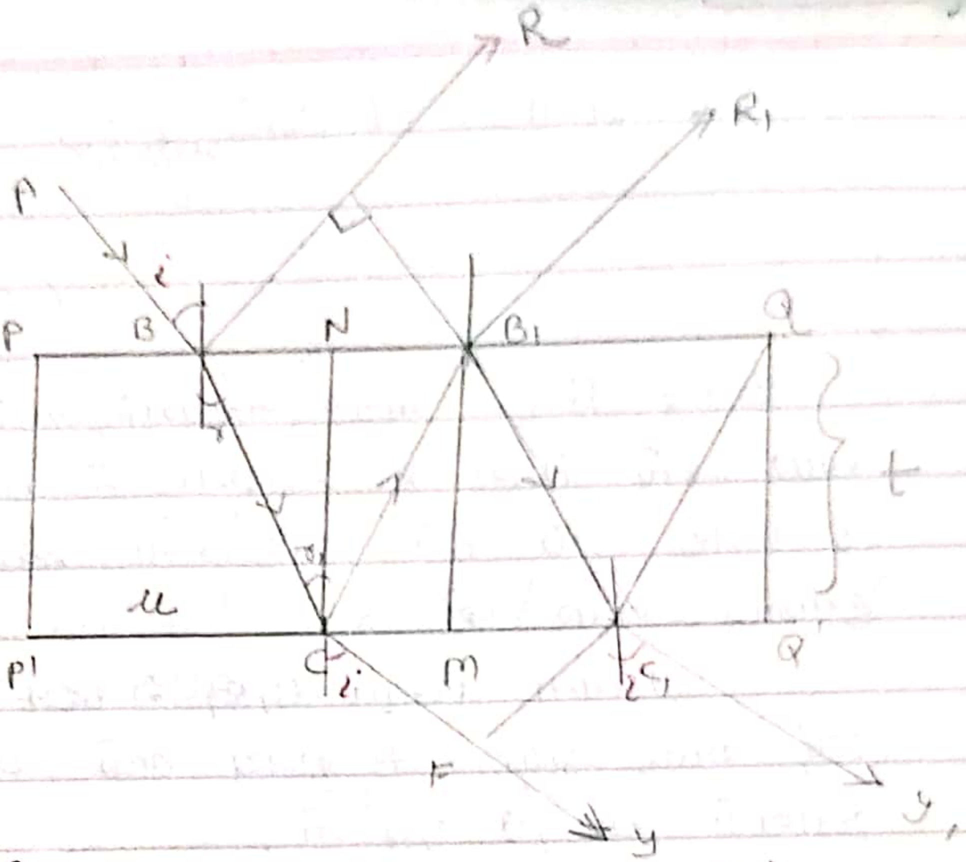
Que:- સમાંતર સપાટીવાળા પાતળા સ્તરથી પરાવર્તન થતાં મળતા પ્રકાશના કિરણોથી થતાં વ્યતિકરણની ચર્ચા કરો. મહત્તમ અને ન્યૂનતમ તીવ્રતા માટેની શરત મેળવો. OR પાતળા સ્તરોથી પ્રકાશના પરાવર્તનથી થતા વ્યતિકરણની ઘટના વર્ણવો. જરૂરી સૂત્રો મેળવો. તે પરથી સહાયક અને વિનાશક વ્યતિકરણની શરતો મેળવો.

⇒ પ્રકાશનું વ્યતિકરણ જોઈ શકાય તે માટે તે સ્થિર પ્રકારનું હોવું જરૂરી છે. તે માટે બે રીતનો ઉપયોગ થાય છે.

1) તરંગઅગ્રના વિભાજનની રીત,
2) કંપવિસ્તારના વિભાજનની રીત.

આકૃતિમાં હવામાં રહેલ એક t જાડાઈનું પાતળું પારદર્શક માધ્યમ દર્શાવેલ છે. તેનો વક્રીભવનાંક μ છે. આ પાતળા સ્તર પર એક કિરણ AB આપાત કરવામાં આવે છે. ~~PQ~~ આ કિરણ PQ સ્તર પર આપાત થતાં તે BR સ્વરૂપે અંશતઃ પરાવર્તન પામે છે. અને BC સ્વરૂપે અંશતઃ વક્રીભવન પામે છે. બિંદુ C આગળ ફરીથી CB_1 સ્વરૂપે અંશતઃ પરાવર્તન અને Cy હવામાં કિરણ AB ને સમાંતર દિશામાં પારગમન પામે છે.

અહીં, PQ અને P'Q' સમાંતર છે. માટે, Cy || AB થશે. આ પ્રકારની અંશતઃ પરાવર્તન અને અંશતઃ વક્રીભવનની પ્રક્રિયા વારંવાર થાય છે. પરિણામે પરાવર્તન વિસ્તારમાં BR, B_1R_1, B_2R_2, --- વગેરે કિરણો અને પારગમન વિસ્તારમાં Cy, C_1y_1, C_2y_2, --- વગેરે કિરણો મળે છે.



કિરણો BR અને B_1R_1 વચ્ચેનો પથતફાવત અચળ રહેતો હોવાથી તેમની વચ્ચેનો કળા તફાવત પણ અચળ રહે છે. એટલે કે તેઓ સુસંબદ્ધ ઉદ્‌ગમો તરીકે વર્તે છે. આમ, આ પ્રકારના વ્યતિકરણમાં કંપવિસ્તારના વિભાજન દ્વારા સુસંબદ્ધ ઉદ્‌ગમો મળે છે. આથી આવા કિરણો વચ્ચે સ્થિત વ્યતિકરણ રચાય છે.

પરાવર્તન વિસ્તારમાં મળતાં કિરણો BR, B_1R_1, B_2R_2, --- ને લીધે રચાતું વ્યતિકરણ મેળવવા માટે તેમની વચ્ચેનો પથતફાવત શોધવો જોઈએ.

B_1 માંથી $B_1D \perp BR$ દોરો.

