

## LAB VIVA SHEET ⇒

# Determination of thermal conductivity of a bad conductor by Lee's method.

Thermal Conductivity : দুৱাৰে মুকুটি material এবং thermal conductivity শৰণ কৃ material এবং  $1\text{cm}^3$  আয়তনৰ পুলকুন্দু অপৰ ধূঢ়ু নিয়ে  $1^\circ$  উপন্থান্ত পার্শ্বে পুৰি  $sec$  এ দিই বহিবাহ heat pass রাখি। চৰকোড়ীত হই ধূলুক গৱণাপ্রণালী পার্শ্বে থাবে  $1^\circ\text{C}$ ।

Unit : In CGS :  $\text{cal.s}^{-1}.\text{cm}^{-1}.^\circ\text{C}^{-1}$  or,

$$\text{erg.s}^{-1}.\text{cm}^{-1}.^\circ\text{C}^{-1}$$

Constant Value :  $m, s, d, A, (\theta_1 - \theta_2)$

$$\text{Variable value} : \frac{d\theta}{dt}$$

In MKS : Watt,  $\text{m}^{-1}.\text{k}^{-1}$  or,

$$\text{J.s}^{-1}.\text{m}^{-1}.\text{K}^{-1}$$

Dimension :  $Q\text{L}^{-1}\text{T}^{-1}\theta^{-1}$   
জৰুৱা,  $Q$  ও  $\theta$  পথাপৰম গোপ ও তাপন্থান্ত  
পৰিস্থিত নিৰ্ভৰ কৰে।

Bad Conductor : দ্বাৰা অনুভূত material কুনৰ metal বা, ধূঢ়ু- মাত্ৰা অৱগত কুশল heat পৰিৱেশ কৰিবলৈ আৰু- লা ভাবে বৈধ Bad Conductor বলা হৈম: Glass (কাঁচ), Wood (কাঠ), Cork (কুকুর), Water (পানি)।

Thermal Conductivity Equation:

$$k = \frac{msd \cdot \frac{d\theta}{dt}}{A(\theta_1 - \theta_2)}$$

Thermal Conductivity ମିଳିଯର Another process:

ସହାଯ ପ୍ରକାଶ : Lee's method.

Another process : Searle's method.

Lee's method & Searle's method ଏବଂ ପାର୍ଥକ :

Lee's Method	Searle's Method
(1) Bad Conductor ଏବଂ T.C. ଲିଖିତ କୁଦାନ ହୁଏ ।	(1) Good Conductor ଏବଂ T.C. ଲିଖିତ କୁଦାନ କରିଛା ।
(2) Heat conduction & Radiation ଏବଂ avoid କରିବାକୁ ବାରେ ।	(2) Heat Conduction & Radiation Avoid କରିବା କାହାକୁ ଆବଶ୍ୟକ ।

ଇହା କାଣିତ ପାରି, ଅନେ ପରିଷିଳନ temp. diff.  
ନିଲେ ଅଧିକ cooling rate ଦିଲା ପାଇୟା ହାରିଛି ।  
ତାହାର steady temp. ହାତେ  $10^{\circ}\text{C}$  ଥାବି ଦେଇ ଦ୍ୟାଖୁନ୍ତି  
ହାତ କ୍ରମିତ  $20^{\circ}\text{C}$  decrease କରେ cooling rate  
data ଲିଖିଯୁ ଦାଖାଇ ।

# K ଏବଂ value କିମ୍ବା material ଏବଂ material ନିମ୍ନଲିଖିତ  
Ans: ଜୀବ । K କୁଦିମାନ୍ - substance ଏବଂ material

ଏବଂ ଦେଖିବା ନିତ ବୁଝି ।

Temperature gradient : ପ୍ରତି ଏକମ କ୍ଷେତ୍ର ଏବଂ  
ପାର୍ଥକ temp. ପରିଷିଳନ ପାର୍ଥକର୍ତ୍ତା ରହିଲୁ ।

$$\text{temp. gradient, } = \frac{d\theta}{dx}$$

$10^{\circ}\text{C}$  ପ୍ରୋଫି - ବିଦ୍ୟୁତ କୋର୍ଟର : T.C. ଲିଖିତ କୁଦାନ  
rate data ପ୍ରୋଫି - graph ରାତେ, ଦ୍ୟାଖୁନ୍ତି ଗଢ଼ି  
ନିମ୍ନକୁ ଅନ୍ତର temp. କିମ୍ବା ହୁଏଇ ଦେରେ

# आमतः T.C. निर्देशः Brass (मिल्क) वृक्षास्त्र- लकड़ी

ज्याएँ Exact value  $4.2 \times 10^{-4}$  cal.s<sup>-1</sup>.cm<sup>-1</sup>.°C<sup>-1</sup>.

# K कि उपर्याप्ति उपर्याप्ति किंवा? किंवा?

Ans: ज्या । उपर्याप्ति वृक्षास्त्र किंवा क्षात्र आन द्वारा

Heat Transfer: Temp. difference परं काहिने

उद्दे शुल्क इति अन्य ऊपर्याप्ति उपर्याप्ति transfer, mission चे ऊपर्याप्ति heat transfer,

Heat transfer ब अकारः वर्णः

1. Conduction (प्रविष्ट्य)
2. Convection (प्रविष्ट्य)
3. Radiation (विद्युत्य)

Fourier law: दोनि एकटि solid material परं महि

दिष्टि परं गो अवाहन्त्र इति उपर्याप्ति वृक्षास्त्र

$$\text{gradient} \text{ परं } \frac{\partial \theta}{\partial x} \text{ material } \text{ परं area } \text{ परं } \frac{\partial \theta}{\partial x}$$
$$\therefore Q = -kA \frac{\partial \theta}{\partial x}$$

द्वयाल, K ऊपर्याप्ति Thermal Conductivity ( $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ).

Conduction (प्रविष्ट्य): द्वय प्रविष्ट्य अवाहन्त्र अविष्ट्य

शुल्क उपर्याप्ति ऊपर्याप्ति अविष्ट्य वा द्वय अविष्ट्य ऊपर्याप्ति

ज्याकिम् एवं अति इति अन्य अविष्ट्य heat transfer

ज्याकिम् एवं अति इति अन्य अविष्ट्य heat transfer

ज्याकिम् एवं अति इति

Convection (পরিপন্থ) : দুর পদ্ধতিতে যন্ত্রণা-কণ।  
যুক্তি অনুসরে পরিপন্থ যান্ত্রিক heat transfer  
করে সৈজে convection হচ্ছে।

Radiation (বিদ্যুৎ) : দুর পদ্ধতিতে জল দৃঢ়।

মানবিক প্রযোগ হাতে Electro magnetic wave  
আলোর বেগ যন্ত্রণা আপেক্ষিক অধীন যন্ত্রণা  
heat transfer করে নাই radiation হচ্ছে।  
কৌশল : মানুষের পাশে দাঁড়ালে তা গুরুত্ব হচ্ছে  
কৌশল গুরু করার পথ আছে।

Specific heat (ভা. গুণ) : লোন কুরু 1gm

লোন কুপমাত্রা 1°C বাড়ালে দুর পদ্ধতিমান লোনের  
প্রয়োজন দাইলে specific heat হচ্ছে। Brass/  
বিল্লুর specific heat হলো 380 J°C⁻¹K⁻¹।

$$\text{specific heat, } C = \frac{Q}{m\theta}$$

Application of Bad conductor:

কুলত insulation হিসেবে ব্যবহৃত হচ্ছে। একাত্তর :

- (1) চারপাশে, কোনি উল্লেখিত খালির টেবিল করা হচ্ছে।
- (2) বাতাস প্রকৃতিপূর্ণ পরিপন্থ যাত্র কর অঙ্গীর মেলে  
কার্য গুরু করার পথ আছে না।
- (3) শীতল প্রযোগ করে অঙ্গীরের গুরুত্বের বাবার  
কারণে তারে গেম/ ফুর্স ব্যবহার করা হচ্ছে। যাতে  
মাত্র ফুল আছে। যা bad conductor.

- (4) জীলের দাঙের বিকল্প প্রয়োজন Double  
glass রেইন পাও করে করে heat বাল্টে

তথ্য, রাতের heat cold air পেরে করে শীত  
কৌশল যাওয়া আসু কারণে আরে আছে।

# Calibration of a thermocouple and hence determination of unknown temperature and thermoelectric power.

Thermoelectric Power : ପରମାଣୁ ଅବିଶେଷ

**Calibration :** Calibration করে কোনো পরীক্ষা  
প্রয়োজন রাখে এবং মাত্র কোনো sample  
এবং result দ্বারা কোরাদ- কোর  
instrument- এবং  
configure / স্থিতি- জাত design করা।

**Thermocouple**: Thermocouple ରୈମ୍‌ପ୍ଲେ ଓ କୋର୍ଡ  
temp. measuring device. ଯାଏ କୁଣ୍ଡି କାହିଁ ମାତ୍ର  
ରୀଳ ଏବଂ ଜୟ ଦ୍ଵାରା ତୈରି ଏବଂ କୁଣ୍ଡି ବିଶେଷତା ଏବଂ  
ଆନ୍ତର ବାହ୍ୟ ପ୍ରକାଶକୁ ନିଯନ୍ତ୍ରଣ କରିବାକୁ  
ଆପର ଏବଂ କୋର୍ଡ ରୈମ୍‌ପ୍ଲେ temp. measure କଣ୍ଠୀ

એવી ટેક્નોલોજી થાયા છે કે તેમની પ્રદૂષણ વિસ્તારીની અધ્યોપ્યાત્રા કરી શકી છે।

# Same metal ब्रूवथाते दि इस वा घटेण पाए?

Answer: ही metal किम शुल्क ही लिख emf

आउया माझ, याच द्वाशल Emf difference वा अस

अस। तिन्ही same metal रजे द्वाश अद्वीतीय

Emf लेण्डि आव। कोज्जै Emf difference भावया

असूव ना।

# ब्रूवय वा ज्ञाथातुष Hot temp. & Cool temp लिहार

कुण्ठाया?

Ans: अखाल, Hot temp. घन्हे Hot water अवं

Cool temp. ठम्हे Room temp. बोझाला अवेष्टि।

केल्पा — Thermocouple अव द्वार्ही junction एवं

माझे अस ठिक्की डापमासाच एवं अपेळी अपेळी

हुत कम जेपमात्राते ब्रांचा अस। ताउं Hot water एवं

द्रूवनाया याव Temp. औवनात्मक तम विशीय ३८८ २००

Temp ठिक्का इस्तुष।

# Thermocouple एवं त्रिलोक्याते देलि कि?

Ans: Thermocouple अ उपि effect लिया दोत,

(1) Seeback effect

(2) Peltier effect

(3) Thomson effect

# द्विव द्वे experiment झाले अले लोनीटि

effect ज्ञात असू ज्ञान?

Ans: एक्को seeback effect किम आव। अस्मा

- seeback effect अ द्विवि लिख metal किम  
त्तेवि thermocouple अ temp. difference

एवं दाव्हन्या voltage अवृष्ट अस।

# Thermocouple अ कोज्ज द्वार्हे लि heat देवाव

प्रद्यावात — आव?

Ans: **Q1** Thermocouple ଦେଖିବେ temperature difference ଅର୍ଥାତ୍ । ଏହାରେ କୌଣସି ବୁଝାନ୍ତରେ ଏହାଟି ଜୁନ୍କଶନ ଏବଂ ପ୍ରକଳ୍ପିତ କାର୍ଯ୍ୟ ବ୍ୟାପକ ବ୍ୟାପକ ହୁଏଇଛି । ଆଜିର କାର୍ଯ୍ୟରେ କୌଣସି କାହାର କାର୍ଯ୍ୟ କାହାର କାର୍ଯ୍ୟ ମାତ୍ର ହୁଏଇଥାଏ ।

reference junction एवं मध्य voltage difference  
लिईट का उत्तमांग अविवेक्षण-प्रैम्य।  
कार्बन-डायमांड अस्थिरता दर्शते। Then-  
mometer अस्थिरता।

# Thermo couple to cold junction Config.

Ans: ପ୍ରାଣି thermonouple ହେଉ ଅନୁମାନ କରିବାକୁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଲା । ପ୍ରାଣି ଅନୁମାନ କରିବାକୁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଲା ।

Ans: ~~both~~ variable ! ~~2nd~~

- (1) Voltage : voltmeter द्वारा मापते रखा।
  - (2) Reference junction temperature
  - (3) Measurement junction temperature
  - (4) unknown तरीके द्वारा निश्चित करते हैं।

# Thermocouple କେତେ ଦୂରତ୍ବରେ ଥିଲୁ ଥରମୋଟର

Ans:  $\Sigma I_1 = \Sigma I_2$  or  $\text{KCL at junction } 1$

# Temperature measure for the entire / 250

Ans: Thermocouple is a 3 device

শারদ ধাপ্ত temp. measurement এর প্রক্রিয়া কোন

- (1) Thermistor
- (2) Resistance temp. detection (RTD)
- (3) Semiconductor sensor
- (4) Mercury thermometer
- (5) My hand

# Falkes Effect: ঘোট বিন্দু শব্দের দ্বারা সৃষ্টি হওয়া বিন্দুতে জিয়েজ ক্ষেত্র ভিত্তিক প্রবালিক্ষণ স্বরূপ junction পরি প্রেক্ষা/কাছে থাকে। junction পরি প্রেক্ষা করে জ্বলন করে প্রাপ্ত ফলের দ্বারা

# temp. measurement by thermocouple কোন প্রয়োজন করে?

# Thomson effect: অভ্যন্তরে দ্বিতীয় ক্লো পরিপরিক্রিয়া করে current প্রযোজিত করে পরিপরিক্রিয়া করে গণ প্রেক্ষণ করে আবার লোহার সাথে স্পর্শ করে। Thomson effect.

Ans: Thermocouple প্রযোজন করে আবাসন, measure করে আবাস RTD এর মধ্যে, অবস্থা, requirement- করে আবাস: Range, cost,

accuracy কোণে ক্ষেত্র করে। আবাস বিবেচনা প্রযোজন করে আবাস করে।

# প্রযোজন করে কোণে ক্ষেত্র করে। Thermocouple এর

# Thermal EMF ଏବଂ ଶ୍ରେଣ୍ଟ କ୍ଷେତ୍ରରେ କିମି?

Ans: ସାହିତ୍ୟ, ଯଥା;

- (1) Laws of intermediate metals  
(2) Laws of intermediate temperature.

# Temperature ଓ Thermoelectric EMF ଏବଂ ମାପି

ମୁଦ୍ରଣ କିମି?

Ans: See page 262, Ref. book: E and M  
by Dr. Khairul Alam.

