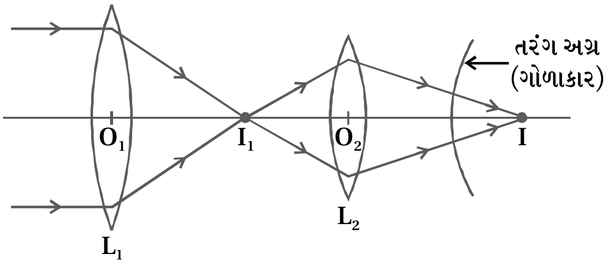
1. **શું હાઇગેન્સનો સિદ્ધાંત, ધ્વનિના સંગત તરંગોને લાગુ પાડી શકાય ?**

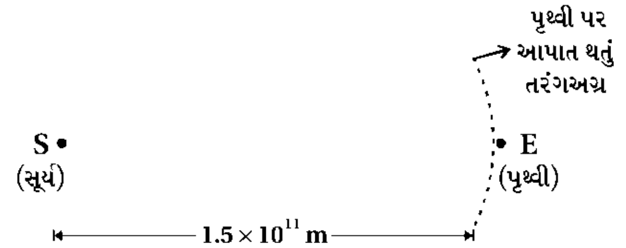
➠ હા, કારણ કે, હાઈગેન્સનો સિદ્ધાંત બધા જ પ્રકારના તરંગો માટે સાચો છે.

2. 

ઉપરોક્ત આકૃતિમાંની ગોઠવણ વડે બિંદુ I આગળ રચાતા અંતિમ પ્રતિબિંબમાંથી નીકળતા તરંગ અગ્રોનો આકાર કેવો હશે ?

➠ અત્રે અંતિમ પ્રતિબિંબ બિંદુવત્ છે, જે બંને લેન્સની સામાન્ય અક્ષ પર I સ્થાને રચાય છે. તે પણ તરંગઅગ્ર પરનું બિંદુ હોવાથી હાઈગેન્સના સિદ્ધાંત અનુસાર, પોતે સ્વયં સ્વતંત્ર એવા ગૌણ ઉદ્ગમ તરીકે વર્તી દરેક દિશામાં ગોળાકાર ગૌણ તરંગોનું ઉત્સર્જન કરે છે. આપેલા સમયે આ ગૌણ તરંગોને પરિસ્પર્શે (બહારથી સ્પર્શે) તેવું પૃષ્ઠ વિચારતા તે આકારે ગોળાકાર મળે છે, જે આપેલા સમયે રચાતા નવા તરંગઅગ્રનું સ્થાન અને સ્વરૂપ આપે છે. પ્રસ્તુત કિસ્સામાં તેનો આકાર ગોળાકાર મળે છે.

3. **સૂર્યમાંથી ઉત્સર્જાતું તરંગઅગ્ર, પૃથ્વીની સપાટી પર વિચારતા તેનો આકાર કેવો હશે ?**

➠ 

➠ આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સૂર્યમાંથી નીકળીને કોઈ તરંગઅગ્ર જ્યારે તેનાથી ખૂબ જ દૂર આવેલી પૃથ્વી પર આપાત થાય છે ત્યારે પૃથ્વી પરથી સ્થાનિક રીતે આ તરંગઅગ્ર સીમિત વિસ્તારમાં લગભગ સમતલીય હોય છે તેથી આવા તરંગઅગ્રો આકારે સમતલીય હોય છે.