B_1D પછીના બંને કિરણોના માર્ગ ~~BR~~ BR અને B_1D પછીના બની B_1R_1 સમાન છે તેથી BR અને B_1R_1 કિરણો વચ્ચેનો પથતફાવત,

$$\text{પથતફાવત} = (BC + CB_1)_{\text{માધ્યમમાં}} - (BD)_{\text{હવામાં}}$$

$$\therefore \boxed{\text{પથતફાવત} = (2BC)_{\text{માધ્યમમાં}} - (BD)_{\text{હવામાં}}} \rightarrow (1)$$

$(\because CB_1 = BC$ હવામાં$)$

પ્રકાશનું કિરણ અમુક સમયમાં માધ્યમમાં જેટલું અંતર કાપે તેટલા જ સમયમાં તે કિરણ હવામાં જે અંતર કાપે તેને માધ્યમના અંતરને સમતુલ્ય હવામાંનું અંતર કહે છે.

પ્રકાશના કિરણ B_1R_1 ને $BC + CB_1 = d_m$ જેટલું અંતર કાપતા t સમય લાગે અને માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ v હોય તો,

$$\text{વેગ} = \frac{\text{અંતર}}{\text{સમય}} \quad \text{પરથી,} \quad v = d_m/t$$

$$d_m = vt$$

આટલા જ સમય t માં પ્રકાશનું કિરણ હવામાં પ્રસરે તો તેણે કાપેલું અંતર $d_{air} = ct$

જ્યાં C = પ્રકાશનો હવામાં વેગ)

ઉપરોક્ત બંને d_m અને d_{air} ના સૂત્રો પરથી,

$$d_{air} = c \times \frac{d_m}{v} = \frac{c}{v} \times d_m$$

$$\therefore \boxed{d_{air} = \mu \cdot d_m} \rightarrow (2)$$

જ્યાં $\mu = \frac{c}{v}$ માધ્યમનો વક્રીભવનાંક

$\therefore$ હવામાં કાપેલ અંતર $= \mu \times$ માધ્યમમાં કાપેલ અંતર

$\therefore$ સમી (1) પરથી,

$$\therefore \boxed{\text{પથતફાવત} = 2(\mu BC)_{\text{હવામાં}} - (BD)_{\text{હવામાં}}} \rightarrow (3)$$

આકૃતિ પરથી ΔBCN માં

$$\cos r = \frac{CN}{BC}$$

$$\therefore BC = \frac{CN}{\cos r}$$

$$\therefore \boxed{BC = \frac{t}{\cos r}} \rightarrow (4)$$

જ્યાં $CN = t$ = આપેલ માધ્યમની જાડાઈ

Δ = BDB_1 માં

$$\sin i = \frac{BD}{BB_1} = \frac{BD}{2BN}$$

$$\therefore \boxed{BD = 2(BN)\sin i} \rightarrow (5)$$

ΔBCN માં $\tan r = \frac{BN}{CN}$

$$\therefore BN = CN \tan r$$

$$\therefore \boxed{BN = t \cdot \tan r} \rightarrow (6)$$

સમી. (6) ની કિંમત (5) માં મૂકતાં,

$$\boxed{BD = 2(t \cdot \tan r)\sin i} \rightarrow (7)$$

સમી. (4) & (7) ની કિંમત (3) માં મૂકતાં.

$$\text{પથતફાવત} = 2\left(\frac{\mu t}{\cos r}\right) - (2t \sin i \tan r)$$

$$= \frac{2\mu t}{\cos r} - 2t \sin i \left(\frac{\sin r}{\cos r}\right)$$

ઉપ. સમી. ના બીજા પદને sin r વડે ગુણતાં અને ભાગતાં,

$$\text{પથતફાવત} = \frac{2\mu t}{\cos r} - \frac{2t \sin i}{\sin r} \cdot \frac{\sin^2 r}{\cos r}$$

પરંતુ $\mu = \dfrac{\sin i}{\sin r}$

$$\therefore \text{પથતફાવત} = \frac{2\mu t}{\cos r} - \frac{2\mu t}{\cos r} \cdot \sin^2 r$$

$$\therefore \text{પથતફાવત} = \frac{2\mu t}{\cos r}\left[1 - \sin^2 r\right]$$

$$= \frac{2\mu t}{\cancel{\cos r}} \cdot \cos^{\cancel{2}} r$$

$$\therefore \boxed{\text{પથતફાવત} = 2\mu t \cos r} \rightarrow (8)$$

સ્ટોક્સ નામના વૈજ્ઞાનિકે દર્શાવ્યું કે જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ પાતળા માધ્યમમાંથી પ્રસરી ઘટ્ટ માધ્યમની સપાટી આગળથી પરાવર્તન પામે છે ત્યારે તેની કળામાં π રેડિયન જેટલો ઘટાડો થાય છે. અને પથતફાવત માં $\lambda/2$ જેટલો ઘટાડો થાય છે. BR કિરણ ઘટ્ટ માધ્યમની સપાટી આગળથી પરાવર્તન પામતો હોવાથી તેના પથતફાવતમાં $\lambda/2$ જેટલો ઘટાડો થાય છે. આ ઘટાડાને સરભર કરવા માટે કિરણ BR અને કિરણ B_1R_1 વચ્ચેના પથતફાવત માં $\lambda/2$ જેટલો પથતફાવત ઉમેરવામાં આવે છે.

15

આમ, BR અને B_1R_1 વચ્ચે કુલ પ્રકાશીય

$$\boxed{\text{પથતફાવત} = 2\mu t\cos r + \lambda/2} \rightarrow (1)$$

જ્યાં સમી. (1) એ કુલ પ્રકાશીય પથતફાવત નું સૂત્ર છે. સમી. (1) માં જો $2\mu t\cos r + \lambda/2 = m\lambda$ બને. જ્યાં $m = 0 ....\infty$ તો પરાવર્તન વિભાગમાં આ બંને કિરણોને લીધે સહાયક વ્યતિકરણ રચાય છે. અને પરાવર્તન વિભાગ પ્રકાશિત દેખાય છે.

