક સૂક્ષ્મ ભાગ Δy ને લીધે ઉદભાવતો

$$\text{કળાતફાવત} \quad \Delta\beta = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta y \sin \theta$$

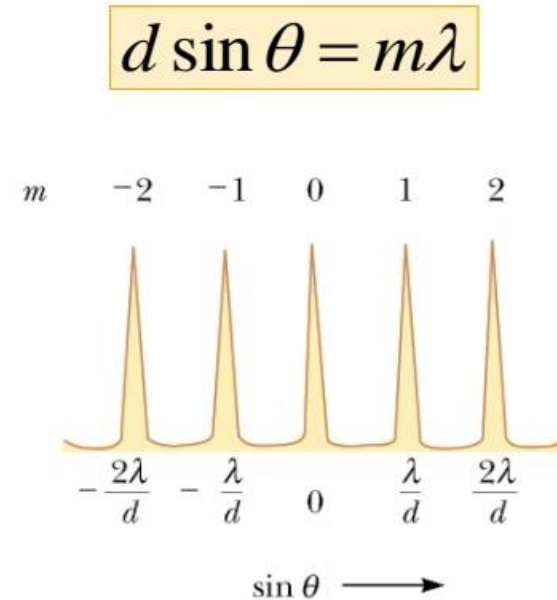
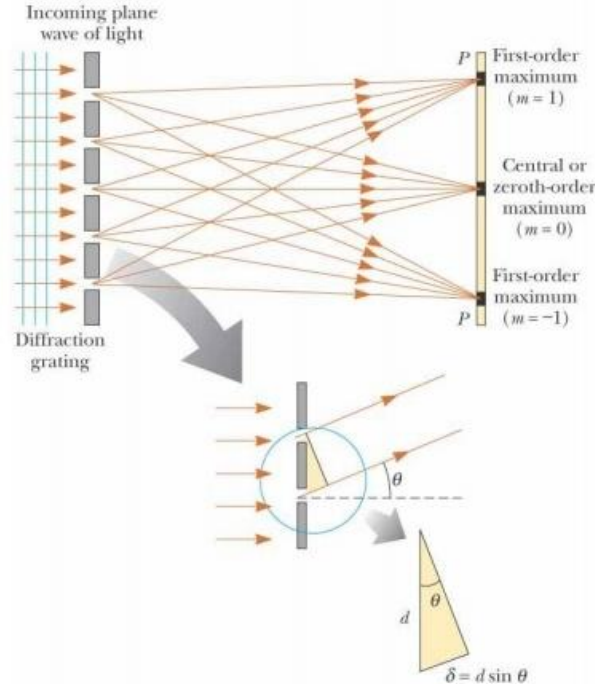
- આથી મળતી પરિણામી તીવ્રતા