# Limitations of thermocouple

# Advantage of Thermocouples

Ans: Thermocouple କ୍ଷେତ୍ରରେ ଲିମିଟିନ୍ ନାହିଁ

ଆଗ୍ରାହୀ:

(1) Thermocouple ପ୍ରତି ନିଶ୍ଚିକ ରେଙ୍ଗେ

RTD ଏବଂ ପାରି ନିଶ୍ଚିକ ଵାଲୁ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ।

(2) Thermocouple ଡ୍ୱାଲୋର ଅଳ୍ପରେ ବାରିଜରେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥାଇ ଆବଶ୍ୟକ,

(3) Thermocouple ଏବଂ durability ଆବଶ୍ୟକ କରିବାକୁ ପାଇଁ

(4) Thermocouple ଶୁଦ୍ଧ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାରିବାକୁ ପାଇଁ

(5) Thermocouple ଶୁଦ୍ଧ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାରିବାକୁ ପାଇଁ

ଅବଶ୍ୟକ।

(2) Thermocouple ପ୍ରିଣ୍ଟି ଆମ୍ବାର ଧାର୍ତ୍ତର ପ୍ରକାରିତ

ଦୁଇ ଲଙ୍ଘ ଯେବେଳେଜ୍ମୀନ ହୁଏ ଥିଲା ,

(3) Thermo couple signal ଫର୍ମମନ୍ତ୍ର ଲିନ୍ୟୁନ ହୁଏ ,  
ପ୍ରାଣୋଧ୍ୱାନି

(4) ଅନ୍ତାରିକ୍ଷ ଉତ୍ତମତା ଦ୍ୱାରା ବାହେଜାରେ ଦେଇଥିଲା ରହିଲା  
ଏହି ଝୟ ହତେ ଥାବେ ,

# Application of Thermocouples

Ans : ଯତ୍ତାବାବି ବ୍ୟାକ୍‌ର୍ମ ହତେ କହେ କହେ - industry  
ଏହା ଶିଖିପ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ �thermocouple ଦେବ ବ୍ୟଥାତ୍ର  
ପ୍ରଥ୍ୟେତ୍ତା ଦେଇଲା :

(1) Electric power generation

(2) Furnace monitoring

(3) Food and beverage processing

(4) Automotive sensors

(5) Rocket, Satellite, and spacecraft  
and aircraft engines.

# Heat : Heat ହିଲେ ଏଣ୍ଟିର୍ଯୁ ଏବଂ ଅଫଟିର୍ଯୁ ,

Heat କୁଣ୍ଡ ପଦାର୍ଥ ଗମନକାରୀ atoms & molecules  
ଏବଂ movement ହାତ ଲେବି ହୁଏ , atom ପ୍ରାଣୋଧ୍ୱାନ  
ଏବଂ move କରିବି କାହାର କାହାର ଦେଇଲମ୍ବନ ହୁଏ ,

ଏହା ଶିଖିପ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଶିଖିପ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ  
ଶାରୀ ମୁନ୍ଦର କାହାର କାହାର ଦେଇଲମ୍ବନ ହୁଏ ,

ପ୍ରଥ୍ୟେତ୍ତା ଦେଇଲା ,

# Temperature : Temperature ଲୋକର ପ୍ରସାଦ

hotness/ coldness ଦେଇଲା , ଏହି ବ୍ୟକ୍ତି ପରିଚେତ୍ତରେ  
ଶ୍ରୀମାର୍କ କିନ୍ତିକ ଏଣ୍ଟିର୍ଯୁ ହେବେ ,

## # Determination of the specific rotation of a

sugar solution by a Biorimeter.

# Specific Rotation : ଯଦ୍ୟନ ଏଣ୍ଟି plane polarized light-  $13^m/1\text{ ml}$  ଅନ୍ତର୍ଗୁଡ଼ିକ କୋଳ ହେଉଥିଲା

1 decimeter ଅର୍ଥାତ୍ ଅନ୍ତର୍ଗୁଡ଼ିକ କୋଳ ଉପରେ observed optical rotation ହେଉଥିଲା specific rotation.

Optical rotation : गुणने परलिंग्ले plane polarized light द्वारा एकत्रित विद्युत शक्ति नियंत्रित करने वाली द्वितीय गुणने उपर्युक्त अवधारणा है।

Plane Polarized Light: ଯୁଦ୍ଧ ଅର୍ଦ୍ଦ ଆକରଣ

Polarimeter : ଦ୍ୱୟ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ମାଧ୍ୟମ �optically active substance ଏବଂ ମୁଣ୍ଡି �polarised light pass କରିବାର ମାଧ୍ୟମ angle of rotation ନିଶ୍ଚିହ୍ନ ଦିଆ

Polarized light - পোলারাইজড লাইট / স্পিরিকেল প্রেসে

Unpolarized Light: ପରାମି ଆଲୋକ ଜନନୀୟ

Optically active substance : દ્વારા અનુભૂત સ્બેસ્ટન્સે

જીવ જીવની  
plane polarized light રેખાને ખાલે જાણ વાળા ગામ  
છાંબાણ બાબુ જાણાણ દ્વારા અનુભૂત સ્બેસ્ટન્સે  
યાનિ, રૂપનિ : **Sugar, Tartaric acid, Glucose**

**Lactic acid**

Dextrorotatory Vs Levorotatory

Dextrorotatory	Levorotatory
(1) Plane polarized light	(1) Plane polarized light
દુંડ જાન નીચે દુંડાણ બાબુ	દુંડ બામ નીચે (દુંડાણ બાબુ ચા, દાહીને કાંદોણ વિનિષ્ઠે,
(2) Specific rotation	(2) Specific rotation

Optical Rotation Vs Specific Rotation	
- Optical Rotation	Specific Rotation
(1) Plane Polarized light	(1) એજ નીચે પણાયેનું સ્પેશિયલ રોટેશન જીવની અનુભૂત નીચે આપું તોથન જાહેર અનુભૂત કોણ રોટેશન કરે!
(2) Sample દ્વારા દ્વારા	(2) નીચે જાખ્માનાણ નીચે પણ અનુભૂત સ્પેશિયલ નીચે કરા યાએ,
(3) Light wave length	(3) Light wave અનિન્દ્રિય અનુભૂત કરા યાએ।
(4) Beam અવિરાસન રૂચાણ	

Optical activity: कोઈ substance एवं plane polarised light ने विकिरण करके plane of polarisation को rotate करने की ability को optical activity.

Distilled water: Distilled water जल का एक अमर्द्ध पदार्थ है जो अप्रसरणीय है। यह एक अमर्द्ध पदार्थ है जो अप्रसरणीय है। इसकी विशेषताएँ यह हैं:

- # Distilled water एवं specific rotation ०°, जो उस दिलीज जल, optically active substance है।
- # Sugar Solution के लिये?

Impurity of water की तथा boiling point तरीके द्वारा जल का अमर्द्ध है। यह जल को container एवं जौधा छाल, जो distilled water होता है।

- # Distilled water एवं specific rotation ०°, जो उस दिलीज जल, optically active substance है।
- # Sugar Solution के लिये?
- Ans: अशिक्ष - गुणीय optically active substance है। अद्वितीय - गुणीय अवश्यक है।
- # Solution एवं concentration, depend करते हैं परिसर water.
- Temperature एवं डेंगे।  
High temperature → lower cone.  
Low temperature → higher cone.

Polarizer: Polarizer is an optical device which produces plane polarized light by converting light.

Analyzen: Analysen zur wöchentlichen Entwicklung

## Polarizers vs Analyzers

मार्ग निश्चय द्वारा light plane polarized रेता।

Polarizer	Analyser
(1) White light (or plane polarised light is converted)	(2) Detect plane polarise
(2) Specimen / sample	(2) Specimen / sample
এবং জোড়াস্বর ক্ষেত্রে থাকে	এবং ডেখব ক্ষেত্রে থাকে।
(3) এটি $360^\circ$ ঘূর্ণ করতে পারে।	(3) এটি আলোকচিত্র
	পর্যবেক্ষণ / বাহী
	পর্যবেক্ষণ / বাহী

ନିଷ୍ଟ-କ୍ଷେତ୍ର- polarization & direction of light  
ଫ୍ରେଶ୍‌ ) ଏହି ଅଧିକାଳୀ ଅନିଶ୍ଚିକ ପିୟ ମାହେଦାଳ  
ପ୍ରାଣୀଙ୍କ ବିଶ୍ରିଂଗକୁ ମାହେଦାଳ ରଖି।  
Sodium Light : ଅନିଶ୍ଚିକ- sodium ବାଲ୍ମୀକି ଉତ୍ସୁଦ  
ଆଜ୍ଞା ଯାର ୫୪୩୦ ନଂ ଓ ୫୪୭୬୦ ନଂ ତରକ ପଥ-  
ପରିଦର୍ଶକ ହୋଇ ଅନ୍ଧମୈନ୍ଦର୍ଦ୍ଵାରା ବିକିଳ୍ପି- ।

BirceFrüingen: BirceFrüingen war reßtachiv

---

(4) Light source तथा  
प्राप्ति Light को polarize  
करें।

(5) Light polarize किए  
वा Specimen bire-  
fringe प्राप्ति किए  
करें।

# Sodium Light କଣା ପ୍ରଥମ କରେଛା?

Ans: Monochromatic light ବିଦୀଯା।

# Sodium light କେ- Monochromatic light କେଣ୍ଟ ସମ୍ବନ୍ଧ ?

ବନ୍ଦୀ ଏହି ?

Ans: ପାଦିତ sodium light ଏବଂ ଏକଦିନ (Yellow)

ହୁଣି କ୍ରମିକ ଆହୁ 5890 nm ଓ 5896 nm ଅବଶ୍ୟକ ହେବାରେ ତଥା ତଥା ଏହି କ୍ରମିକ ମହିନୀ ହୁଣି 0.6 nm.

ଆହୁକଣି କୋଣାର୍କ ଚାଳୀ, sodium light ଏବଂ ଏହି

କ୍ରମି ଜରଣିଲୋର୍ ଏବଂ ଏହି କ୍ରମିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ

angle of diffraction ଥିଲୁ କମ୍ କମ୍ ଏହି ଦେଖିବାକୁଣ୍ଡିଯା।

Monochromatic light: Single wave-length

ସୁତ୍ର ପିନ୍ଧି ଦେଖାଇ mono ଅର୍ଥିବିଳିମ୍ବି ଏବଂ  
chroma ଅର୍ଥି- colour. Narrow band ଲିମିଟ୍  
visible light ଏବଂ wavelength କେ- monochromatic

# Sodium light କାମ ନିଯେ କିମ୍ବା ପିନ୍ଧି ଦେଇ ପ୍ରଥମ

କବ୍ରି ପ୍ରାଦେଶିକ ?

Ans: କାନ୍ଦା - ଅଣ୍ଟ ପିନ୍ଧି monochromatic କାମୀ ।

# Monochromatic light କିମ୍ବା ଏବଂ ଏହି କାମୀ ?

Ans: Polarimeter କେ- rotation ଏବଂ କ୍ଷେତ୍ର ଗୁଣ  
ପ୍ରାଦେଶିକ ବିକ୍ରି କାମୀ wavelength/ Frequency of

light. ଦୈଖ୍ୟତା ମହିନୀ ଏବଂ visible wave-

ବାଲେ ଅଣ୍ଟ ପିନ୍ଧି ଏବଂ ଏହି କାମୀ

length କେ- vary କରି ଥାଏ ଏବଂ Deter କ୍ଷେତ୍ର

କ୍ଷେତ୍ର ଏବଂ ଏହି ଏମନିଦି ଏବଂ polychroma-

ତ୍ୱାମ୍ବନୀ ଏହା ବାହେ ଏମନିଦି ଏବଂ ଏହି

କ୍ଷେତ୍ର ଏବଂ ଏହି ଏହି ଏହି ଏହି

କ୍ଷେତ୍ର ଏବଂ ଏହି ଏହି ଏହି ଏହି

Light କାମୀ ।

Page: 15

# Polarizer & Analyzer କି ଆଖିଲ ହି ହତେ ?

Ans: Polarizer & Analyzer ଅଧିକ ଛାଇଁ Nicol prism କାହା ଟେବି ରଙ୍ଗର ଦ୍ୱାରା ପରିଚାରିତ ହୋଇଥାଏ ।

Polarizer ଦ୍ୱାରା unpolarized light କେ plane polarized light ମାତ୍ର କରିବାକୁଠାରୀ କାହାର ପାଇଁ ପରିଚାରିତ ହୋଇଥାଏ ।

Polarizer କାହାର କାଳେ ଆଖିଲ ହାତରେ ପରିଚାରିତ ହୋଇଥାଏ ।

Light source କେବଳ ଆଖିଲ light multidirection ମାତ୍ର କାହାର କାଳେ solution

କି optical activity କିମ୍ବା କାହାର କାଳେ ନାହିଁ ।

Analyser କେବଳ light କେ plane polarised କିମ୍ବା କାହାର କାଳେ

decreet କାହାର କାଳେ ନାହିଁ ।

୩ Analyzer କାହାର କାଳେ experiment କରିବାକୁଠାରୀ କାହାର କାଳେ ନାହିଁ ।

# Experiment କାହାର କାଳେ solution ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ ?

5%, 10% ଓ 20% sugar solution.

# 100% distilled water ବୁବଥାର କାଳେ

Small tube / size of large tube ନିମ୍ନଲିଖିତ କାହାର

# Polarimeter କିମ୍ବା Nicol prism କାଳେ

polarizer & analyzer କିମ୍ବା, Light source  
Chloride sodium light କାଳେ, 2 କାଳେ tube  
& sugar solution କିମ୍ବା, Lens କାଳେ

# Specific Rotation କିମ୍ବା equation କିମ୍ବା :

Ans:  $\theta = \frac{SLC}{1000}$       S = Sp. rotation of sub.  
L = Length of tubes  
C = Concentration of

# Theory କେ 1000 ଗ୍ରାମରେ କୋଣ୍ଟ ଥାଏ ?

Ans: କୁଣ୍ଡାଳ ଶଳୀ :  $\theta = \frac{S L C}{1000}$  , ଯଥାନ୍ , L କ୍ଷିତିକ ରୟକ୍ ଅନ୍ତିମିକ୍ଷେ ନିଲେ 10 ମିଲି ଲାମ କହିଲୁ  
ରହୁଛି । ଅଧିକାଳେ, ଅତି 100 ml solution ଟିକ୍

ପରିଦ୍ଵାନ କୋଣ୍ଟ ଆହୁ କେ କହିଲେ ଥାବେଇ ।

କୋଣ୍ଟେ 10  $\times$  100 = 1000 ଅନ୍ତାର୍ଫଳ ।

# Tube ରେ substance କିମ୍ବା ନିର୍ଦ୍ଦେଖ କେନ୍ତା ?

Ans: Experiment ରେ 2 ବିଭିନ୍ନ କୋଣ୍ଟ କହିଲାଇ

ଅତିକର୍ତ୍ତା କୋଣ୍ଟେ 5%, 10% & 20% sugar

solution ଉପଥାର କରେଇ । ଯେଉଁ କି sugar solution

primary standard ଜାରୀ ଏହି density/conc.