જો $2\mu t\cos r + \lambda/2 = (2m+1)\lambda/2$ બને. જ્યાં $m = 0, 1, 2, 3, ... \infty$ બને તો આ બંને કિરણો વચ્ચે વિનાશક વ્યતિકરણ રચાય છે. અને પરાવર્તન વિભાગમાં સ્તર અપ્રકાશિત દેખાય છે.

પરાવર્તન વિભાગમાં મળતા કિરણો BR_1, B_1R_1, B_2R_2, ---- એકબીજાની અત્યંત નજીક હોય છે. અને બે ક્રમિક કિરણો વચ્ચેનો પથતફાવત એકસરખો જળવાઈ રહે તે માટે જો $2\mu t\cos r + \lambda/2 = m\lambda$ શરત સંતોષાય તો આખું સ્તર PQ પ્રકાશિત દેખાય છે અને જો $2\mu t\cos r + \lambda/2 = (2m+1)\lambda/2$ શરત સંતોષાય તો આખું સ્તર PQ અપ્રકાશિત દેખાય છે.

* આપાતકોણ i ના પદમાં પથતફાવતનું સૂત્ર આગળ દર્શાવ્યા પ્રમાણે,

$\therefore$ પથતફાવત $= 2\mu t\cos r$

પરંતુ $\cos r = \sqrt{1-\sin^2 r}$

∴ પથતફાવત $= 2\mu t \sqrt{1-\sin^2 r}$

$$= 2t \sqrt{\mu^2 - \mu^2 \sin^2 r}$$

પરંતુ $\mu^2 = \dfrac{\sin^2 i}{\sin^2 r}$

$$\therefore \mu^2 \sin^2 r = \sin^2 i$$

∴ પથતફાવત $= 2t \sqrt{\mu^2 - \sin^2 i}$

ઉપ. સમી. પથતફાવત આપાતકોણ i ના સ્વરૂપમાં દર્શાવેલ છે.

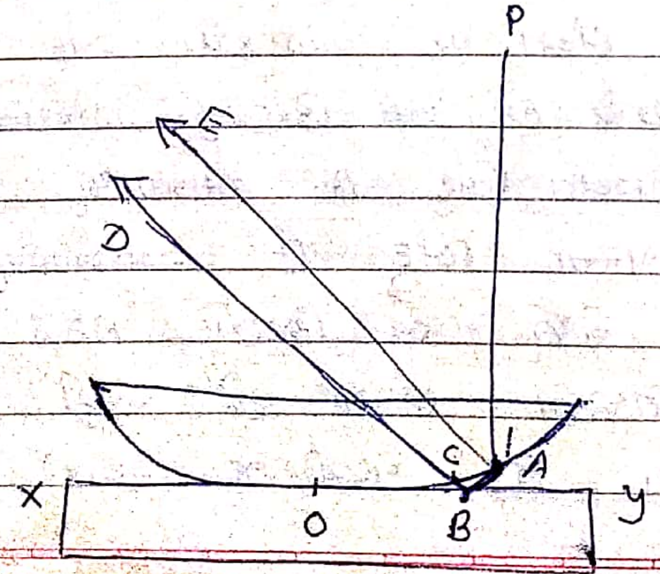
= * =

Que:- પરાવર્તિત વિસ્તાર અને પારગમિત વિસ્તારમાં રચાતું વ્યતિકરણ એકબીજાનું પૂરક હોય છે. તેમ પુરવાર કરો.

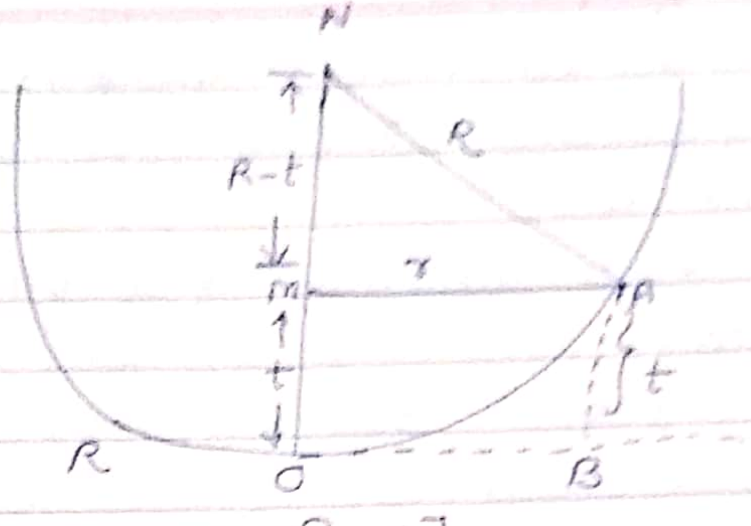
⇒ કુલ પ્રકાશીય પથતફાવતનું મૂલ્ય પરાવર્તન વિભાગમાં $2\mu t\cos r + \frac{\lambda}{2}$ થાય છે. અને પારગમન વિસ્તારમાં તેનું મૂલ્ય $2\mu t\cos r$ થાય છે. જો પરાવર્તન વિભાગમાં સહાયક વ્યતિકરણની શરત $2\mu t\cos r + \lambda/2 = m\lambda$ થતી હોય તો $2\mu t\cos r$ ની કિંમત $(2m-1)\lambda/2$ થશે. એટલે કે તરંગલંબાઈના અર્ધપૂર્ણાંક ગુણાંકમાં થશે. આમ, જો સ્તરના પરાવર્તન વિસ્તારમાં $2\mu t\cos r + \lambda/2$ તરંગલંબાઈના ~~અર્ધ~~પૂર્ણાંક ગુણાંકમાં હોવાથી ~~ક~~ ~~આમ~~ પરાવર્તન વિસ્તાર પ્રકાશિત દેખાય છે. તે જ સમયે પારગમન વિસ્તારમાં $2\mu t\cos r = (2m-1)\frac{\lambda}{2}$ થવાથી પારગમન વિસ્તાર અપ્રકાશિત દેખાય છે. આમ, પરાવર્તન વિસ્તાર અને પારગમન વિસ્તારમાં વિરુદ્ધ પ્રકારનું વ્યતિકરણ રચાવાથી કહી શકાય કે બંને વિભાગમાં થતું વ્યતિકરણ એકબીજાનું પૂરક છે.