4. **વ્યવહારમાં મોટે ભાગે પ્રકાશના તરંગો કરતાં ધ્વનિના તરંગોનું વિવર્તન શા માટે બહોળા પ્રમાણમાં જોવા મળે છે ?**

➠ દૃશ્ય પ્રકાશના તરંગો માટે સરેરાશ તરંગલંબાઈ

$\lambda = 6000\,\text{Å} = 6 \times 10^{-7}$ m

➠ ધ્વનિના તરંગો માટે, શ્રાવ્ય વિસ્તાર 20 Hz થી 20000 Hz માં જો માણસ વડે બોલાયેલ ધ્વનિની આવૃત્તિ આશરે 332 Hz લઈએ,

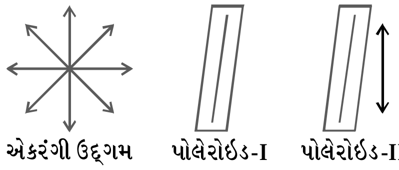
તો $v = f\lambda$ પરથી આ કિસ્સામાં $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{332}{332} = 1\,\text{m}$

➠ જો d જેટલી પહોળાઈની સ્લિટ વડે ઉપરોક્ત તરંગો વિવર્તન પામતા હોય તો,

$$\left(\frac{\lambda}{d}\right)_{\text{ધ્વનિ}} >>>> \left(\frac{\lambda}{d}\right)_{\text{દૃશ્યપ્રકાશ}}$$

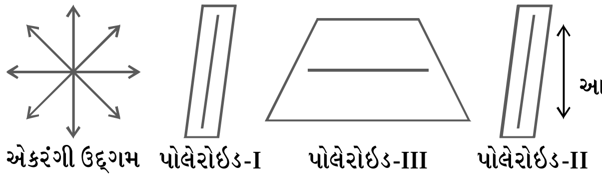
➠ વ્યવહારમાં વિવિધ અંતરાયો (અડચણો) વડે દશ્યપ્રકાશના તરંગોનું વિવર્તન ખૂબ જ ઓછું થશે. તેની સરખામણીમાં ધ્વનિના તરંગોનું વિવર્તન ખૂબ જ મોટા પ્રમાણમાં થશે. તેથી જ, ખુલ્લા બારણાંની બે બાજુએ ઊભેલી બે વ્યક્તિઓ કદાચ એકબીજાને જોઈ ન શકતી હોય તો પણ એકબીજાનો અવાજ તો સાંભળી જ શકે છે.

5.



આકૃતિ-1

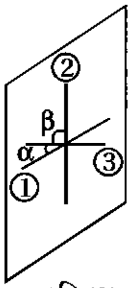
ઉપરોક્ત આકૃતિમાં પહેલાં પોલેરોઇડને યથાવત રાખીને બીજા પોલેરોઇડને એટલું ભ્રમણ આપવામાં આવે છે જેથી તેમાંથી કોઈ પ્રકાશ પસાર ન થાય.



આકૃતિ-2

હવે જો ઉપરોક્ત આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ત્રીજા પોલેરોઇડને પહેલાં અને બીજા પોલેરોઇડની વચ્ચે મૂકવામાં આવે તો, શું તેમાંથી પ્રકાશ બહાર આવી શકશે ? સમજાવો.

➠ અત્રે આકૃતિ (2) માં દર્શાવેલી સ્થિતિમાં ત્રણેય પોલેરોઇડ્સની દૃગ-અક્ષો (pass axes OR optic axes OR crystal axes) ને એક જ શિરોલંબ સમતલમાં એકબીજા પર સંપાત થતી વિચારીએ તો,

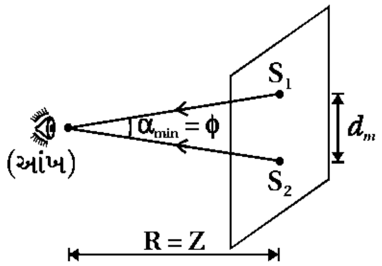


આકૃતિ (3)

➠ અત્રે આકૃતિ (1) માંના બે પોલેરોઇડ્સ 1 અને 2 ની દૃગ-અક્ષો વચ્ચેનો ખૂણો $\alpha + \beta = 90°$ હોવો જોઈએ કારણ કે બીજા પોલેરોઇડમાંથી કોઈ પ્રકાશ બહાર આવતો નથી. તેથી પોલેરોઇડ 1 અને 2 એકબીજાને ક્રૉસ્ડ કરેલા હશે.