ଏହି କାଳେ, ବିଶେଷ କୋଣ୍ଟ କାର୍ଯ୍ୟ କରେଇ

solution ନିର୍ଦ୍ଦେଖ କେ ଅନ୍ତିମକ କରୁଥାଏ ।

# Specific rotation ଏ କୋଣ୍ଟ କିମ୍ବା constant ?

Ans: Variable ରେଖା କୋଣ୍ଟ କିମ୍ବା concentration of solution,  
constant ରେଖା tube length, specific rotation,

# Application of Polarimeter.

Ans: Food Industry ରେ polarimeter ବ୍ୟବହାର  
କରିବା କୁଣ୍ଡ ପରିଷକ୍ କିମ୍ବା original, inter-  
mediate and final product କାହାରେ

concentration ରେ purity control କିମ୍ବା କିମ୍ବା

pharmaceutical industry, cosmeceutical industry,

chemical industry ରେ ଓ polarimeter

ବ୍ୟବହାର କରି ରେଖା । ଅଧାର ମୋଲ୍ୟ ଶ୍ରୋତୁ  
kinetic reaction, macromolecules ଏବଂ  
confin. change କୌଣ୍ଡରୀ ରେକାନ୍ଚ କରିବାକୁ

# Determination of resolving power of a plane/ diffraction grating.

# আলোর তত্ত্বাদের দ্বারা লি optically achivity depend কৈ?

Ans: Rotation, তরঙ্গাদেহের বাস্তু ফার্মিন্যাটিক প্রক্রিয়া করে ছান,

# Rotatory dispersion এন্ড কি কাজোয়?

Ans: আলোর wave-length এবং আলোর rotation variation এবং পরিবর্তন করে রোটেশন দেখা যাবে।

# Temp. এবং আলোর rotation কিভাবে হচ্ছে?

Ans: Solid material দ্বারা: quartz, sodium chlorate ইত্যাদি rotation power দাখিলা।

ইন্দোর আলো শুধু অস্থি, অপরদিনে liquid material দ্বারা: উগলেন্টিন এস, essence of orange ইত্যাদি rotation power দ্বারা আপমান দেখিত হবে।

# Molecular Rotation কী?

Ans: Specific rotation যখন substance এর molecular weight হার্ড কোণ এবং তথন গুরুত্ব মolecular rotation হবে।

# Optical activity এবং ক্ষেত্র ক্ষেত্র এবং internal structure দাবি?

Ans: শীঁ। crystal ও atom & molecules এবং

spin আছিবি এবং এর উপর plane polarized light এর rotation show দেখা।

## # Determination of Resisting power of a plane

## Diffraction grating

**Resolving Power:** (କୋଣ ଗ୍ରାହିଙ୍କ ସାମାନ୍ୟ ପ୍ରେସ କଣ୍ଠା-  
କୁଣ୍ଡି) ଅବଶ୍ରଦ୍ଧିତ ପ୍ରେସଟି ଉପରେରେ ଏକାକିଳେ କଣ୍ଠାର-  
କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରେସର ଗ୍ରାହିଙ୍କ ଏବଂ Resolving power ବନ୍ଦୀ।

(1) Ruled drawing      (2) Holographic drawing  
 (3) Transmission drawing      (4) Reflection drawing

Grahing : ଏକଟି ଜୀବନ ଦିନରେ Diamond ମିଳି

ଯା କେ କମରୁକ୍ତିରୁ ଅନ୍ତରୁ ହାତ ଧୂର୍ବଲିତ, Slt  
ପାଦରୁ ଆଶର ପ୍ରଯୁକ୍ତି ଲାଗି ପାରିବା ।

- (1) Transmission grating
- (2) Reflection grating
- # Light source ଦ୍ୱାରା ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କର୍ତ୍ତାର ଅବିଭାଗୀତ ପରିପ୍ରକାଶ ଦ୍ୱାରା ଉପରେ ଦିମ୍ବର ଅନୁଭବ ହେଉଥିଲା
- # Grating ଦ୍ୱାରା ଏକ ଅଧିକ ୨୦,୦୦୦ ରି ନିମ୍ବ

Diffractive grating: Diffractive grating is an optical element- a polychromatic light to visible range.

8  
#  
ଆତିଥି 5.15 m ଏବଂ ସ୍ଥର୍ଯ୍ୟ-ପ୍ରାୟ  $10^{-4}$  cm.

## # Types of diffraction grating:

## Diffracton grating ଓ ଏକ୍ଷାତ୍ମକ ପରିପାଳନ

Replica graving: ଅନ୍ତରେ କ୍ଷେତ୍ରରେ graving

ଏହା ଅନ୍ତରେରେ Film ଏବଂ ଡିପାର୍ ପ୍ଲାସଟିକ୍ ସୁଲ୍ଯିଉନ୍ ଏବଂ Replica graving ହେଲି

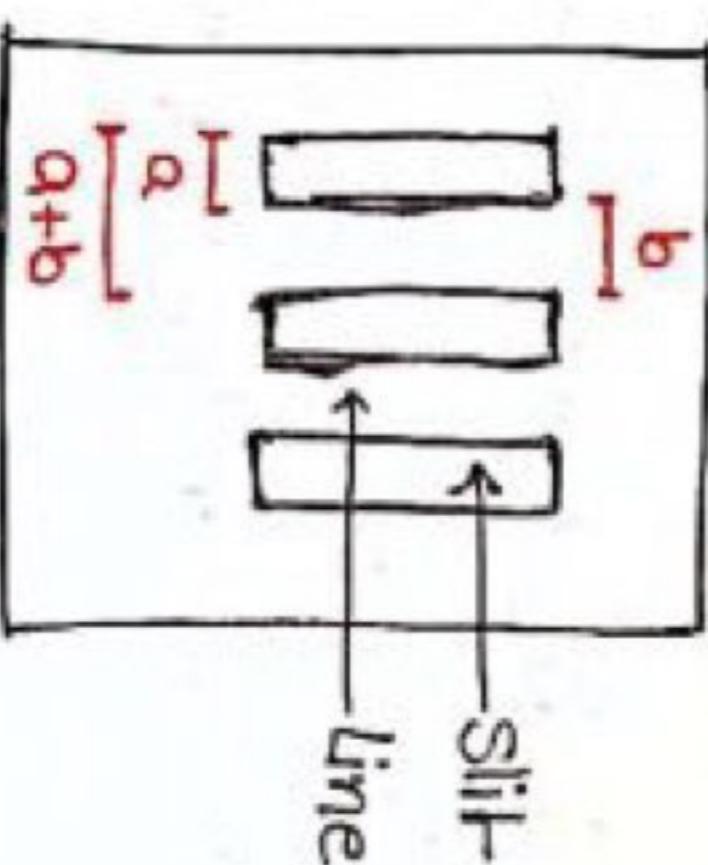
ଦେଖାଇଁ ମଧ୍ୟରେ ଛିକିତ୍ସା ଏବଂ Replica graving ଓ original graving ଏବଂ Line ଶୈଳୀ ଚାରି,

constant-or,

graving element: ଯେଇନ୍ ଏକଟି slit ଏବଂ ଅନ୍ତରେ ଏକଟି ପରିଷ୍କାର କରିବାରେ ଅନ୍ତରେ ଏକଟି ପରିଷ୍କାର କରିବାରେ ଅନ୍ତରେ ଏକଟି ପରିଷ୍କାର କରିବାରେ ଅନ୍ତରେ ଏକଟି ପରିଷ୍କାର କରିବାରେ ଅନ୍ତରେ ଏକଟି ପରିଷ୍କାର କରିବାରେ

element- ହାବି

Explaining: ଶବ୍ଦରେ ଏକଟି slit- ଏବଂ ଖେଳାରେ ଏକଟି ପରିଷ୍କାର କରିବାରେ ଏକଟି



∴ By definition,

$$\text{graving element} = a+b$$

$$\text{or, } d = a+b$$

ଏହା କେ graving element ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଗ୍ରେଇଙ୍ ଏବଂ (a+b) କୁବରିଲାଇ ଅବଶ୍ୱିତ ହୁଏ ବିଭିନ୍ନ

corresponding points ହୋଇଥାଏ,

graving ହେବା,

$$d \text{ ଦେଇର୍ବଳ ବ୍ୟାକ୍ ଯଥାର୍ଥ } 1 \text{ ଟଙ୍କ }$$

$$\therefore 1 \quad " \quad " \quad " \quad N = \frac{1}{d} = \frac{1}{a+b}$$

Application of graving:

(1) ଆମୋହର ତରଫୁର୍ଦ୍ଦରେ ନିର୍ମିତ-

(2) ଏକାରେ ଅବଶ୍ୱିତ ହୋଇଥାଏ ବନ୍ଦି କେବେ ଅବଶ୍ୱିତ ହୋଇଥାଏ

(3) ଜର୍ମାନୀରେ ବିଶ୍ୱାସ ଆପଥିନ୍ ଲୋଗେଟ ପରିବାର ଲିଖିତ-

$$\# N = \frac{1}{d} = \frac{1}{a+b} \quad [(a+b) \text{ ഇംഗ് ഗ്രാഡ് കുറഞ്ഞ ചോലകയാർ, element}]$$

↓  
No. of rulings per cm. (ruling : നിശ്ചിത ദാഖല)

# ചോലക N increase → order no. separated

by large angle.

# ചോലക N decrease → order no. separated

by small angle.

# ലോഹ പ്രകാശിക്കുന്ന ദാഖല അകൾ മുകളിൽ വികിട്ടു ചോലക പ്രയോഗം കുറഞ്ഞ ചോലക വികിട്ടു ചോലക പ്രയോഗം ആവശ്യമാക്കുന്നതു കാണാൻ വരുന്നു.

#  $\lambda$  ( $(n+d)$ ) കൊണ്ടെന്ന് ലിഭിഷ്ട് ടൈറ്റി ചോലകിലുണ്ട് മാറ്റി ത്രജിക്കേറ്റ പാദച്ചുഡാ.

∴ മുടക്കു പ്രകാശിക്കുന്നതു കുറഞ്ഞ ചോലക വികിട്ടു ചോലക പ്രയോഗം ആവശ്യമാക്കുന്നതു കാണാൻ വരുന്നു.

⇒ a ബാധക കി ഹരു — മാശാപാട്ടി അനുഷ്ഠിച്ചുവോ അഞ്ചാറു ഫീംഗ്രേ അരു മക്കി-വീടി കുമ്മ ചുഡാ വാരു!

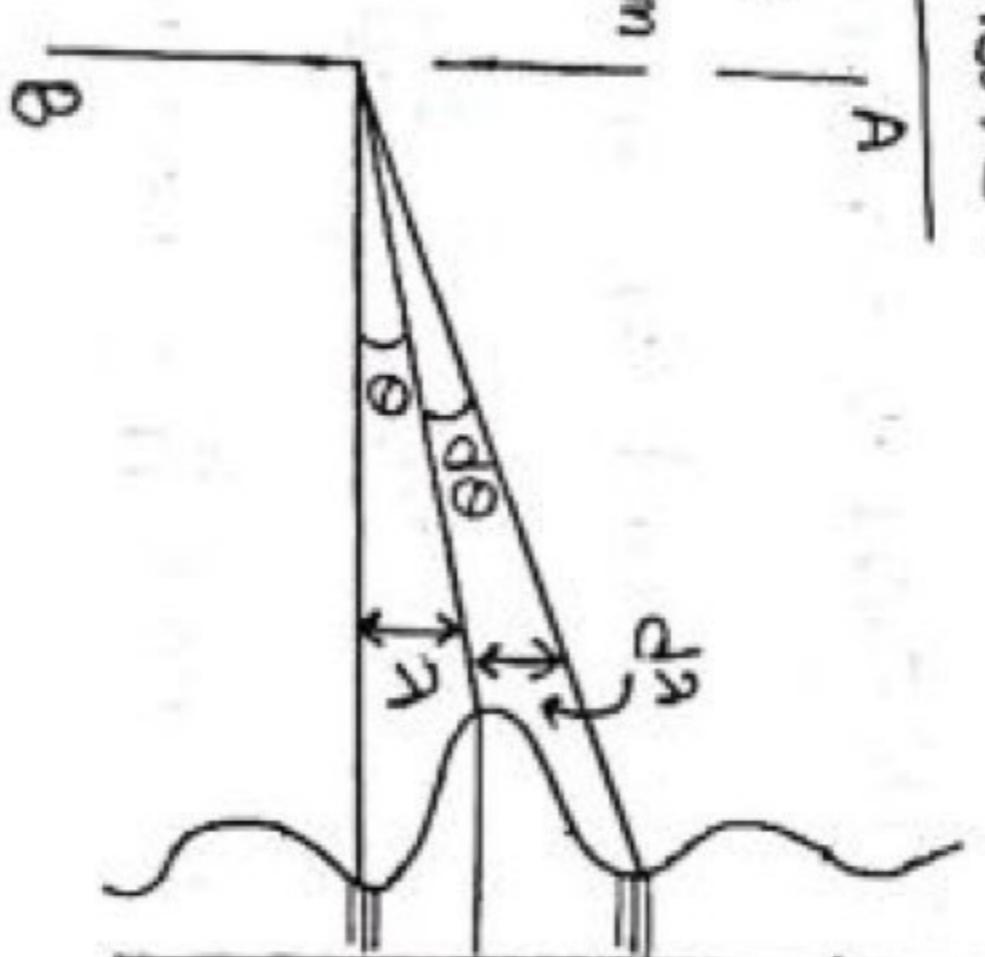
ചോലക അപദാർശന അലു സീഡി ഫ്രിംഗേ അരു ചുമ്പാൻ കുമ്മ ചോലക വാരു!

# Resolving Power Prove :

The principal maxima of  $\lambda$  in the direction

$\theta$  is given by,

$$(a+b) \sin\theta = m\lambda$$



The equation of  $\beta$

minima is ,

$$N(a+b) \sin\theta = m\lambda \quad [m=0, N, 2N \dots nN]$$

The first minima in the direction  $(\theta + \delta\theta)$  is given by,

$$N(a+b) \sin(\theta + d\theta) = (mN + 1) \lambda$$

$$\therefore (a+b) \sin(\theta + d\theta) = \left(n + \frac{1}{N}\right) \lambda \quad \text{--- (1)}$$

The principal maximum of  $(a+b)$  in direction  $(\theta + d\theta)$  is,

$$(a+b) \sin(\theta + d\theta) = n(a+d\lambda) \quad \text{--- (2)}$$

From (1) and (2), we get,

$$n(a+b) \sin(\theta + d\theta) = n(a+d\lambda)$$

$$\text{or, } n\lambda + \frac{\lambda}{N} = n\lambda + n\delta\lambda$$

$$\therefore \text{Resolving power} = \frac{\lambda}{\delta\lambda} = N.$$

# Resolving power is directly proportional to

(i) the order of the spectrum 'n'  
(ii) total number on the grating, N

#  $(a+b) \sin\theta = n\lambda : \text{বাল ক্ষেত্র}$   
#  $(a+b) \sin\theta = (2n+1) \frac{\lambda}{2} : \text{বাল অঞ্চল}$

বাল ক্ষেত্র প্রোট ফর,  $n=1$

$$\therefore \chi_{1B} = \frac{\lambda D}{d} \text{ and } \chi_{1D} = \frac{f\lambda}{d}$$