Que:- ન્યૂટનના વલયોનો વાદ લખો. જરૂરી સૂત્રો મેળવો

⇒



(આકૃતિ - 1)



[આકૃતિ - ૨]

* <u>સિદ્ધાંત</u> :- વ્યતિકરણના સિદ્ધાંત પર ન્યૂટનના વલયો મળે છે.

એક સમતલ તકતી ઉપર મોટી વક્રતાત્રિજ્યા વાળો બહિર્ગોળ કે સમતલ બહિર્ગોળ લેન્સ મૂકવામાં આવે તો આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે તકતી અને લેન્સ વચ્ચે હવાનું પાતળું <u>સ્તર</u> રચાય છે. આ સ્તરની જાડાઈ લેન્સના સ્પર્શબિંદુ O આગળ શૂન્ય હોય છે. અને O બિંદુથી જેમ જેમ લેન્સની ધાર તરફ જઈએ તેમ તેમ હવાના સ્તરની જાડાઈ વધતી જાય છે. બિંદુ O થી ચારેબાજુ સરખે અંતરે આવેલા બિંદુઓ માટે સ્તરની જાડાઈ એકસરખી મળે છે. એટલે કે હવાનું સ્તર ત્રિજ્યાવર્તી સંમિતિ ધરાવે છે.

લેન્સ પર લંબરૂપે એક કિરણ $\vec{PA}$ આપાત થાય છે. આ કિરણનું લેન્સની નીચેની સપાટી પરના બિંદુ A આગળથી અને તકતીની સપાટી પરના બિંદુ B આગળથી પરાવર્તન થાય છે. જેથી બે કિરણો AE અને BD વચ્ચે વ્યતિકરણ રચાય છે. અહીં લેન્સની - <u>વક્રતાત્રિજ્યા</u> R ઘણી જ મોટી હોવાથી -

હવાના સ્તરના A અને C બિંદુઓ એકબીજાથી ઘણા જ નજીક હોય છે માટે, હવાના સ્તરની AC ભાગ તકતી XY ને સમાંતર લઈ શકાય અને સમાંતર બાજુઓવાળા સ્તર માટેના સૂત્રનો ઉપયોગ આ બંને કિરણોના વ્યતિકરણ માટે થઈ શકશે.

જો બિંદુ A પાસે હવાના સ્તરની જાડાઈ t હોય તો આકૃતિમાં AE અને CD વચ્ચેનો ભૌમિતિક પથતફાવત $2\mu t \cos r$ થશે. અહીં સ્તર હવાનું છે અને હવા માટે વક્રીભવનાંક $\mu = 1$ છે.

માટે, ભૌમિતિક પથતફાવત $= 2t\cos r$ થશે.

$\overrightarrow{AB}$ પાતળાં માધ્યમમાંથી પ્રસરી ઘટ્ટ માધ્યમની સપાટી આગળથી પરાવર્તન પામે છે. માટે $\lambda/2$ પથતફાવત ઉમેરાય છે.

માટે, પ્રકાશીય પથતફાવત $= 2t\cos r + \lambda/2$

અહીં CA ભાગ તકતીને લગભગ સમાંતર હોય છે. (તકતી પર મૂકેલ લેન્સ મોટી વક્રતાત્રિજ્યાનો હોવાથી)

માટે, કિરણ $\overrightarrow{PA}$, CA ને લંબરૂપે આપાત થાય છે

માટે, વક્રીભૂતકોણ $r = 0$ થશે.

$\therefore \cos r = \cos 0 = 1.$

$$\therefore \boxed{\text{પ્રકાશીય પથતફાવત} = 2t + \lambda/2} \rightarrow (1)$$

આકૃતિ - (2) માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વક્રતાત્રિજ્યા AN = R અને લેન્સનું વક્રતાકેન્દ્ર N છે. A માંથી ON પર લંબ AM દોરો.

હવે, કાટખૂણ ΔNMA માં,

$$NA^2 = AM^2 + MN^2$$

$$\therefore R^2 = r^2 + (R-t)^2$$

$\therefore R^2 = r^2 + R^2 - 2Rt + t^2$

$\therefore 2Rt = r^2 + t^2$

પરંતુ $t^2 <<< r^2$

$\therefore t^2$ ને r^2 ની સરખામણીમાં અવગણી શકાય છે

$\therefore 2Rt = r^2$

$$\therefore \boxed{2t = \frac{r^2}{R}} \rightarrow (2)$$

સમી (2) ની કિંમત સમી (1) માં મૂકતાં,

$$\boxed{\text{કુલ પ્રકાશીય પથતફાવત} = \frac{r^2}{R} + \frac{\lambda}{2}} \rightarrow (3)$$

સંપર્કબિંદુ O થી ~~rn~~ અંતરે જ્યાં પથતફાવત

~~rn~~ $\frac{r_n^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = n\lambda$ હશે. ત્યાં આવેલા

બિંદુઓ પ્રકાશિત બિંદુઓ દેખાશે. એટલે કે આ શરત સંતોષતા બિંદુઓ r_n ત્રિજ્યાવાળું વર્તુળ રચશે કે પ્રકાશિત વલય તરીકે દેખાશે. જ્યાં $n = 0, 1, 2, \ldots \infty$

જો $\frac{r_n^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = (2n+1)\lambda/2$ હોય તો

ત્યાં વિનાશક વ્યતિકરણ રચાશે. અને r_n ત્રિજ્યાવાળું અપ્રકાશિત વલય દેખાશે.