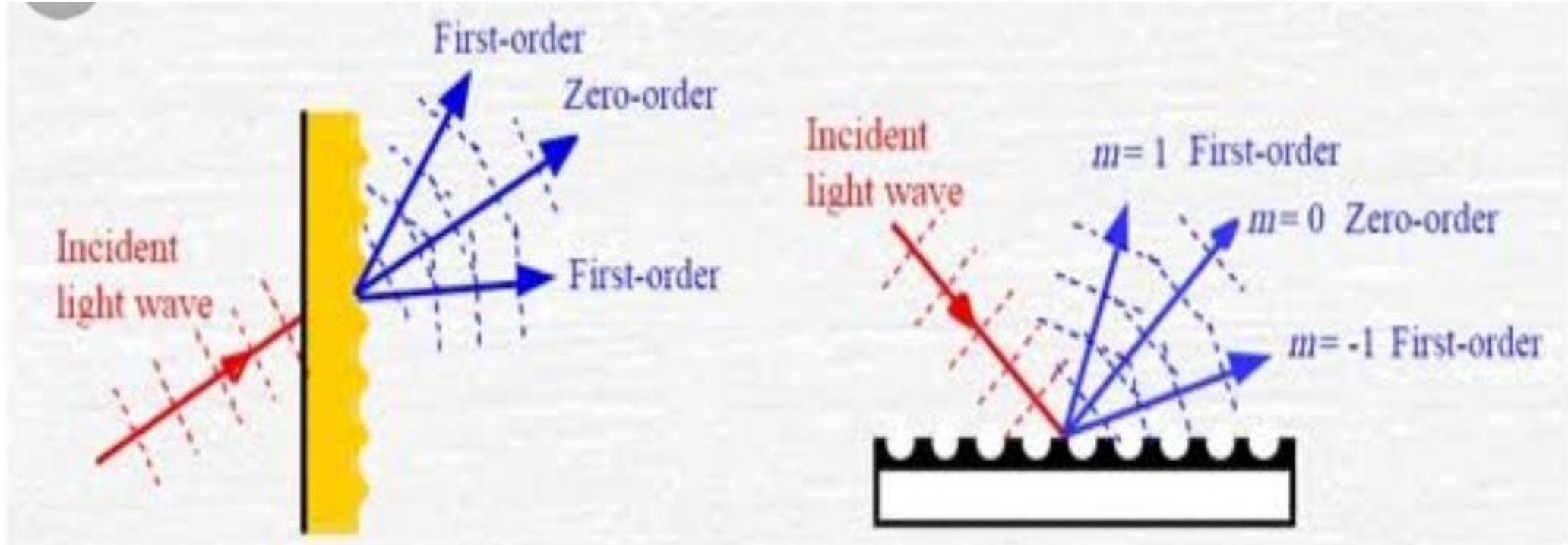
$$I = I_{\max} \left[\frac{\sin(\pi a \sin \theta / \lambda)}{\pi a \sin \theta / \lambda} \right]^2$$

સમતલ વિવર્તન ગ્રેટિંગ

- ગ્રેટિંગ સંખ્યાબંધ સ્લીટને ક્રમવાર ગોઠવેલ હોય તેવું સાધન છે. આ માટે કાચના સ્લેબમાં ગુ પાડવામાં આવે છે.
- પ્રકાશના કિરણો સંખ્યાબંધ સ્લીટમાંથી પસાર થઈ વ્યતિકારણ ભાત નિપજાવે છે.
- અહીં સહાયક મહાત્તમોના સ્થાન પ્રકાશની તરંગલંબાઈ પર આધારિત હોય છે.