২য় ক্ষেত্র (অগ্রস ফর,  $n=2$ )

$$\therefore \chi_{2B} = \frac{2\lambda D}{d} \text{ and } \chi_{2D} = \frac{2f\lambda}{d}$$

$$\chi_{1D} = \frac{3\lambda D}{2d}, \chi_{1D} = \frac{3f\lambda}{2d}$$

## Theories of Light : Aromaticity Theory

**मान्यता** एवं प्रयोग के साथ एक स्थिर संख्या,  $n$ , का अनुपात में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

(1) Newton's compulsory theory

(2) Hygen's wave theory

### ③ Maxwell's electromagnetic Theory

(4) Planck's quantum theory

# 749 : 1947

ପ୍ରାଚୀନ କବିତା - ୩୮୦ mm x ୭୮୦ mm

କ୍ଷେତ୍ରମାଧ୍ୟ ପଦ୍ମ ପାତ୍ର ଯାହା ଅନ୍ତିମ ଉତ୍ସବରେ

#  
variable (variable constant - variable)

Ans: **Gracelings** एवं **Slit** (स्लिट) **Slit** एवं

କୁଥନ୍ତର ଦେଖିଲୁ ଓ କୁଥନ୍ତର ଅବସାଧ ଭାବୁ, ଗାଲାବ ଦେଖିଲୁ କୁଥନ୍ତର ଶାଶ୍ଵତ ରତ୍ନ ।

In her Perenae : ହୃଦୀ ମୁଖେଶ ଡେବର ଶତ ନିଜାତ

ପ୍ରମାଣ ଦିଲାମ୍ବାଜ୍ଞେ ଓ ବିଜ୍ଞାନ ବିଜ୍ଞାନ ଅଧ୍ୟାତ୍ମିକ

(3) Lasers  
(4) Optical pulse compression

(1) Monochromators (2) Spektrometers

## # Application of Diffraction grating:

# Condition of inference

- (୧) ଆଲୋକ କ୍ରିୟା ହେବି ମୁଦ୍ରାକାର ରହିଛି ।

(୨) କ୍ଷେତ୍ରପାତ୍ର ଅନ୍ତର୍ଭାବ ଓ ଅନ୍ତର୍ବାଦ ରହିଛି ।

(୩) କ୍ଷେତ୍ରପାତ୍ର ଅନ୍ତର୍ଭାବ ଓ ଅନ୍ତର୍ବାଦ ରହିଛି ।

## # Condition of diffraction

(୧) ପ୍ରାତି ସିରବେଦ କ୍ଲୋତ୍ : ଦ୍ୱାରା ଥିଲା ଜୀଜୁଳ ଶତ ଶତ ଫେର୍  
ଏବଂ ମେଘ ଆଗନ୍ତି ଡାର୍ଜୋଟ ନ ଫେର ଯମାନ୍ / କାହାଳାତି ଥିଲା  
(୨) ହୃଦୟ ଛାତ୍ରେ କ୍ଲୋତ୍ : ଛାତ୍ରୀ ଶୁଣ୍ଟ କରି ଥିଲା ହୃଦୟ ଯାଏ ଏବଂ  
କ୍ରାମର କ୍ରମାଳ୍ପିତ୍ତ ଥିଲା ।

$$A = 2a \cos\left(\frac{\pi x}{a}\right)$$

(A) କୁରୋ ଦ୍ୱାରି ଏହାର ଉପରିମଳୀ ଦେଖିଲା

# Constructive inference: পুরো দেশ শত

overlapping प्रभाव देखने विषय-परम्परा तथा

# Diffraction: അലിക്ക് തോന്ത്ര വാദികൾ

ବନ୍ଦାରୁକୁ ତିଆର୍ତ୍ତ ହେଉ ଗମଳି କବି ଜୟନ୍ତ ଏବଂ ଶିଖ  
ଦେଇ ଯାଇ । ଆମୋଡ ପ୍ରମୁଖ ଭେଟେ ଉଚ୍ଚ ଶାଶ୍ଵତ ପାଞ୍ଜାବୀ-  
diffraction / ଅଞ୍ଚଲତାଙ୍କ ଧରା,

୧) ଲେଖନ ବିଜ୍ଞାନ ଅଳ୍ପ : ବିଜ୍ଞାନ ତଥା ଆଧ୍ୟାତ୍ମିକ  
ପ୍ରାଣୀଙ୍କ ଶବ୍ଦ ଅନ୍ତିମ  
construction inkenfene

③ ଲେଖନ ବିଳ୍ପିତ ଜୟାମଣି: କିଞ୍ଚିତ ତଥା ଆଲୋଚନା ଜୀବିତ  
ପ୍ରାଣୀଙ୍କ ହାତେ ଯୁଦ୍ଧ ଉପରେ constructive influence

от  $\kappa = n\lambda = 2n\frac{\pi}{2}$

ଆମ୍ବାର ଶ୍ରୀକିରଣ ମହାନ୍ତିର ଅନ୍ଧାର କ୍ଷେତ୍ରର ଦେଖାଟି କାହାର  
ମହାପାଞ୍ଚିକି  $\frac{1}{2}$  ଦିନ ଲାଗୁ ହିଲାଏନ୍ତି ଏବେ

୨ ଆଥେଲାର ବିଳିଯ ଅଣି : ବିଳିଯ ତୟାର ଅଳ୍ପ କୁରୋନ୍ମୟ

$$\cos \frac{\pi x}{2} = 0$$

or,  $\frac{\pi x}{2} = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \dots, (2n+1)\frac{\pi}{2}$

∴  $x = (2n+1)\frac{\pi}{2}$  where,  $n=0, 1, 2,$

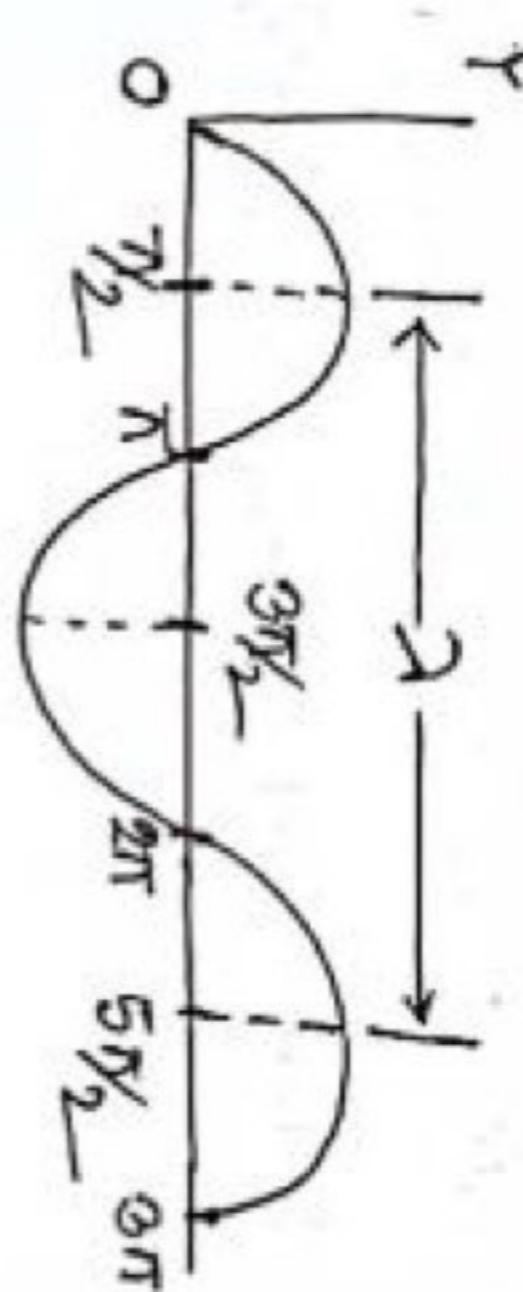
ଆଜ୍ଞାର ଶ୍ରୀପତି ମୁହଁନେତ୍ରୀ ଅଖ୍ୟାତ ଅଧିକାରୀ ରବାର ପାଇଁ

ପାତ୍ର ପାଦିକାନ୍ତରେ ଶରୀରରେ ଅନ୍ତରେ ଏହାରେ ଆମରିବାକୁ ପାରିବାରି

四

# ମେଗ ପାରିଶ୍ରଦ୍ଧା ଓ ଲକ୍ଷ୍ମୀ ପାରିଶ୍ରଦ୍ଧା :

ଅର୍ପଣା ପାଇଁ କୋଣ ଅନୁଭୂତି ହୀଠି କରାଯିବା  
ଅର୍ପଣା ପାଇଁ କୋଣ ଅନୁଭୂତି ହୀଠି କରାଯିବା



ମେର ପାଖିର କାହାର ଲକ୍ଷ ପାଖିର = 2π

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

$$= 2\pi \chi$$

۱۷

$$S = 2\pi \times \frac{r}{2} \times \text{পরিসর}$$

$$S = \frac{\pi r^2}{4} \times \text{পরিসূতি}$$

Page: 25

# Determination of the Refractive index of the material of a thick prism by spectrometer.

# Prism: তিনটি আয়তকার এবং ছীরি প্রিস্মেলাস অসম থেকে দোষ কীৰ্ত্তিক লোল তৃছ, আজ্ঞাকু প্ৰতিযোগী মাধ্যম কে Prism বল। Prism ও জোট বলি জা খালে।

প্ৰতিক্ৰিণ জোট (Refracting surface): Prism গুৰে প্ৰতিক্ৰিণ হৃদি কোণ অংশ। Prism ও জোট বলি

প্ৰিস্মে হৃদ (Section): প্ৰিস্মের মধ্য লিপ্তি প্ৰতিক্ৰিণ তন্তৰযোগ ঘোৱ লভ্য তমল দহলোল এলটি কীৰ্ত্তিক অনাল �section/ প্ৰিস্ম হৃদ গৈ,

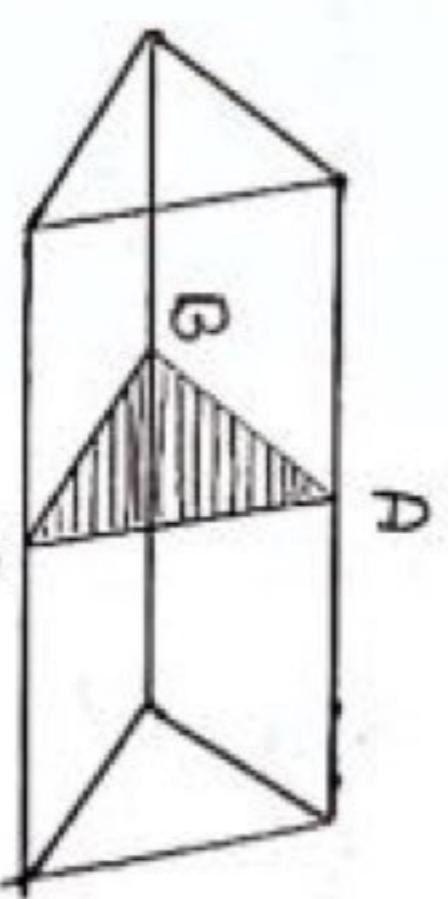
যে জোট আলোক বলিষ্ঠ প্ৰেক্ষণ কৰে বৈ বৈ,

কীৰ্ত্তি (Edge): প্ৰতিক্ৰিণ জোৱা- প্ৰ-বিকল হৃদ

কৰে জোট কীৰ্ত্তি রাখে।

প্ৰিস্ম কোণ (Angle of prism) : প্ৰতিক্ৰিণ তন্তৰ এৰ মধ্যৰ কোণ। তলে Refracting angle রাখ ইয়।

প্ৰিস্মের হৃদি (Base): প্ৰিস্মের বিভিন্ন জোট প্ৰিস্মে হৃদি কোণ ইয়।



নিলে AB ও AC প্ৰতিক্ৰিণ তলা,  $\angle A$  প্ৰিস্ম কোণ  
ৰে প্ৰিস্মে হৃদি, AB প্ৰিস্মে হৃদ।

# Real Values of Experiments :

1. Thermal conductivity,  $k = 4.2 \times 10^{-4}$   
 $\text{cal.s}^{-1}.\text{cm}^{-1}.\text{^{\circ}C}^{-1}$
2. Grating, Resolving Power = 15000  
(as per grating introduction)
3. Refractive index of prism,  $\mu = 1.65$   
(depends on using light waves)
4. Specific rotation of sugar solution  
=  $66.59^\circ$
5. Thermocouple (No real value). (Depends on day temp. on that day)

**ব্যতিচার (Interference) :**

দুটি সুসজ্ঞাত উৎস হতে নিঃসৃত সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দূটি আলোক তরঙ্গ কোনো মাধ্যমের কোনো একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একই সঙ্গে গমন করলে তরঙ্গ দুটির উপরিপাতনের ফলে বিন্দুটি কখনও কখনও খুব উজ্জ্বল ও কখনও কখনও অন্ধকার দেখায়। আলোকের এ ঘটনাকে ব্যতিচার বলে।

কোনো বিন্দুতে ঐ তরঙ্গ দূটি একই দশায় আপত্তি হলে অর্থাৎ ঐ বিন্দুতে উভয় তরঙ্গের তরঙ্গশীর্ষ বা তরঙ্গপাদ আপত্তি হলে ঐ বিন্দুতে লম্বি বিস্তার তরঙ্গ দুটির বিস্তারের সমষ্টির সমান হবে।

যেহেতু প্রাবল্য বিস্তারের বর্গের সমানপাতিক, সেহেতু বিন্দুটি উজ্জ্বল দেখাবে। আবার, কোনো বিন্দুতে তরঙ্গ দুটি বিপরীত দশায় আপত্তি হলে অর্থাৎ ঐ বিন্দুতে একটি তরঙ্গের তরঙ্গশীর্ষ অপরটির তরঙ্গপাদ ছিতীয়টির তরঙ্গশীর্ষের সাথে মিলিত হলে লম্বি বিস্তার শূন্য হবে। ফলে বিন্দুটি অন্ধকার দেখাবে। এটাই আলোকের ব্যতিচার। আলোকের ব্যতিচার আলোকের তরঙ্গ তত্ত্ব সমর্থন করে। 1801 খ্রিস্টাব্দে টমাস ইয়ং (Thomas Young) আলোকের ব্যতিচার আবিষ্কার করেন। ব্যতিচার দুই ধরনের—(১) গঠনমূলক ব্যতিচার ও (২) ধ্রংসাত্মক ব্যতিচার।

**গঠনমূলক ব্যতিচার (Constructive interference)** : দুটি উৎস হতে সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দূটি আলেক্ট তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে উজ্জ্বল বিন্দু পাওয়া গেলে তাকে গঠনমূলক ব্যতিচার বলে।

**ধ্রংসাত্মক ব্যতিচার (Destructive interference)** : দুটি উৎস হতে সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে অন্ধকার বিন্দু পাওয়া গেলে তাকে ধ্রংসাত্মক ব্যতিচার বলে।

**কাজ :** গঠনমূলক ও ধ্রংসাত্মক ব্যতিচারের শর্ত কী ?

যেসব বিন্দুতে উপরিপাতিত তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য  $\frac{\lambda}{2}$  এর অযুগ্ম গুণিতক, অর্থাৎ পথ পার্থক্য  $= (2n + 1)\frac{\lambda}{2}$ , যখন

$n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$  ইত্যাদি সেসব বিন্দুতে ধ্রংসাত্মক ব্যতিচারের সৃষ্টি হবে। তরঙ্গচতুর্থ যদি কিসিমী

আবার যেসব বিন্দুতে উপরিপাতিত তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য  $\frac{\lambda}{2}$  এর যুগ্ম গুণিতক, অর্থাৎ পথ পার্থক্য  $= 2n\frac{\lambda}{2}$ ,

যখন  $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$  ইত্যাদি সেসব বিন্দুতে গঠনমূলক ব্যতিচারের সৃষ্টি হবে। তরঙ্গচতুর্থ যদি কিসিমী

**ব্যতিচার ঝালর (Interference fringe) :** কোনো তলে বা পর্দায় ব্যতিচার ঘটানো হলে সেখানে অনেকগুলো পরস্পর সমান্তরাল উজ্জ্বল ও অন্ধকার রেখা বা পটি পাওয়া যায়। এই উজ্জ্বল ও অন্ধকার রেখা বা ভোরাগুলোকে এক সঙ্গে আলোকের ব্যতিচার ঝালর বলে।