Que:~ સા. ક. કે ન્યુટનના વલયોમાં મળતાં પ્રકાશિત વલયોની ત્રિજ્યા એકી પ્રાકૃતિક ત્રિજ્યાઓના વર્ગમૂળના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

⇒ જો n માં ક્રમાંકવાળા પ્રકાશિત વલયની ત્રિજ્યા r_n હોય તો પ્રકાશિત વલય માટેની શરત

$$\frac{r_n^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = n\lambda \text{ થશે}$$

$$\therefore \frac{r_n^2}{R} = n\lambda - \frac{\lambda}{2}$$

$$= (2n-1)\frac{\lambda}{2}$$

$$\therefore r_n^2 = (2n-1)\frac{\lambda R}{2}$$

$$\therefore r_n = \sqrt{(2n-1)} \cdot \sqrt{\frac{\lambda R}{2}}$$

ઉપરોક્ત સમી. માં જુદા જુદા n ક્રમાંક ધરાવતા વલયો માટે n = 1, 2, 3, ... ∞ મૂકતાં, અનુક્રમે 1, 2, 3 ક્રમાંકવાળા વલયોની ત્રિજ્યા મળે છે

n = 1 મૂકતાં, $r_1 = \sqrt{1} \cdot \sqrt{\frac{\lambda R}{2}}$

$$\therefore r_1 \propto \sqrt{1}$$

n = 2 મૂકતાં,

$$r_2 = \sqrt{3} \sqrt{\lambda R/2}$$

$$\therefore r_2 \propto \sqrt{3}$$

n = 3 મૂકતાં,

$$r_3 = \sqrt{5} \cdot \sqrt{\lambda R/2}$$

$$\therefore r_3 \propto \sqrt{5}.$$

આમ, ન્યુટનના ક્રમિક પ્રકાશિત વલયોની ત્રિજ્યા એકી પ્રાકૃતિક સંખ્યાઓના વર્ગમૂળના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

Que :- સા.ક.કે n માં ક્રમાંકવાળા અપ્રકાશિત વલયની ત્રિજ્યા પ્રાકૃતિક સંખ્યાઓના વર્ગમૂળના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

⟹ જો n માં અપ્રકાશિત વલયની ત્રિજ્યા r_n હોય તો અપ્રકાશિત વલય માટેની શરત,

$$\frac{r_n^2}{R} + \frac{\lambda}{2} = (2n+1)\frac{\lambda}{2} \text{ થશે.}$$

$$\therefore \frac{r_n^2}{R} = n\lambda + \frac{\lambda}{2} - \frac{\lambda}{2}$$

$$\therefore r_n^2 = n\lambda R$$

$$\therefore r_n = \sqrt{n\lambda R}$$

$$\therefore r_n = \sqrt{n} \cdot \sqrt{\lambda R}$$

જુદા જુદા વલયો માટે તેમનો ક્રમાંક,

$n = 1, 2, 3, \dots$ મૂકતાં અનુક્રમે 1, 2, 3 ક્રમાંકવાળા ન્યુટનના અપ્રકાશિત વલયોની ત્રિજ્યા,

$n = 1$ મૂકતાં, $r_1 = \sqrt{1} \cdot \sqrt{\lambda R}$ $\quad \therefore r_1 \propto \sqrt{1}$

$n = 2$ મૂકતાં, $r_2 = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\lambda R}$ $\quad \therefore r_2 \propto \sqrt{2}$

$n = 3$ મૂકતાં, $r_3 = \sqrt{3} \cdot \sqrt{\lambda R}$ $\quad \therefore r_3 \propto \sqrt{3}$

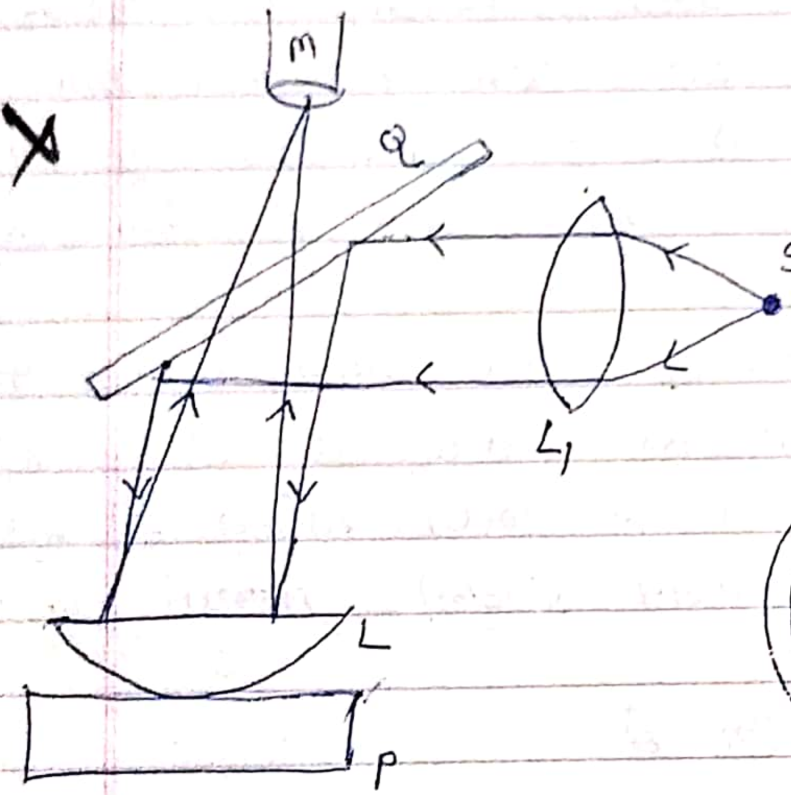
આમ, ન્યુટનનાં ક્રમિક અપ્રકાશિત વલયોની ત્રિજ્યા પ્રાકૃતિક સંખ્યાઓના વર્ગમૂળના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

Que:- * હંમેશા ન્યુટનના વલયોનું કેન્દ્ર અપ્રકાશિત હોય છે તેમ સાબિત કરો.