ગ્રેટિંગના પ્રકાર



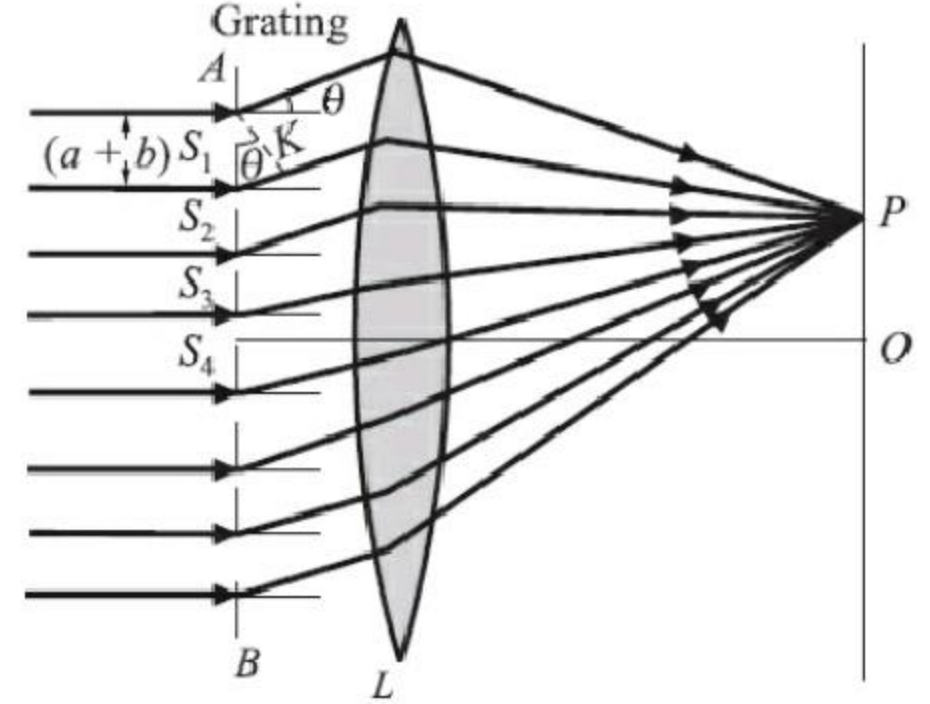
પારગમન ગ્રેટિંગ

પરાવર્તન ગ્રેટિંગ

સમતલ પારગમન ગ્રેટિંગ(theory)

- ધારોકે AB ગ્રેટિંગનો ભાગ છે.
- a દરેક સ્લીટની પહોળાઈ છે.
- b બે સ્લીટ વચ્ચેના ભાગની પહોળાઈ છે
- અહીં (a+b)ને ગ્રેટિંગ એલિમેન્ટ કહે છે.
- હવે ધારોકે λ તરંગલંબાઈનું સમતલ પ્રકાશનું કિરણ ગ્રેટિંગ પર લંબ આપાત કરતાં Huygensના સિદ્ધાંત તથા એક સ્લીટ વડે વિવર્તન વિશ્લેષણ અનુસાર, θ કોણે વિવર્તન પામતા કિરણોનો કંપવિસ્તાર

$$R = nA_o \frac{\sin \alpha}{\alpha}$$



$$\alpha = \pi/\lambda (a \sin \theta)$$

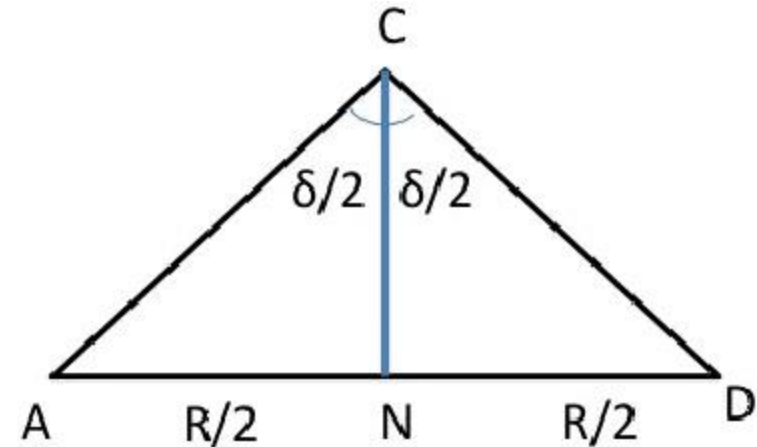
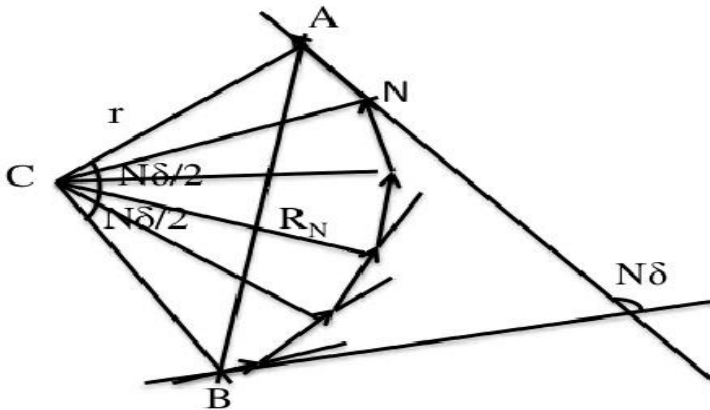
Continued...