**চিড় বা স্লিট (Slit) :** দের্ঘের তুলনায় খুবই খুন্দ প্রস্থবিশিষ্ট আয়তাকার সরু ছিদ্রকে চিড় বা স্লিট বলে।

**ব্যতিচারের শর্তাবলি :** ব্যতিচারের জন্য নিম্নলিখিত শর্তাবলির প্রয়োজন—

- (১) আলোক উৎস দুটি সুসজ্ঞাত হতে হবে।
- (২) উৎস দুটি ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম হতে হবে।
- (৩) উৎস দুটি পরস্পরের খুব নিকটে হতে হবে।
- (৪) তরঙ্গ দুটির বিস্তার সমান বা প্রায় সমান হতে হবে। ইয়ংসন্স ত্রয়োদশ
- (৫) পর্যাঙ্গমিক উজ্জ্বল ও অন্ধকার বিন্দুর জন্য পথ-পার্থক্য যথাক্রমে অর্ধতরঙ্গদ্বয়ের যুগ্ম ও অযুগ্ম গুণিতক হতে হবে।

উপরোক্ত শর্তসমূহ পালিত হলে ব্যতিচার পাওয়া যাবে।

**আলোকের ব্যতিচারের বৈশিষ্ট্য :**

- (১) দুটি সুসজ্ঞাত উৎস হতে একই মাধ্যমের কোনো বিন্দুতে আলোক তরঙ্গমালার উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়।
- (২) ব্যতিচারে সাধারণত পটিগুলোর বেধ সমান হয়।
- (৩) ব্যতিচারে উজ্জ্বল পটি ও অন্ধকার পটিগুলোর অন্তর্ভুক্তি দূরাত্মক সমান হাতে।
- (৪) ব্যতিচারে অন্ধকার পটিতে কোনো আলো থাকে না এবং সম্পূর্ণ অন্ধকার হাতে।
- (৫) ব্যতিচারে সব উজ্জ্বল পটিগুলোর আলোক প্রাবল্য সমান হাতে।

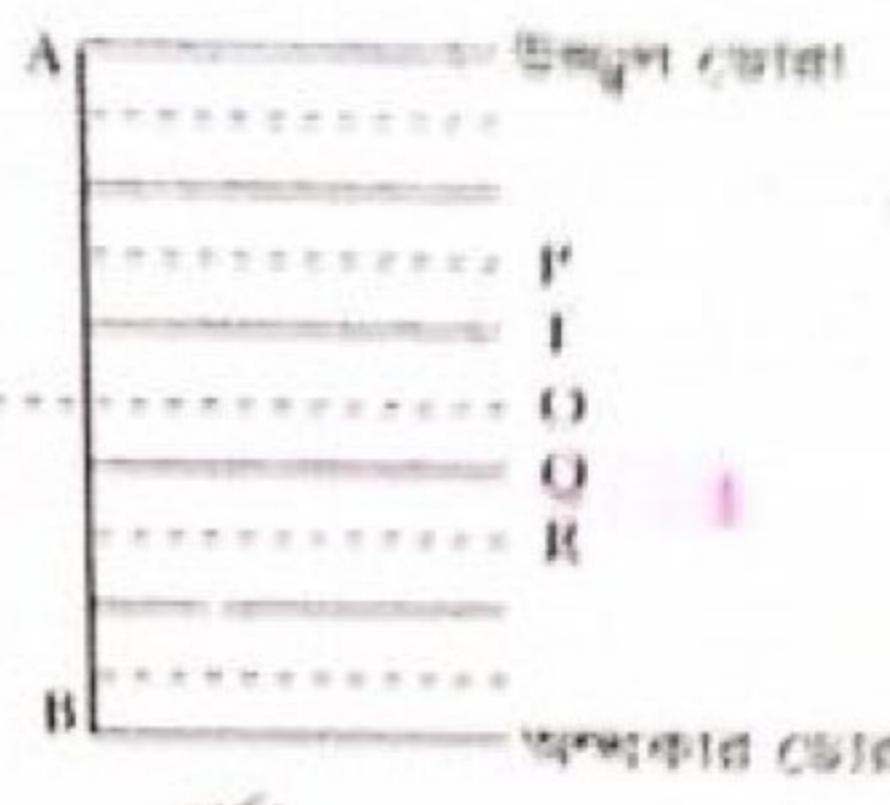
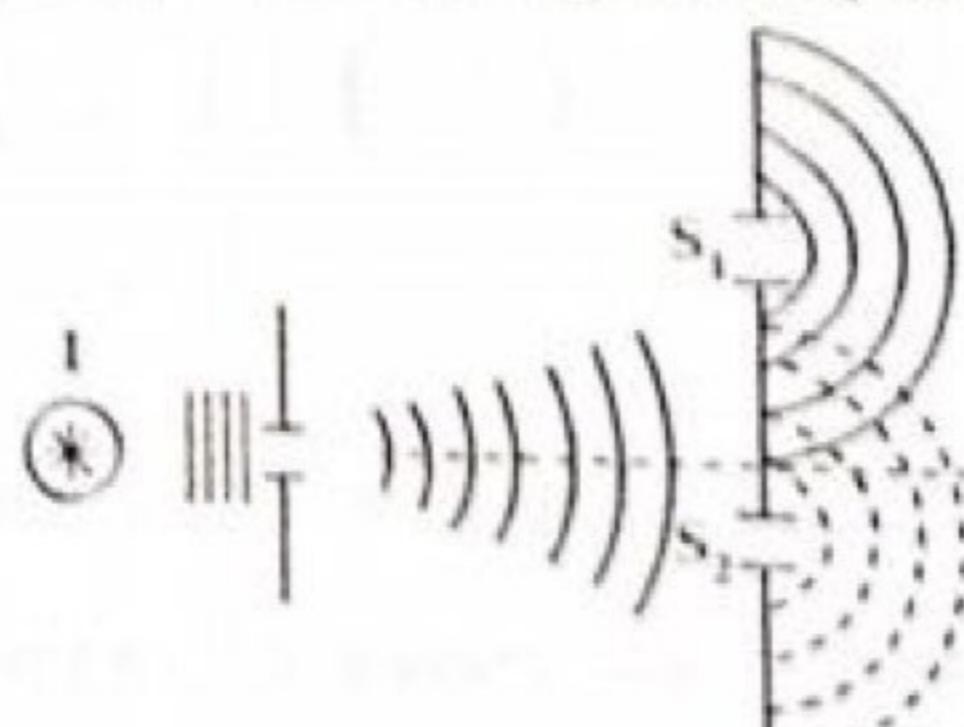
**আলোকের ব্যতিচারের ক্ষেত্রে ইয়ংসন্স দ্বি-চিড় পরীক্ষা**  
**Young's Double Slit Experiment on Interference of Light**

1807 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী ইয়ং আলোকের ব্যতিচার প্রদর্শনের নিমিত্তে একটি পরীক্ষা সম্পাদন করেন। তার নামানুসারে এই পরীক্ষাকে ইয়ং-এর পরীক্ষা বলা হয়। এই পরীক্ষায় বিজ্ঞানী ইয়ং আলোক উৎস ব্যবহার করেন।

**পরীক্ষা :** মনে করি S একটি সরুরেখা ছিদ্রপথ। L একটি একবৰ্ণ আলোক উৎস। S-এর মধ্য দিয়ে একবৰ্ণ আলোক গমন করছে।



৮, এবং ৯, খুবই কাছাকাছি দূর্টি দেখা যাবা চিত্র ৭.১৪। অলোক ই-কল সময়ে উচ্চমুখ্যমানে প্রাপ্ত করা হয়েছে। আলোক ৮, ইতে দেখা হয়ে ৮, ৯, ১০, এবং ১১, এর উপর পরিষিক ইতে করা এবং এর পর দেখা যাবাক করাকালে কাছাকাছি নির্গত হবে। নির্গত করজ দূর্টির বিকল্প হয়ে মাঝামের মধ্যে দিয়ে সমস্পর্শে প্রতিকার পরিম করা। দিয়েন



চিত্র ৭.১৪

ইয়ে এরকম পর্যায় রূপিত বাতিচার পটি দেখতে পান। তরজ দূর্টি যদি পর্দার কোনো বিন্দুতে একই দশাত হিসিত হয় তবে সে স্থান উজ্জ্বল দেখাবে। এর নাম গঠনমূলক বাতিচার। আর তরজ দূর্টি যদি পর্দার কোনো বিন্দুতে ক্ষিণিত দশাত হিসিত হয়, তবে সে স্থান অন্ধকার দেখাবে। এর নাম শাস্ত্রাত্মক বাতিচার। চিত্রে AB পর্দার ড্যাম ড্যাম স্থানে উজ্জ্বল হিস্ব এবং নিরবচ্ছিন্ন স্থানে অন্ধকার হিস্ব সৃষ্টি হবে।

ইয়ে আরো উভের করেন যে যদি S উৎস সরিয়ে নেয়া হয় কিন্তু S<sub>1</sub> ও S<sub>2</sub>-এর দূরত্ব বাঢ়িয়ে দেয়া হয়, তবে বাতিচার ভোরা অর্ধাং রূপিত পটি দেখা যাবে না। সাদা আলোর পরিবর্তে একবর্ণ (monochromatic) আলো নিয়ে পর্যায়ক্রমিক উজ্জ্বল ও অন্ধকার ভোরা দেখা যায়।

### ইয়ে-এর চি-চি পরীক্ষার ব্যাখ্যা

Explanation of Young's Double Slit Experiment

হাইগেনসের নীতি ব্যবহার করে ইয়ে এর চি-চি পরীক্ষায় সৃষ্টি বাতিচার ব্যাখ্যা করা যায়। চি-চি ১ পোর্টে তরজমুখ প্রেরণ করে। S<sub>1</sub> ও S<sub>2</sub> থেকে S এর দূরত্ব সমান হওয়ায় একই সময়ে একই তরজমুখ S<sub>1</sub> ও S<sub>2</sub>-তে এসে পৌছায়। এই তরজমুখের উপর অবস্থিত S<sub>1</sub> ও S<sub>2</sub> বিন্দু এখন গৌণ তরজ নিষ্পৃত করে দেখানো প্রস্তুতের সাথে একই দশায় দাকে। সুতরাং S<sub>1</sub> ও S<sub>2</sub> চি-চি থেকে নিষ্পৃত গৌণ তরজমুখ সুসজ্ঞ। কেননা তাদের অফাক ও বিস্তার একই। এখন S<sub>1</sub> ও S<sub>2</sub> থেকে নিষ্পৃত তরজ দূর্টি উপরিপাতিত হয়ে বাতিচার সৃষ্টি করে। সমস্পর্শসম্পন্ন কলাগুলো উপরিপাতিত হয়ে গঠনমূলক এবং বিপরীত দশাসম্পন্ন কলাগুলোর উপরিপাতিত ফলে শাস্ত্রাত্মক বাতিচার সৃষ্টি হয়। ৭.১৮ চিত্রে ড্যাম লাইন দ্বারা শাস্ত্রাত্মক বাতিচার বুঝানো হয়েছে।

ধরা যাক, একটি সূক্ষ্ম চি-চি S<sub>1</sub>, তরজাদৈর্ঘ্যের একবর্ণ আলোক দ্বারা আলোকিত। S<sub>1</sub> হতে নির্গত গোলাকৃতির আলোক তরজ S<sub>1</sub>-এর কাছাকাছি এবং সমদূরত্বে অবস্থিত দূর্টি সমাত্রজ্ঞ চি-চি S<sub>1</sub> ও S<sub>2</sub>-কে আলোকিত করে।

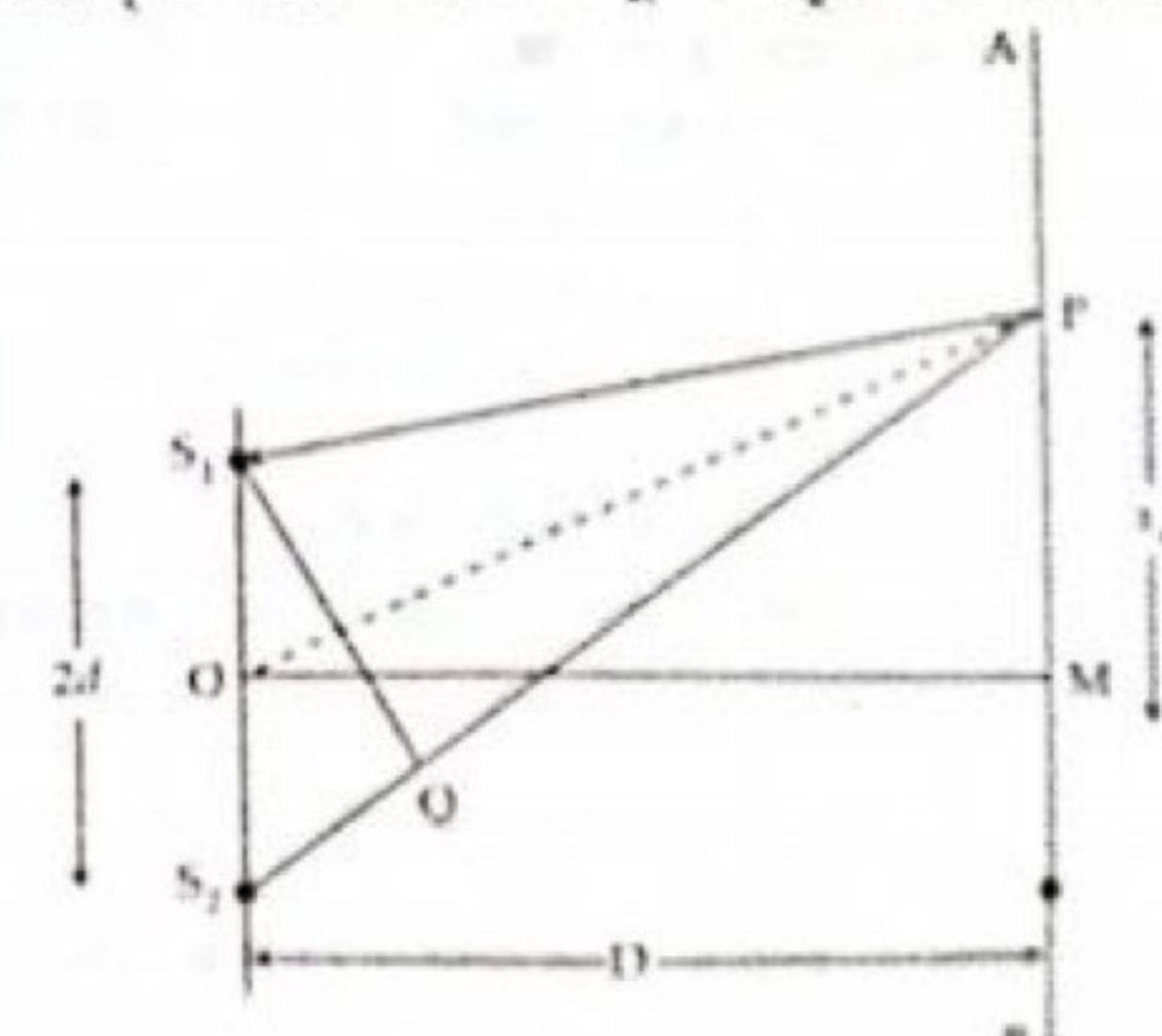
ধরা যাক, S<sub>1</sub> চি-চি হতে P বিন্দুতে [চিত্র ৭.১৯] আপচিত আলোক তরজের সমীকরণ

$$y_1 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} vt \quad \dots \dots \quad (7.10)$$