X

=> લેન્સના સંપર્કબિંદુ આગળ હવાના સ્તરની જાડાઈ $t = 0$ થાય છે. આથી ન્યુટનના વલયોમાં મળતો પથતફાવત $2t + \frac{\lambda}{2}$ માં $t = 0$ મૂકતાં કુલ પ્રકાશીય પથતફાવત $\frac{\lambda}{2}$ થશે. પ્રકાશીય પથતફાવત $\frac{\lambda}{2}$ થતો હોવાથી લેન્સના સંપર્કબિંદુ આગળ વિનાશક વ્યતિકરણ રચાશે. પરિણામે સંપર્કબિંદુ હંમેશા ~~છે~~ અપ્રકાશિત હોય છે. આમ, વલયોનું કેન્દ્ર સંપર્કબિંદુ આગળ હોવાથી કેન્દ્ર હંમેશા અપ્રકાશિત દેખાય છે.

Que:- ન્યુટનના વલયોની મદદથી અસમાન પ્રકાશની તરંગલંબાઈ શોધવા માટેની રીત દર્શાવો અને તેનું સૂત્ર મેળવો



આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એકરંગી પ્રકાશ ઉદ્ગમ S માંથી ઉત્પન્ન થતાં પ્રકાશના કિરણો સામે મૂકેલ નાની વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવતા લેન્સ L_1 વડે સમાંતર કરવામાં આવે છે. ઉદ્ગમ S અને લેન્સ L_1 વચ્ચે લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ જેટલું અંતર રાખવામાં- આવે છે. (ઉદ્ગમ S ને લેન્સ L_1 ના મુખ્યકેન્દ્ર પર મૂકવામાં આવે છે.). આ સમાંતર કિરણો ઉર્ધ્વદિશા સાથે 45° નો ખૂણો બનાવતી કાચની તકતી- Q ઉપર આપાત થાય છે. અને પરાવર્તન પામે છે તેઓ સમતલ કાચની તકતી P ઉપર મૂકેલાં મોટી વક્રતાત્રિજ્યા R ધરાવતાં સમતલ બહિર્ગોળ લેન્સ કે બહિર્ગોળ લેન્સ ઉપર પડે છે. લેન્સ L અને તકતી P વચ્ચે રહેલા હવાનાં સ્તરને પરિણામે- વ્યતિકરણ થતાં ન્યુટનના વલયો રચાય છે. જે

આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે આ વલયો માઈક્રોસ્કોપ M ને ફોકસ કરી સાફ જોઈ શકાય છે, 15 થી 20 જેટલાં અપ્રકાશિત વલયોની ત્રિજ્યા r_n મેળવી તે પરથી તેમનો વ્યાસ D_n મેળવવામાં આવે છે. D_n^2 વિરુદ્ધ વલયની ક્રમ સંખ્યા n નો આલેખ દોરવામાં આવે છે જે સુરેખા મળે છે જેનો ઢાળ $4\lambda R$ મળે છે

આ પ્રમાણે મળેલાં આલેખના ઢાળ પરથી λ અથવા R ની કિંમત શોધી શકાય છે

ઢાળ $= 4\lambda R$ છે તે નીચે પ્રમાણે સાબિત કરી શકાય છે.

n માં ક્રમના અપ્રકાશિત વલયની ત્રિજ્યા

$$r_n^2 = n\lambda R.$$

અહીં $r_n = \frac{D_n}{2}$ છે.

$$\therefore \frac{D_n^2}{4} = n\lambda R$$

$$\therefore \boxed{D_n^2 = 4\lambda R \cdot n} \rightarrow (a)$$

આ સમી. ને $y = mx + c$ સાથે સરખાવતાં, $D_n^2 \rightarrow n$ ના આલેખનો ઢાળ $4\lambda R$ મળશે.

આજ પ્રમાણે, m ક્રમાંક દર્શાવતાં અપ્રકાશિત વલય માટે D_m શોધતાં $\boxed{D_m^2 = 4\lambda R \cdot m} \rightarrow (b)$

સમી. (b) − (a) કરતાં,

$$D_m^2 - D_n^2 = 4\lambda R(m-n)$$

$$\therefore \boxed{\lambda = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4R(m-n)}} \rightarrow (c)$$

D_m, D_n, m, n અને R ની કિંમતો પરથી

λ શોધી શકાય

તે શોધી શકાય છે.

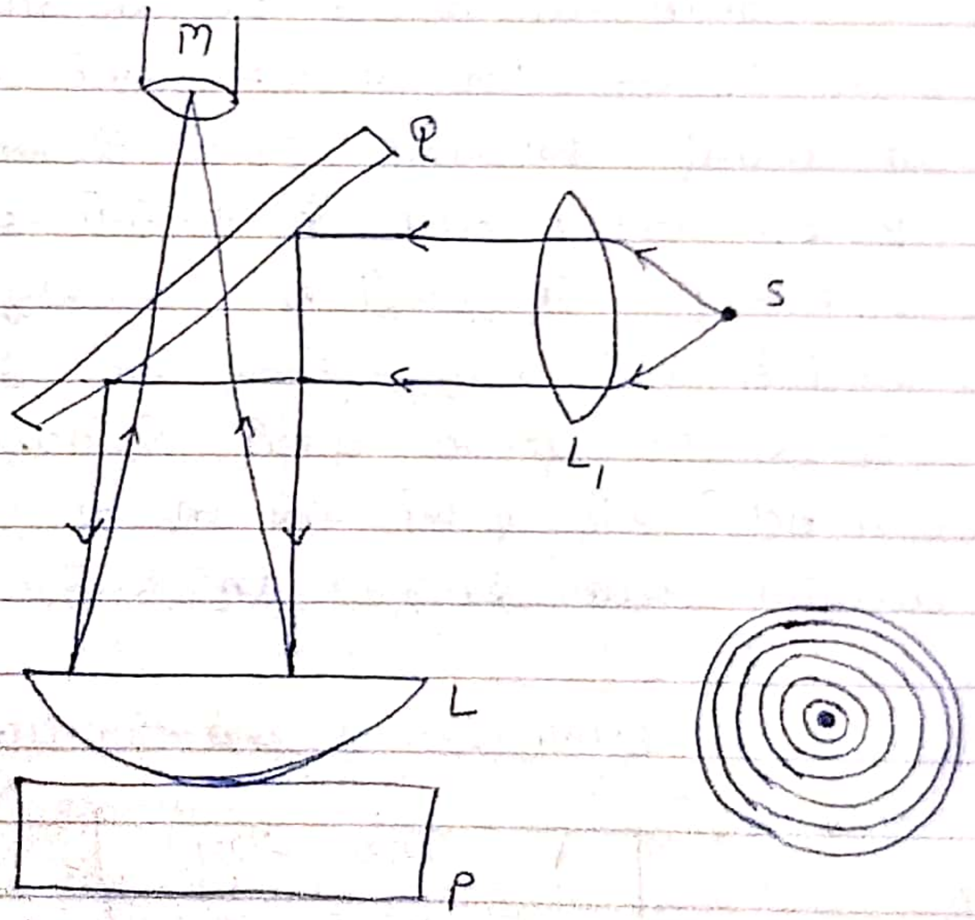
જો વક્રતાત્રિજ્યા R મેળવવી હોય તો સૂત્ર
© પરથી R ને સૂત્રનો કર્તા બનાવતાં,