- આથી દરેક S_1, S_2, \dots, S_N માંથી નીકળતા N સમાંતર કિરણો સંપાત થતા વીવર્તન ભાત નીપજે છે, પરિણામે મહત્તમો અને ન્યૂનતમો જોવા મળે છે.
- હવે બે ક્રમિક તરંગો વચ્ચેનો પથતફાવત, ત્રિકોણ $S_1 S_2 K$ પરથી

- $\Delta = S_2 K = (a+b) \sin \theta$

- તેથી કળાતફાવત = $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta = \frac{2\pi}{\lambda} (a+b) \sin \theta$

- આથી અહીં સમાન કંપવિસ્તાર અને વધતા જતાં કળાતફાવતવાળા સમાન N કિરણો મળે, આથી પરિણામી કંપવિસ્તાર શોધવા માટે સદીશ વિશ્લેષણ અનુસાર



Continued..

• ત્રિકોણ ACN અને DCN પરથી $AC = CD = \frac{R}{2 \sin \delta / 2}$

• આ પરથી ΔABC માં

$$R_N / 2 = AC \sin N\delta / 2$$

$$R_N = 2AC \sin N\delta / 2$$

$$R_N = \frac{2R \sin N\delta / 2}{2 \sin \delta / 2}$$

$$R_N = \frac{nA_o \sin \alpha \sin N\delta / 2}{\alpha \sin \delta / 2}$$

$$R_N = \frac{nA_o \sin \alpha \sin N\beta}{\alpha \sin \beta}$$

$$R = nA_o \frac{\sin \alpha}{\alpha}$$

$$\beta = \delta / 2 = \frac{\pi}{\lambda} (a + b) \sin \theta$$

• આથી θ કોણે વિવર્તન પામતાં N સમાંતર તરંગોને લીધે

• પરિણામી તીવ્રતા

$$I = \frac{I_o \sin^2 \alpha}{\alpha^2} \frac{\sin^2 N\beta}{\sin^2 \beta}$$

$$1. \frac{I_o \sin^2 \alpha}{\alpha^2}$$

દરેક સ્લીટને કારણે

$$2... \frac{\sin^2 N\beta}{\sin^2 \beta}$$

N સ્લીટને કારણે

વિવર્તન ગ્રેટિંગ વડે તીવ્રતા વિતરણ

1. દરેક સ્લીટને કારણે

• મધ્ય મહત્તમ

$$I = I_o \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2} = I_o \quad \therefore \lim_{\alpha \rightarrow 0} \frac{\sin \alpha}{\alpha} = 1$$

મુખ્ય ન્યુનત્તમ

$$I = I_o \frac{\sin^2 \alpha}{\alpha^2} = 0, \quad \sin \alpha = 0, \\ \alpha = \pm m\pi$$

• ગૌણ ન્યુનત્તમ $\alpha = \tan \alpha$

$$I = \frac{4I_o}{(2m+1)^2 \pi^2} \quad \alpha = \frac{\pi}{\lambda} a \sin \theta = \pm(2m+1) \frac{\pi}{2}$$

• 2.N સ્લીટને કારણે

• જ્યારે $\sin \beta = 0$

આથી મુ. મહત્તમની

• $\beta = \pm n\pi$ Where $n=0, 1, 2, 3, \dots$

તીવ્રતા $I_p = \frac{I_o \sin^2 \alpha}{\alpha^2} N^2$

• ન્યુનત્તમ તીવ્રતા $I=0$ જ્યારે $\sin N\beta=0$ પરંતુ $\sin \beta \neq 0$

• ગૌણ મહત્તમના સ્થાન અને તીવ્રતા આપેલ સૂત્રના વિશ્લેષણથી મળી શકે.