➠ હવે, આકૃતિ (2) માં રકમ પ્રમાણે પોલેરોઇડ 1 અને 2 ની વચ્ચે ત્રીજો પોલેરોઇડ મૂકેલો હોવાથી પોલેરોઇડ 1 અને 3 ની દૃગ-અક્ષો વચ્ચેનો ખૂણો $= \alpha \neq 90° \Rightarrow$ પોલેરોઇડ 1 અને 3 ક્રૉસ્ડ કરેલા નથી. તેથી પોલેરોઇડ 3 માંથી અમુક પ્રકાશ બહાર આવી શકશે.

6. **માણસની આંખની કોણીય વિભેદન સીમા આશરે $\phi = 5.8 \times 10^{-4}$ rad જેટલી છે. એક કાગળ પર 300 dpi (dots per inch) જેટલા resolution થી printing થયલું છે. (1 inch = 2.54 cm) આપણી આંખથી આ કાગળને ઓછામાં ઓછા કેટલા Z અંતરે રાખવાથી તેમાંના ટપકાંઓ સ્પષ્ટ રીતે અલગ-અલગ દેખાશે નહીં ?**



(S_1 અને S_2 એ કાગળ પરના બે ક્રમિક ટપકાંઓ છે.)

- આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ધારો કે, આંખથી Z જેટલા અંતરે આવેલા કાગળ પરના બે ટપકાંઓ S_1 અને S_2 ના પ્રતિબિંબો આંખ વડે just છૂટા અને સ્પષ્ટ જોઈ શકાય છે. આ સંજોગોમાં d_m ને આંખની રેખીય વિભેદન સીમા તથા $\alpha_{min} = \phi$ ને આંખની કોણીય વિભેદન સીમા કહે છે.
- હવે, ખૂણાના માપની રેડિયનમાં આપેલી વ્યાખ્યાનુસાર,

$$\text{ખૂણો} = \frac{\text{ચાપ}}{\text{ત્રિજ્યા}}$$

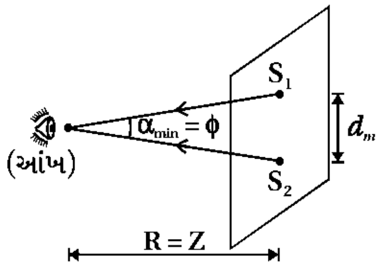
$$\therefore \ \alpha_{min} = \frac{d_m}{R}$$

$$\text{અથવા} \ \phi = \frac{d_m}{Z}$$

$$\therefore \ Z = \frac{d_m}{\phi}$$

$$\therefore \ Z = \frac{\left(\frac{2.54 \text{ cm}}{300}\right)}{5.8 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore \ Z = \frac{254}{3 \times 5.8} = 14.6 \text{ cm}$$



(S_1 અને S_2 એ કાગળ પરના બે ક્રમિક ટપકાંઓ છે.)

- આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ધારો કે, આંખથી Z જેટલા અંતરે આવેલા કાગળ પરના બે ટપકાંઓ S_1 અને S_2 ના પ્રતિબિંબો આંખ વડે just છૂટા અને સ્પષ્ટ જોઈ શકાય છે. આ સંજોગોમાં d_m ને આંખની રેખીય વિભેદન સીમા તથા $\alpha_{min} = \phi$ ને આંખની કોણીય વિભેદન સીમા કહે છે.
- હવે, ખૂણાના માપની રેડિયનમાં આપેલી વ્યાખ્યાનુસાર,

$$\text{ખૂણો} = \frac{\text{ચાપ}}{\text{ત્રિજ્યા}}$$

$$\therefore \ \alpha_{min} = \frac{d_m}{R}$$

અથવા $\phi = \frac{d_m}{Z}$

$$\therefore \ Z = \frac{d_m}{\phi}$$

$$\therefore \ Z = \frac{\left(\frac{2.54 \text{ cm}}{300}\right)}{5.8 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore \ Z = \frac{254}{3 \times 5.8} = 14.6 \text{ cm}$$