$$R = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4\lambda (m-n)}$$ નો ઉપયોગ કરી

મેળવી શકાશે.

Q.5:~ ન્યુટનના વલયોની મદદથી પ્રવાહીનો વક્રીભવનાંક શોધવાનાં પ્રયોગનું વર્ણન કરો. જરૂરી સૂત્ર મેળવો.

⇒



આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એકરંગી પ્રકાશ ઉદ્ગમ S માંથી ઉત્પન્ન થતાં પ્રકાશના કિરણો સામે મૂકેલ નાની વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવતાં લેન્સ L_1 વડે સમાંતર કરવામાં આવે છે. ઉદ્ગમ S અને લેન્સ L_1 વચ્ચે લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ જેટલું અંતર રાખવામાં આવે છે. આ સમાંતર કિરણો

ઉર્ધ્વદિશા સાથે 45° નો ખૂણો બનાવતી કાચની તકતી Q ઉપર આપાત થાય છે. અને પરાવર્તન પામે છે. તેઓ સમતલ કાચની તકતી P ઉપર મૂકેલાં મોટી વક્રતાત્રિજ્યા R ધરાવતાં સમતલ બહિર્ગોળ લેન્સ કે બહિર્ગોળ લેન્સ ઉપર પડે છે. લેન્સ L અને તકતી P ઉપર રહેલા હવાના સ્તરને પરિણામે વ્યતિકરણ થતાં ન્યૂટનના વલયો રચાય છે. જે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે. આ વલયો માઇક્રોસ્કોપ m ને ફોકસ કરી સ્પષ્ટ જોઈ શકાય છે.

હવાના સ્તરમાટે જુદા-જુદા અપ્રકાશિત વલયોનો વ્યાસ D_n અને D_m માપવામાં આવે છે. જ્યાં n અને m વલયની ક્રમ સંખ્યા દર્શાવે છે. આ જ રીતે તકતી P અને લેન્સ L વચ્ચે જે પ્રવાહીનો વક્રીભવનાંક શોધવો હોય તે પ્રવાહી મૂકી પ્રવાહીનું સ્તર રચવામાં આવે છે અને આ પ્રવાહીના સ્તર દ્વારા વ્યતિકરણથી રચાતા ન્યૂટનના વલયો મેળવવામાં આવે છે. આ વલયો માટે n માં અને m માં અપ્રકાશિત વલયોનો વ્યાસ અનુક્રમે d_n અને d_m માપવામાં આવે છે.

હવે, હવાના સ્તરમાં રચાતા વલયો માટે તરંગલંબાઈ

$$\boxed{\lambda = \frac{D_m^2 - D_n^2}{4R(m-n)}} \rightarrow (1)$$

અને પ્રવાહીમાં રચાતાં વલયો માટે તરંગલંબાઈ λ' હોય છે. (જ્યારે પ્રકાશ એક માધ્યમમાંથી બીજા માધ્યમમાં પ્રવેશે છે ત્યારે તેના વેગમાં અને તરંગલંબાઈ માં ફેરફાર થાય છે. જ્યારે તેની આવૃત્તિ અચળ રહે છે.)

Scanned with CamScanner

પ્રવાહીના સ્તરમાં રચતા વલયો માટે તરંગલંબાઈ

$$\boxed{\lambda' = \frac{dm^2 - dn^2}{4R(m-n)}} \rightarrow (2)$$

પરંતુ પ્રવાહીનો વક્રીભવનાંક μ = પ્રકાશની હવાના સ્તરમાં તરંગલંબાઈ λ / પ્રકાશની પ્રવાહીના સ્તરમાં તરંગલંબાઈ λ'

$$\therefore \mu = \frac{\lambda}{\lambda'}$$

સમી. (2) અને સમી. (1) નો ગુણોત્તર લેતાં,

$$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{dm^2 - dn^2}{Dm^2 - Dn^2}$$

$$\therefore \frac{1}{\mu} = \frac{dm^2 - dn^2}{Dm^2 - Dn^2}$$

$$\therefore \boxed{\mu = \frac{Dm^2 - Dn^2}{dm^2 - dn^2}} \rightarrow (3)$$

સમી. (3) માં Dm, Dn, dm અને dn ની કિંમતો મૂકી વક્રીભવનાંક μ શોધી શકાય છે.