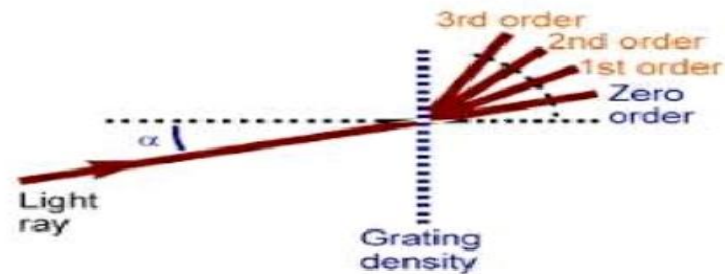
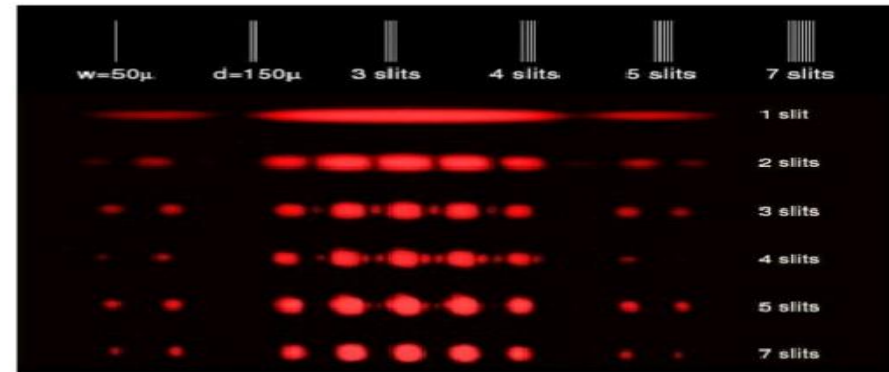
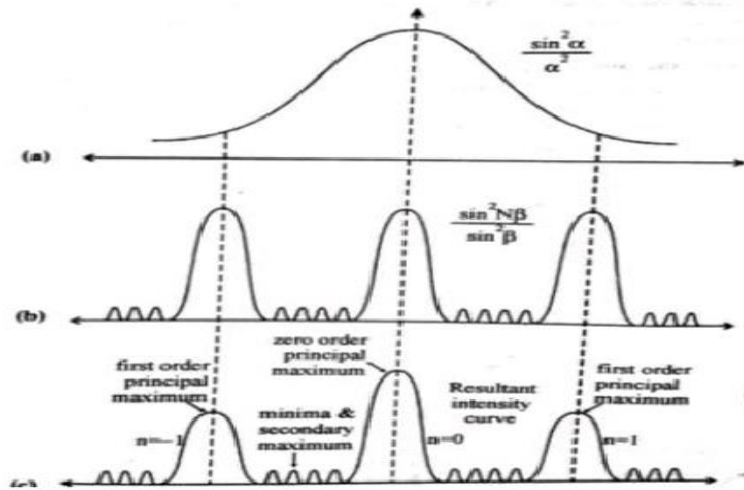
Continued..

$$N \tan \beta = \tan N\beta$$

$$\frac{I_s}{I_p} = \frac{N^2}{1 + (N^2 - 1) \sin^2 \beta}$$

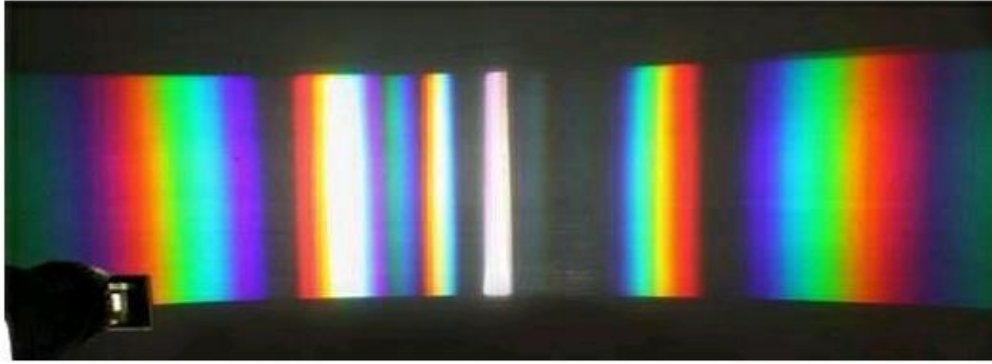
સ્લીટની સંખ્યામાં વધારો કરવાથી ગૌણ મહત્તમની સંખ્યા પણ વધે છે.