এখানে,  $y_1$  = আলোক তরজের সরণ,  $v$  = তরজের বেগ,  $\lambda$  = তরজাদৈর্ঘ্য এবং  $a$  = তরজের বিস্তার।

এখন, S<sub>2</sub> চি-চি হতে P বিন্দুতে আপচিত আলোক তরজের সরণ  $y_2$  এবং S<sub>2</sub> হতে আপচ রশ্মিতের পথ পার্থক্য  $x$  হলে, S<sub>2</sub> হতে আগত তরজের সমীকরণ দেখা যায়,

$$y_2 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) \quad \dots \dots \quad (7.11)$$



চিত্র ৭.১৯

P বিন্দুতে এই দুটি তরঙ্গের উপরিপাতন ঘটায়, সম্মিলিত সরণ y হবে—

$$\begin{aligned} y &= y_1 + y_2 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} vt + a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) \\ &= 2a \cos \left( \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{x}{2} \right) \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + \frac{x}{2}) \quad [ \because \sin A + \sin B = 2 \sin \left( \frac{A+B}{2} \right) \cos \left( \frac{A-B}{2} \right) ] \end{aligned}$$

এটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের সমীকরণ। এর বিস্তার

$$A = 2a \cos \left( \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \frac{x}{2} \right) = 2a \cos \left( \frac{\pi x}{\lambda} \right)$$

আমরা জানি, আলোর তীব্রতা বা প্রা঵ল্য  $I = A^2$ । সূতৰাঙ, বিস্তার সর্বনিম্ন বা সর্বোচ্চ হলে প্রা঵ল্যও যথাক্রমে সর্বনিম্ন বা সর্বোচ্চ হবে।

(i) **উজ্জ্বল বিন্দুর শর্ত** : বিস্তার তথা আলোর তীব্রতা সর্বোচ্চ হবে, অর্থাৎ গঠনমূলক ব্যতিচার হবে, যখন—

$$\begin{aligned} \cos \frac{\pi x}{\lambda} &= 1 \\ \text{বা, } \frac{\pi x}{\lambda} &= 0, \pi, 2\pi, \dots, n\pi \\ \text{বা, } x &= n\lambda = 2n \left( \frac{\lambda}{2} \right) \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (7.12) \end{aligned}$$

সূতৰাঙ, আলোর তীব্রতা সর্বোচ্চ অর্থাৎ উজ্জ্বল হওয়ার শর্ত হলো পথ পার্শ্বক্ষণ্য  $\frac{\lambda}{2}$ -এর যুগ্ম গুণিতক হতে হবে।

(ii) **অন্ধকার বিন্দুর শর্ত** : বিস্তার তথা প্রা঵ল্য সর্বনিম্ন অর্থাৎ খাঁসাত্মক ব্যতিচার হবে, যখন—

$$\begin{aligned} \cos \frac{\pi x}{\lambda} &= 0 \\ \text{বা, } \frac{\pi x}{\lambda} &= \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \dots, (2n+1)\frac{\pi}{2} \\ \text{বা, } x &= (2n+1) \frac{\lambda}{2} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (7.13) \end{aligned}$$

এখানে  $n = 0, 1, 2, 3$  ইত্যাদি

অতএব, আলোর তীব্রতা সর্বনিম্ন অর্থাৎ অন্ধকার হওয়ার শর্ত হলো পথ পার্শ্বক্ষণ্য  $\frac{\lambda}{2}$ -এর অযুগ্ম গুণিতক হতে হবে।

পরপর দুটি উজ্জ্বল বা অন্ধকার ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব এবং ডোরার প্রস্থ

ডোরার বিস্তার বা প্রস্থ :

চিত্ৰ ৭.৯ হতে আমরা পাই,

$$(S_1 P)^2 = D^2 + (x_n - d)^2$$

$$\text{এবং } (S_2 P)^2 = D^2 + (x_n + d)^2$$

$$\therefore (S_2 P)^2 - (S_1 P)^2 = [D^2 + (x_n + d)^2] - [D^2 + (x_n - d)^2] = (x_n + d)^2 - (x_n - d)^2$$

$$\text{বা, } (S_2 P + S_1 P)(S_2 P - S_1 P) = 4x_n d$$

এখন  $P$  বিন্দু  $M$  বিন্দুর খুবই সন্ধিকটে অবস্থিত বলে

$$S_1 P \approx S_2 P \approx D \text{ হৰা যায়।}$$

$$\text{অতএব, } (S_2 P - S_1 P) = \frac{4x_n d}{(S_2 P + S_1 P)} \approx \frac{4x_n d}{2D} = \frac{2x_n d}{D}$$

এখন  $S_1$  হতে  $S_2 P$  এর উপর  $S_1 Q$  লম্ব টানি। সূতৰাঙ এই দুটি তরঙ্গের পথ পার্শ্বক্ষণ্য

$$c = S_2 Q = (S_2 P - S_1 P) = \frac{2x_n d}{D} \quad \dots \quad \dots \quad (7.14)$$

এখন সমীকরণ (7.12) হতে জানি,  $n$ -তম উজ্জ্বল ডোরার জন্য পথ পার্শ্বক্ষণ্য  $n\lambda$ -এর সমান হতে হবে।

$$\therefore \frac{2x_n d}{D} = n\lambda, \text{ এখানে } n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{বা, } x_n = \frac{D}{2d} n\lambda$$

$\lambda = \text{অৱগতীদৈৰ্ঘ্য}$

$D = \text{চৰিদ্রু হত্তোক দূৰত্ব}$

$2d = \text{চৰিদ্রু মুক্তি দূৰত্ব}$

$b = \text{ডোর প্রস্থ}$

অনুরূপভাবে M বিন্দু হতে  $(n+1)$ -তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব

$$x_{n+1} = \frac{D}{2d} (n+1) \lambda$$

পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব বা ব্যবধান

$$\text{অর্থাৎ } \beta = x_{n+1} - x_n$$

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

$$\therefore \beta = \frac{D}{2d} \lambda$$

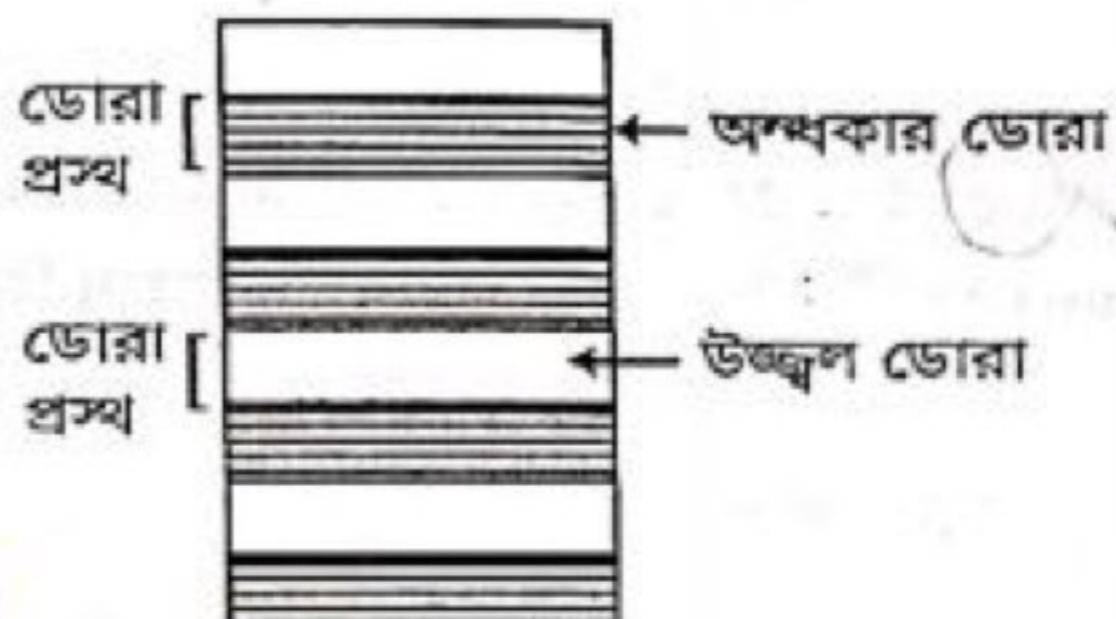
## ১ ২টি উজ্জ্বল ডোরা মণ্ডলী ব্যবধান,

আবার, অন্ধকার ডোরার জন্য পথ পার্থক্য  $(2n+1)\frac{\lambda}{2}$ -এর সমান হতে হবে [সমীকরণ (7.13)]

$$\therefore \frac{2x_n d}{D} = (2n+1) \frac{\lambda}{2}$$

অনুরূপভাবে, M হতে  $(n+1)$ -তম অন্ধকার ডোরার দূরত্ব

$$\begin{aligned} x_{n+1} &= \frac{D}{2d} [(2(n+1)+1) \frac{\lambda}{2}] \\ &= \frac{D}{2d} (2n+3) \frac{\lambda}{2} \end{aligned}$$



চিত্র ৭.১০

পরপর দুটি অন্ধকার ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব বা ব্যবধান

$$\begin{aligned} \text{অর্থাৎ, } \beta &= (x_{n+1}) - x_n = \frac{D}{2d} (2n+3) \frac{\lambda}{2} - \frac{D}{2d} (2n+1) \frac{\lambda}{2} \\ &= \frac{D}{2d} \lambda \end{aligned}$$

$$\beta = \frac{\lambda D}{2d}$$

(7.16)

সিদ্ধান্ত : সমীকরণ (7.15) ও (7.16) হতে দেখা যায় যে, (i) ব্যতিচারের ক্ষেত্রে ২টি উজ্জ্বল বা অন্ধকার ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব বা ঝালরের প্রস্থ সমান [চিত্র ৭.১০]। (ii) D এর মান বাড়ালে অর্থাৎ চিড় দুটি এবং পর্দার মধ্যবর্তী ব্যবধান বাড়লে ডোরার প্রস্থ বাড়ে।  $2d$  এর মান কমালে অর্থাৎ চির দুটি কাছাকাছি থাকলে ডোরার প্রস্থ বাড়ে। এই পরীক্ষা তরঙ্গ দুটিকে সমর্থন করে।

এখন একটি উজ্জ্বল বা অন্ধকার ডোরার প্রস্থ বা বেধ (width) দুটি অন্ধকার ডোরা বা দুটি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধানের অধৈক। সূতরাং ডোরার প্রস্থ বা বেধ,

$$b = \frac{\lambda D / 2d}{2} = \frac{\lambda D}{4d}$$

$$b = \frac{\lambda D}{4d}$$

(7.17)

সমীকরণ (7.17) হতে দেখা যায় যে, (i) D-এর মান বাড়ালে অর্থাৎ উৎসদ্বয় ও পর্দার মধ্যবর্তী দূরত্ব বাড়ালে ডোরার প্রস্থ বৃদ্ধি পায় (ii)  $d$ -এর মান কমালে অর্থাৎ উৎসদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কমালে ডোরার প্রস্থ বাড়ে।

হিসাব : ইয়ে এর ছি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির মধ্যে দূরত্ব  $0.8 \text{ mm}$  এবং চিড়গুলি থেকে পর্দার দূরত্ব  $1 \text{ m}$ । চিড়গুলিকে  $5890 \times 10^{-10} \text{ m}$  তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলো দ্বারা আলোকিত করা হলে উজ্জ্বল ডোরার প্রস্থ নির্ণয় কর।

$$\begin{aligned} \text{Hints: } \text{ডোরার প্রস্থ, } b &= \frac{D\lambda}{2 \times 2d} = \frac{1 \times 5890 \times 10^{-10}}{2 \times 0.8 \times 10^{-3}} \\ &= 0.37 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.37 \text{ mm} \end{aligned}$$

### গাণিতিক উপায়ৰণ

১)  $0.4 \text{ mm}$  ব্যবধানবিশিষ্ট দুটি চিড় হতে  $1 \text{ m}$  দূরত্বে অবস্থিত পর্দার উপর ব্যতিচার সজ্জা সৃষ্টি হলো।

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গাদর্শ  $5000 \text{ Å}$  হলে পরপর দুটি উজ্জ্বল ও অন্ধকার পদ্ধির কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত?

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} x_n &= \frac{D\lambda}{2d} \\ &= \frac{1 \times 5000 \times 10^{-10}}{4 \times 10^{-4}} \\ &= 1.25 \times 10^{-3} \text{ m} = 1.25 \text{ mm} \end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} 2d &= 0.4 \text{ mm} \\ &= 4 \times 10^{-4} \text{ m} \\ D &= 1 \text{ m} \\ \frac{\lambda}{x_n} &= 5000 \text{ Å} = 5000 \times 10^{-10} \text{ m} \\ &=? \end{aligned}$$

২। একটি ইয়ং এর খিচড় পরীক্ষায় চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূৰত্ব ০.৪ মিমি। চিড়ের সমান্তরালে ১ মিটার দূৰত্বে স্থাপিত পর্দায় ডোৱা সৃষ্টি কৰা হলে দেখা যায় কেন্দ্ৰীয় উজ্জ্বল ডোৱা থেকে 12-তম উজ্জ্বল ডোৱার দূৰত্ব ৯.৩ মিমি। ব্যবহৃত আলোৰ তরঙ্গদৈৰ্ঘ্য কত?

আমৱা জানি,

$$x_n = \frac{n\lambda D}{2d}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{x_n \times 2d}{nD}$$

$$\therefore \lambda = \frac{9.3 \times 10^{-3} \times 0.4 \times 10^{-3}}{12 \times 1}$$

$$= 0.31 \times 10^{-6} \text{ m} = 3100 \text{ Å}$$

৩। ইয়ং এর খি-চিড় পরীক্ষায় আলোৰ কম্পাঙ্ক  $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ । পাৰ্শ্ববৰ্তী দুটি ডোৱাৰ কেন্দ্ৰীয় মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব ০.৭৫ mm। পৰ্দাটি যদি ১.৫৫ m দূৰে থাকে তাহলে চিড় দুটিৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব কত?