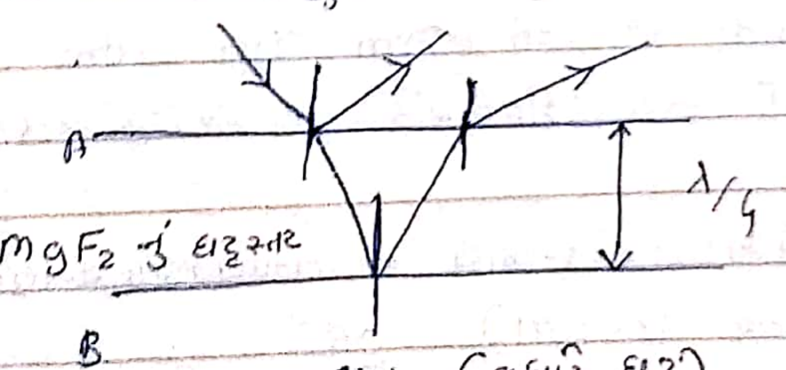
Que:- ટૂંકનોંધ લખો :- કાચ પર લગાવવામાં આવતાં પાતળા કોટિંગ્સ (સ્તર ચઢાવવા) OR

કાચની પરાવર્તકતા વધારવા અથવા ઘટાડવા માટે શું કરવામાં આવે છે ? તે જણાવી તે રીતનું વર્ણન કરો.

⇒ સપાટી પર થતું પ્રકાશનું પરાવર્તન લઘુત્તમ કે શૂન્ય બનાવવા માટે તે સપાટી પર યોગ્ય જાડાઈનું - પારદર્શક દ્રવ્યનું સ્તર લગાવવામાં આવે છે. પારદર્શક માધ્યમનો વક્રીભવનાંક હવા અને કાચની વચ્ચેની

Scanned with CamScanner

હોવી જોઈએ અને લગાડેલ સ્તરની જાડાઈ $\frac{\lambda}{4}$ જેટલી રાખવામાં આવે છે આ પ્રકારના સ્તરની મદદથી સ્તરની બહારની અને અંદરની સપાટી પરથી સરખા પ્રમાણમાં પરાવર્તન થાય છે અહીં સ્તરની બહાર અને અંદરની સપાટીઓ પર થતાં પરાવર્તનમાં વધારાનો પથતફાવત ઉમેરવાની જરૂર પડતી નથી (કારણ કે સ્તરની બહારની અને અંદરની બંને સપાટીઓ પરથી પરાવર્તન પામતાં કિરણો પાતળાં માધ્યમમાં પ્રસરી ઘટ્ટ માધ્યમની સપાટી આગળથી પરાવર્તન પામે છે પરિણામે બંને સપાટીઓ આગળથી પરાવર્તન પામી આવતાં કિરણોના પથતફાવતમાં $\lambda/2$ જેટલો પથતફાવત ઘટે છે, પરંતુ બંને કિરણોના પથતફાવતમાં એકસરખો ઘટાડો થવાથી તે બંને કિરણોના પથતફાવતમાં ફેરફાર કરવામાં આવતો નથી અથવા વધારાનો પથતફાવત ઉમેરવામાં આવતો નથી.)



લગાડેલ સ્તરની જાડાઈ $t = \frac{\lambda}{4}$ હોવાથી અને તે સ્તર પર લંબરૂપે આપાત થતાં આપાતકિરણ માટે સપાટી A અને B પરથી પરાવર્તન પામેલ કિરણો વચ્ચેનો પથતફાવત $2T = 2\cdot\frac{\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$ થાય છે માટે, A અને B સપાટી આગળથી પરાવર્તન પામતાં કિરણો વચ્ચે વિનાશક વ્યતિકરણ

રચાય છે અને પરાવર્તન વિસ્તાર અપ્રકાશિત દેખાય છે. આમ, લગાડેલ સ્તર અપરાવર્તક સપાટી તરીકે વર્તે છે. સ્તરની જાડાઈ જે તરંગલંબાઈ માટે $\lambda/4$ થાય છે તે જ તરંગલંબાઈના પ્રકાશનું પરાવર્તન થતું નથી. બાકીની તરંગલંબાઈના પ્રકાશનું પરાવર્તન થાય છે. સામાન્ય રીતે 4000 $Å$ થી 7000 $Å$ જેટલી દૃશ્ય તરંગલંબાઈ ની વચ્ચેની કોઈ એક તરંગલંબાઈના $\lambda/4$ જેટલી જાડાઈનું સ્તર લગાડવામાં આવે છે. આમ, આ રીતે પ્રકાશનું પરાવર્તન ઓછું કરી શકાય છે.

કેલ્શિયમ (Ca) કે મેગ્નેશિયમ (Mg) ના ફ્લોરાઇડનું શૂન્યવકાશમાં બાષ્પીભવન કરી કાચની સપાટી પર સ્તર લગાવવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિથી પરાવર્તન 4 કે 5 % થી ઘટાડી 1 % જેટલું કરી શકાય છે.

જો કાચ કરતાં વધારે વક્રીભવનાંક ધરાવતાં માધ્યમનું $\lambda/4$ જેટલી જાડાઈનું સ્તર લગાડવામાં આવે તો પરાવર્તકતામાં વધારો થાય છે. કારણ કે સ્તરની બંને સપાટીમાંથી એક કિરણ - ઘટ્ટ માધ્યમની સપાટી આગળથી પરાવર્તન પામતું હોવાથી પથતફાવત $\lambda/2$ જેટલો અને બીજું કિરણ પાતળાં માધ્યમની સપાટી આગળથી પરાવર્તન પામતું હોવાથી બંને કિરણો વચ્ચે કુલ પથતફાવત $\lambda/2 + \lambda/2$ થાય છે. એટલે કે λ જેટલો પથતફાવત થવાથી સહાયક વ્યતિકરણ રચાય છે. પરિણામે પરાવર્તન વિભાગ પ્રકાશિત દેખાય છે અને પરાવર્તકતામાં વધારો થાય છે.

2.5 વક્રીભવનાંક ધરાવતું સ્તર કાચ પર લગાવતાં તેની પરાવર્તકતામાં 4 % થી વધારી 38 % જેટલો વધારો કરી શકાય છે.

Scanned with CamScanner