વિવર્તન ગ્રેટિંગ વડે તીવ્રતા વિતરણ

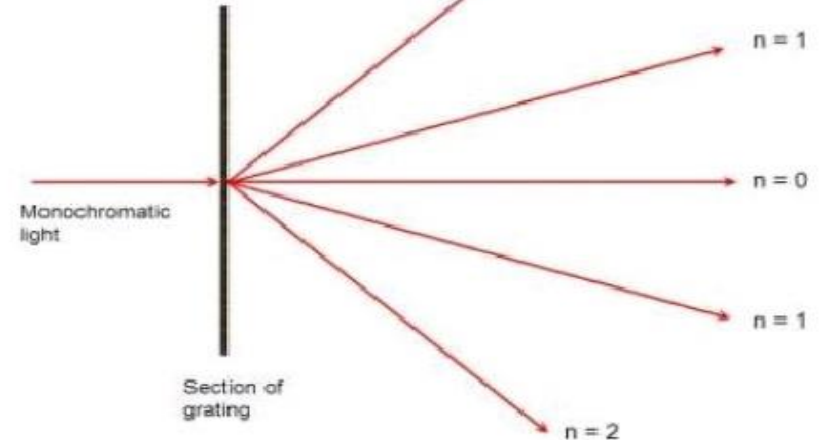
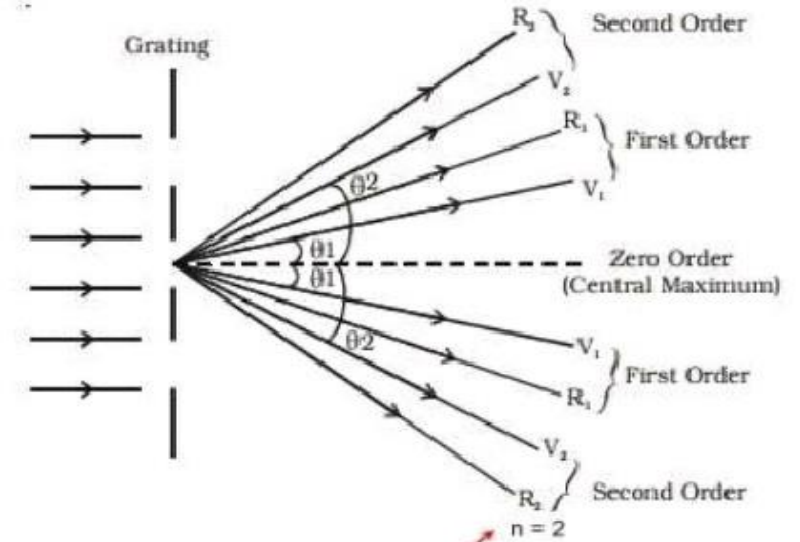


વિવર્તન ગ્રેટિંગ વડે વર્ણપટ્ટ

With White Light



With Monochromatic Light



ગ્રેટિંગની વિઘટન શક્તિ

- ચોક્કસ ક્રમના વર્ણપટ્ટ માટે વિવર્તન કોણ θ અને પ્રકાશની તરંગલંબાઈ λ
- ના ફેરફારના દર($d\theta/d\lambda$)ને ગ્રેટિંગની વિઘટન શક્તિ કહે છે.આ માટે ગ્રેટિંગ
- સમી. પરથી,

$$(a+b)\sin\theta_n = n\lambda$$

$$(a+b)\cos\theta \frac{d\theta}{d\lambda} = n$$

$$\frac{d\theta}{d\lambda} = \frac{n}{(a+b)\cos\theta}$$

પ્રિઝમ અને ગ્રેટિંગ વર્ણપટ્ટ

1. **Prism Spectrum** are formed because of the dispersion of light, the **Grating Spectrum** is formed because of the diffraction of light.
2. We can't observe different orders of spectral lines in the **Prism Spectrum**, but we can observe different orders of spectral lines in the **Grating Spectrum**.
3. **Prism Spectrum** is continuous while **Grating Spectrum** is the line spectrum.
4. In **Prism Spectrum**, Red end will be closer to direct ray while in **Grating Spectrum** Violet will be closer to the direct ray.