মনে কৰি চিড় দুটিৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব =  $2d$

আমৱা জানি,

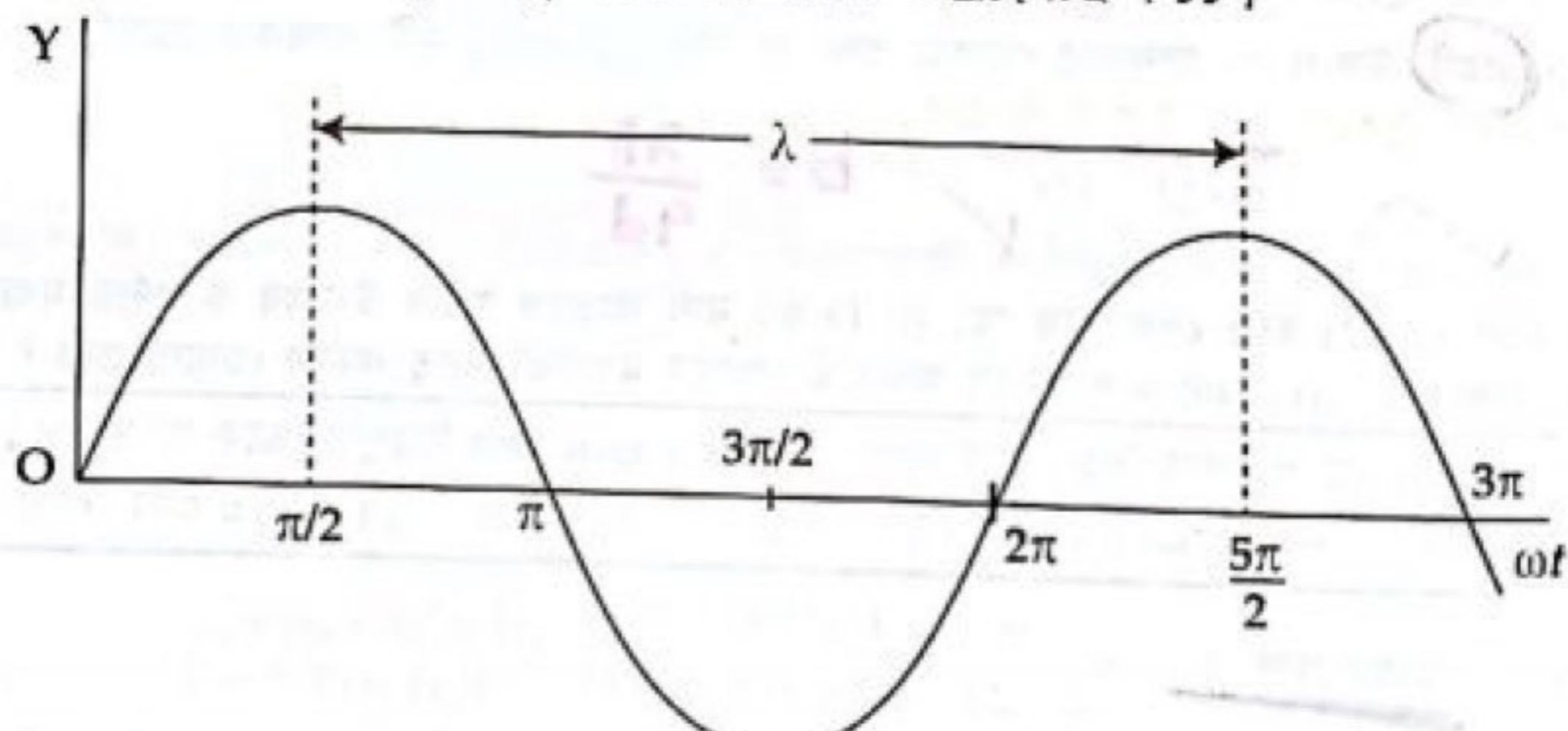
$$c = v\lambda$$

$$\therefore \lambda = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{14}} = 5 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\text{আবাব, } 2d = \frac{D\lambda}{\beta} = \frac{1.55 \times 5 \times 10^{-7}}{0.75 \times 10^{-3}}$$

$$= 1.03 \times 10^{-3} \text{ m} = 1.03 \text{ mm}$$

পথ পাৰ্থক্য ও দশা পাৰ্থক্যেৰ মধ্যে সম্পৰ্ক : আমৱা জানি, কোনো তরঙ্গেৰ দুটি তরঙ্গশীৰ্ষ বা তরঙ্গ পাদে এৰ দূৰত্ব হচ্ছে তরঙ্গদৈৰ্ঘ্য,  $\lambda$  এবং ঐ দুটি বিলুৱ মধ্যে দশা পাৰ্থক্য =  $2\pi$  [ চিত্ৰ ৭.১১ ]



চিত্ৰ ৭.১১

অতএব, পথ পাৰ্থক্য  $\lambda$ -এৰ জন্য দশা পাৰ্থক্য =  $2\pi$

$$\text{পথ পাৰ্থক্য } l - \text{এৰ জন্য দশা পাৰ্থক্য} = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\therefore \text{পথ পাৰ্থক্য } x - \text{এৰ জন্য দশা পাৰ্থক্য} = \frac{2\pi}{\lambda} x = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{পথ পাৰ্থক্য}$$

$$\text{অতএব, } \delta = \frac{2\pi}{\lambda} x$$

সমীকৰণ (7.18) দশা ও পথ পাৰ্থক্যেৰ মধ্যে সম্পৰ্ক নিৰ্দেশ কৰে।

$$\dots D = \frac{2\pi}{\lambda} \times \beta \quad (7.18)$$

### গাণিতিক উপায়ৰণ

১) একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ-পার্থক্য  $\frac{\lambda}{4}$ । বিন্দুদ্বয়ের দশা পার্থক্য কত ?

আমরা, জানি,

$$\text{দশা পার্থক্য}, \delta = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{পথ-পার্থক্য}$$

$$= \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{4} = \frac{\pi}{2}$$

এখানে,

$$\text{পথ-পার্থক্য} = \frac{\lambda}{4}$$

$$\text{দশা পার্থক্য} = ?$$

কৰ : দুটি আলাদা উৎস ব্যতিচার সৃষ্টি করতে পারে না কেন ? — ব্যাখ্যা কর।

মনুসারিত কাজ : ব্যতিচার সৃষ্টিকারী দুটি তরঙ্গের একটির পথে একটি পাতলা কাঁচ প্লেট রাখলে আলরের কি পরিবর্তন হবে ?

ব্যতিচার সৃষ্টিকারী দুটি তরঙ্গের যে কোনো একটির পথে ! বেধের একটি পাতলা কাঁচ প্লেট রাখলে তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে ( $\mu - 1$ )! পরিমাণ অতিরিক্ত পথ-পার্থক্যের সৃষ্টি হবে। এখানে  $\mu =$  কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক। ফলে সমগ্র ব্যতিচার দার, কাঁচ প্লেটের বেদিকে রাখা হয়েছে সেদিকে সরে যাবে। বিন্দু ব্যতিচার আলরে সরণ ঘটলেও আলর প্রস্থের কোনো পরিবর্তন হবে না।

### ৭.৬ আলোকের অপবর্তন

#### Diffraction of light

আমরা জানি যে সমস্ত মাধ্যমে আলোক সরল পথে গমন করে কিন্তু আলোকের পথে একটি অবজ্ঞ বস্তু স্থাপন করলে, অস্তুর বস্তুর পিছনে একটি কালো জায়গা পরিলক্ষিত হয়। এর নাম ছায়া। এই ছায়া সৃষ্টিই আলোকের রৈখিক গতির প্রমাণ। তবে ছায়াকে বিশেষভাবে লক্ষ করলে দেখা যাবে যে, আলোকের রৈখিক গতির নিয়মানুসারে ছায়া বেমন হওয়া উচিত তা হয় না। ছায়ার কিনারা বরাবর কিন্তু অংশ আলোকিত দেখায়। এটি হতে প্রতীয়মান হয় যে, আলোক বস্তুর কিনারা দিয়ে সরল পথে গমন না করে সম্মান্য ঘূরে বাঁকা পথে চলে। বস্তুর কিনারা ঘোষে আলোকের খালিকটা বেঁকে যাওয়াকে অপবর্তন বলে। তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে এই ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

অপবর্তনের শর্ত : অপবর্তন সৃষ্টির দুটি শর্ত রয়েছে; যথা—

(১) খাড়া ধারের (straight edge) ক্ষেত্রে : ধার খুব তীক্ষ্ণ হতে হবে এবং এর প্রস্থ আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda$ -এর সমান বা কাছাকাছি মানের হতে হবে।

(২) সরু ছিদ্রের ক্ষেত্রে : ছিদ্র খুবই সরু হতে হবে যাতে এর ব্যাস তরঙ্গদৈর্ঘ্যের  $\lambda$ -এর সমান বা কাছাকাছি মানের হতে হয়।

আলোকের অপবর্তন দুই প্রকার; যথা—

(১) ফ্রেনেল শ্রেণি অপবর্তন (Fresnel's class of diffraction) এবং

(২) ফ্রনহফার শ্রেণি অপবর্তন (Fraunhofer's class of diffraction)।

ফ্রেনেল শ্রেণি অপবর্তন : যখন উৎস এবং পর্দা তাদের মধ্যবর্তী বাধা হতে অল্প দূরত্বের মধ্যে অবস্থান করে তখন এ বাধার দরুন পর্দায় আলোকের যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে তাকে ফ্রেনেল শ্রেণি অপবর্তন বলে।

খাড়া ধারে (Straight edge), সরু তারে (Narrow wire) এবং অল্প পরিসর ছিদ্রে (Narrow slit), সূচে এই ধরনের অপবর্তন ঘটে। এক্ষেত্রে আপাতত তরঙ্গমুখ গোলীয় বা সিলিঙ্গার আকৃতির হয়।

ফ্রনহফার শ্রেণি অপবর্তন : যখন উৎস এবং পর্দা তাদের মধ্যবর্তী বাধা হতে অসীম দূরত্বে অবস্থান করে তখন এ বাধার দরুন পর্দায় যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে তাকে ফ্রনহফার শ্রেণি অপবর্তন বলে। এই অপবর্তনের ক্ষেত্রে তরঙ্গ মুক্ত সমতল হয়ে থাকে। কোনো উক্ত লেন্সের ফোকাস তলে একটি আলোক উৎস স্থাপন করলে লেন্সে প্রতিসরণের পর সমান্তরাল রশ্মি গুচ্ছ উৎপন্ন হয় সেগুলোকে কোনো প্রতিবন্ধক বা চিরের ওপর আপাতিত করে এ ধরনের অপবর্তন পাওয়া যায়। একক রেখা ছিদ্র বা চিড়ের (Single slit), যুগ্ম রেখা ছিদ্র (Double slit) এবং গ্রেটিং বা আঁকড়ি (Grating) হারা এই অপবর্তন সৃষ্টি করা হয়।

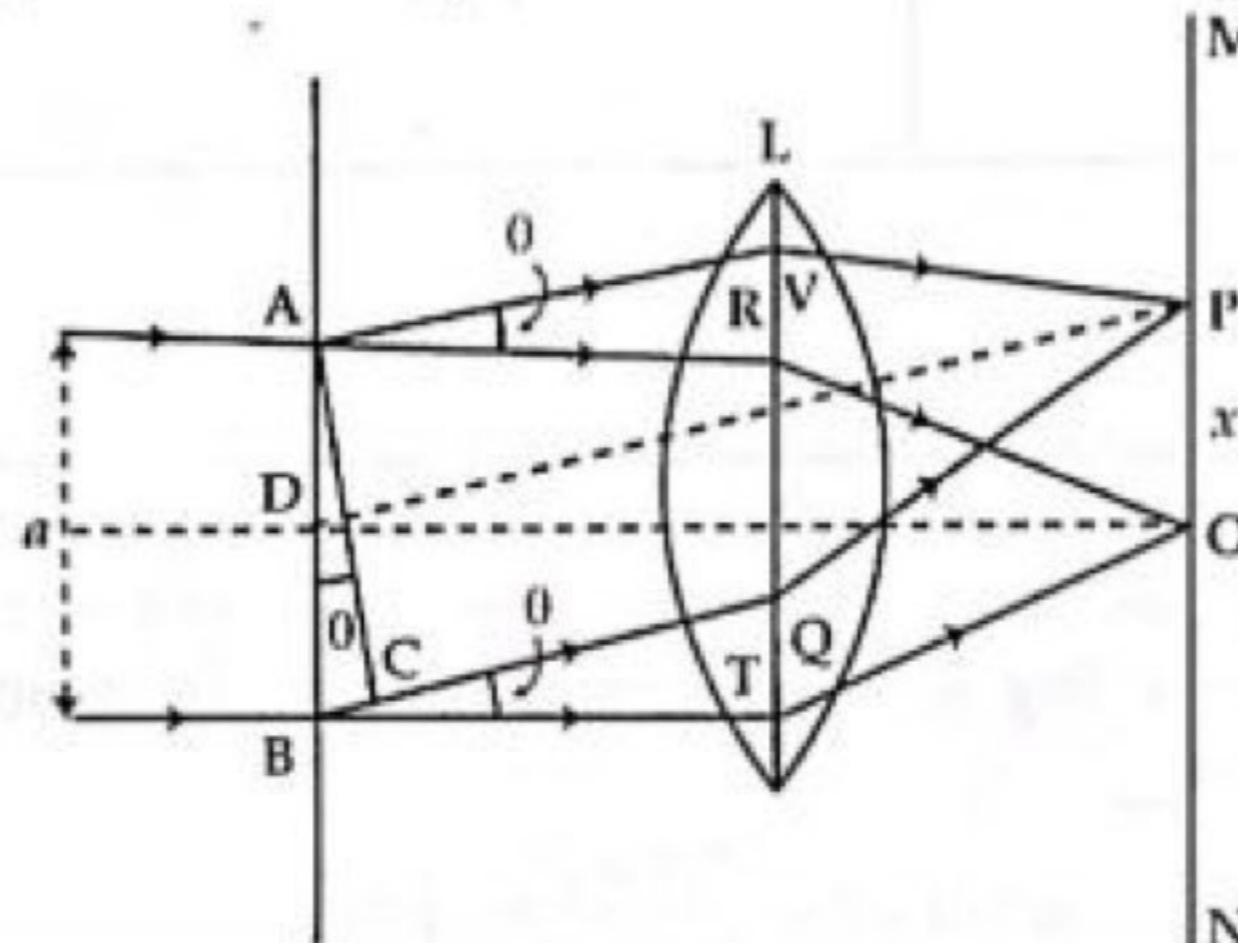
কাজ : একক রেখাচিত্রে ফ্রেনেল ও ফ্রনহফার অপবর্তন আলরের মধ্যে কোনো পার্থক্য আছে কী ?

একক রেখাচিত্রে ফ্রনহফার ব্যতিচার আলরে কেন্দ্রীয় পটি সর্বদা উজ্জ্বল। কিন্তু ফ্রেনেল ব্যতিচার আলরের কেন্দ্রীয় পটি উজ্জ্বল কিংবা অন্ধকার হতে পারে। যা নির্ভর করে একক রেখাচিত্রে অর্ধপর্যায় কাল অঞ্চলের সংখ্যার উপর।

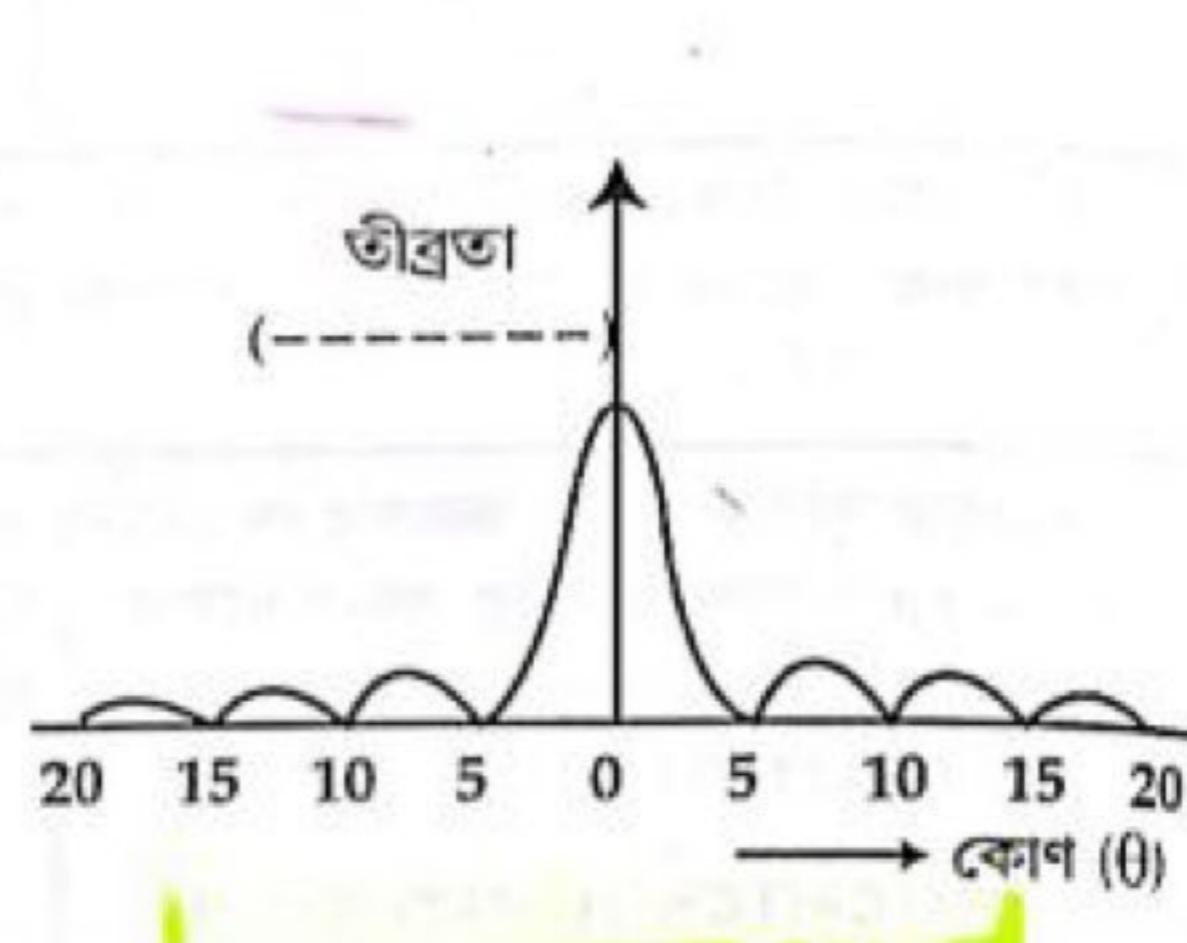
### একক রেখাচিহ্ন বা চিঠড়ের জন্য অপৰ্যন্তন

**Diffraction at a single slit**

একক রেখা চিঠড়ে ফুন্দফার অপৰ্যন্তন (Fraunhofer diffraction at a single slit) : মনে কৰি AB একটি রেখাচিহ্ন যার বেধ  $= n$  [চিত্র ৭.১২]। ধৰি  $\lambda$  তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এক রংতা সমান্তরাল আলোক গুচ্ছ সমতল তরঙ্গমুখৈ AB ছিদ্রের উপর লম্বভাবে আপত্তি হলো। AB-এর মধ্য দিয়ে নির্গত আলোকগুচ্ছকে একটি উজ্জল লেন্স L দ্বাৰা এক ফোকাস তলে MN পর্দার উপর একত্রীভূত কৰা হয়। ফলে আপতনের অভিমুখে রেখাচিহ্নের মুখোমুখি একটি উজ্জ্বল কেন্দ্ৰীয় পটি এবং এর দুই পার্শ্বে এক সমান্তরালে একান্তরভাবে সঞ্জীত অন্ধকার ও কম উজ্জ্বল কয়েকটি পটি সৃষ্টি হয়।



চিত্র ৭.১২



চিত্র ৭.১৩

কেন্দ্ৰীয় উজ্জ্বল পটিৰ তুলনায় অন্যান্য উজ্জ্বল পটিৰ উজ্জ্বল্য অনেক কম এবং বাইরের দিকে দ্রুত হ্রাস পায়। শুধু তই নয় পটিগুলোৰ বেধ সমান থাকে না [চিত্র ৭.১৩]।

**ব্যাখ্যা :** AB রেখাচিহ্নে অবস্থিত সমতল তরঙ্গমুখৈৰ প্রতিটি কণা সমদশাসম্পন্ন। ঐ সব কণা হতে গৌণ তরঙ্গ উৎপন্ন হয়। যে সব আড় তরঙ্গ ব্যবৰ্তিত না হয়ে সোজা DO-এর সমান্তরালে গমন কৰে L লেন্স দ্বাৰা পর্দার O বিন্দুতে একত্রিত হয় তারা ঐ বিন্দুকে খুব উজ্জ্বল বিন্দুতে পৱিণত কৰে, এখানে AB রেখার ঠিক মধ্য বিন্দু D। কাৰণ O বিন্দুতে পৌছতে তরঙ্গসমূহেৰ কোনো পথ-পার্থক্য থাকে না। তারা সমদশায় O বিন্দুতে পৌছে গঠনমূলক ব্যতিচার সৃষ্টি কৰে। এখানে O বিন্দুকে মুখ্য চৰম বিন্দু (Principal maxima) বলা হয়। এই বিন্দুৰ উজ্জ্বল্য সৰ্বাধিক।

আবার কিছু সংখ্যাক আড় তরঙ্গ  $\theta$  কোণে ব্যবৰ্তিত হয়ে DP অভিমুখৈৰ সমান্তরালে চলে L লেন্স দ্বাৰা P বিন্দুতে একত্রিত হয়। এ ক্ষেত্ৰে আড় তরঙ্গসমূহ সমান পথ অতিক্ৰম কৰে না বলে P বিন্দুতে ঐ সব তরঙ্গেৰ দশা সমান হয়। এই পথ-পার্থক্য নিৰ্ণয়েৰ অন্য B বিন্দু হতে  $\theta$  কোণে ব্যবৰ্তিত BQ রেখার উপর AC লম্ব টানি। তা হলে,  $\angle PDO = \theta$

$$\therefore A \text{ ও } B \text{ বিন্দু হতে নিৰ্গত তরঙ্গেৰ মধ্যে পথ পার্থক্য} = BC$$

$$\text{কিন্তু } BC = AB \sin \theta = n \sin \theta$$

কাজেই উজ্জ্বল বিন্দুৰ জন্য :

$$n \sin \theta = (2n + 1)\lambda / 2 \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (7.19)$$

এবং অন্ধকার বিন্দুৰ জন্য :

$$n \sin \theta = n\lambda \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (7.20)$$

এখানে  $n$  একটি সংখ্যা এবং  $n = 1, 2, 3, 4$  ইত্যাদি।

এখন  $n \sin \theta = \lambda$  হলে, সব তরঙ্গেৰ দৰুন P বিন্দুতে লম্বি সৱণ শূন্য হবে। কাৰণ A বিন্দু হতে নিৰ্গত তরঙ্গ এ রেখাচিহ্নেৰ মধ্যবিন্দু D হতে নিৰ্গত তরঙ্গেৰ মধ্যে পথ পার্থক্য হবে  $\lambda/2$  এবং পৱিণ্ডেৰ প্ৰভাৱ নাকচ কৰে দিবে। এমনিভাৱে তরঙ্গমুখৈৰ উভয় অৰ্দেৰ প্ৰতি দুটি অনুৰূপ বিন্দুৰ (Corresponding points) মধ্যে পথ পার্থক্য  $\lambda/2$  হয়ে উঠে। সব বিন্দু হতে নিৰ্গত তরঙ্গগুলো পৱিণ্ডেৰ প্ৰভাৱ নাকচ কৰবে।

$\therefore O$  বিন্দুৰ উভয় পার্শ্বে প্ৰথম অবম বিন্দুৰ ( $n = 1$ ) ক্ষেত্ৰে অপৰ্যন্তন কোণ  $\theta$  হলে,

$$n \sin \theta = \lambda$$

$$\text{বা, } \sin \theta = \lambda/n.$$

তেমনি O বিন্দুৰ উভয় পার্শ্বে  $n$ -তম অবম বিন্দুৰ ক্ষেত্ৰে অপৰ্যন্তন কোণ  $\theta_n$  হলে,

$$n \sin \theta_n = n\lambda \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (7.21)$$

L লেপ হতে AB রেখাছিদ্র খুব নিকটে থাকলে অথবা L লেপ হতে পর্দা বেশ দূরে থাকলে  $x_n = OP_n = \text{মুখ্য চরম বিন্দু } O \text{ হতে } n\text{-তম অবম বিন্দুর দূরত্ব} \text{ এবং লেসের ফোকাস দূরত্ব } f \text{ হলে আমরা পাই,}$

$$\sin \theta_n = \frac{n\lambda}{a} = \frac{x_n}{f}$$

$$\text{বা, } x_n = \frac{n\lambda f}{a}$$

উক্ত সমীকরণের সাহায্যে মুখ্য চরম বিন্দু হতে বিভিন্ন অবম বিন্দুর ( $n = 1, 2, 3$  ইত্যাদি) অবস্থান পাওয়া যায়।

$$\text{গুণ: } a \sin \theta = \frac{3\lambda}{2} \cdot \frac{5\lambda}{2} \cdot \frac{7\lambda}{2} \dots \dots (2n+1)\lambda/2$$

হলে বাখ্য করা যায় যে তারা O বিন্দুর উভয় পার্শ্বে আরও কতগুলো চরম বিন্দু উৎপন্ন করবে এবং পর্যায়ক্রমে তারা প্রতি দুটি অবম বিন্দুর মধ্যে অবস্থান করবে। এ সব চরম বিন্দুকে গৌণ বা সম্পূরক চরম বিন্দু (Secondary or Subsidiary maxima) বলে।

$n$ -তম গৌণ চরম বিন্দুর ক্ষেত্রে অপবর্তন কোণ  $\theta_n$  এবং O হতে ঐ বিন্দুর দূরত্ব  $x_n'$  হলে,

$$a \sin \theta_n' = (2n+1)\lambda/2 = \frac{n \cdot x_n'}{f} \dots \dots \dots \dots (7.24)$$

সূতরাং দেখা যাচ্ছে যে মুখ্য চরম বিন্দুর উভয় পার্শ্বে অপবর্তনের দরুন পর্যায়ক্রমে অন্যান্য অবম ও চরম বিন্দু গঠিত হচ্ছে। গৌণ চরম বিন্দুগুলোর উচ্চতা বা দীপন মাত্রা ক্রমশ হ্রাস পায়।

হিসাব : একটি ফুনহফার শ্রেণির একক চিত্রের অপবর্তন পরীক্ষায়  $5890 \text{ \AA}$  তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হলো। চিত্রের বেধ  $0.2 \text{ mm}$  হলে প্রথম অবমের জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর।

Hints : অবমের শর্তানুসারে  $a \sin \theta = n\lambda$

$$\therefore \sin \theta = \frac{n\lambda}{a} = \left( \frac{1 \times 5890 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-4}} \right) = 2945 \times 10^{-6}$$

$$\therefore \theta = 17^\circ \text{ প্রায়, অবমের জন্য অপবর্তন কোণ } 0.17^\circ$$

কাজ : একক রেখাছিদ্র দ্বারা সৃষ্টি ফুনহফার অপবর্তন ঝালরের চরম ও অবম বিন্দুর শর্ত কী ?

একক রেখাছিদ্র দ্বারা সৃষ্টি ফুনহফার অপবর্তন ঝালরে চরম ও অবম বিন্দুর শর্ত হলো— কেন্দ্রীয় উচ্চল পটি ( $0 = 0$ ) এর উভয় দিকে গৌণ চরম বিন্দুগুলির ক্ষেত্রে পথ পার্থক্য  $a \sin \theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ . যখন রেখাছিদ্রের বেধ =  $a$ , আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য =  $\lambda$ , অপবর্তন কোণ  $\theta$  এবং  $n = 1, 2, 3, \dots$ । সঠিক হিসাব অনুযায়ী  $a \sin \theta = \pm 1.43\lambda, \pm 2.46\lambda, \dots$  ইত্যাদি। অর্থাৎ গৌণ চরম বিন্দুগুলির মধ্যে দূরত্ব সমান নয়।

আবার অবম বিন্দুগুলির ক্ষেত্রে পথ পার্থক্য  $a \sin \theta = \pm n\lambda$ , অর্থাৎ অবম বিন্দুগুলি পরস্পর সমদূরবর্তী, যখন  $n = 1, 2, 3, \dots$  ইত্যাদি।

আলোকের অপবর্তনের বৈশিষ্ট্য :

- ১) একটি তরঙ্গমুখের বিভিন্ন অংশ হতে নির্গত গৌণ তরঙ্গসমূহের ব্যতিচারের ফলে অপবর্তন সৃষ্টি হয়।
- ২) অপবর্তন ঝালরে পটিগুলোর বেধ কখনও সমান হয় না।
- ৩) অপবর্তনের ক্ষেত্রে উচ্চল পটি ও অল্পকার পটিগুলোর অন্তর্ভুক্ত দূরত্বগুলো ক্রমাগত কমতে থাকে।
- ৪) অপবর্তনে অল্পকার পটিগুলো সম্পূর্ণ অল্পকার থাকে না। এতে সর্বদা কিছু আলো থেকে যায়।
- ৫) অপবর্তনে উচ্চল পটিগুলোর প্রত্যেকটিতে আলোক প্রা঵ল্য কখনই সমান থাকে না। এই প্রা঵ল্যের মান কেন্দ্রীয় পটিতে সর্বাধিক হয় এবং উভয় পার্শ্বস্থ পটিগুলোতে এই প্রা঵ল্য ক্রমশ হ্রাস পায়।

### অপবর্তন গ্রেটিং

#### Diffraction grating

অপবর্তন সৃষ্টি করার জন্য একটি বিশেষ ব্যবস্থার নাম গ্রেটিং বা কাঁচারি। অনেকগুলো সম্প্রস্তরের রেখাছিদ্র পাশাপাশি স্থাপন করে গ্রেটিং বা কাঁচারি গঠন করা হয়। গ্রেটিং প্রধানত দুই প্রকার, যথা—

N ১) নিঃসরণ বা নির্গমন গ্রেটিং (Transmission grating) এবং

P ২) প্রতিফলন গ্রেটিং (Reflection grating)।



এখানে আমৱা নিঃসৱণ গ্রেটিং বিশদভাৱে আলোচনা কৰাৰ।

### সমতল নিঃসৱণ গ্রেটিং Plane transmission grating

আলোক উৎসকে বিশ্লেষণেৰ একটি অতি প্ৰয়োজনীয় যন্ত্ৰণা হলো অপৰ্বৰ্তন গ্রেটিং। একটি সূচালো অগ্ৰজন বিশিষ্ট হীৱাৰ টুকুৱা দিয়ে একটি সহজ সমতল কাচ পাতে দাগ কেটে গ্ৰেটিং তৈৰি কৰা হয়। গ্ৰেটিং-এ প্ৰতি সেচিমিটাৰে প্ৰায় 10,000টি দাগ কাটা ধাকে। এক একটি চিড়েৰ প্ৰস্থ প্ৰায়  $10^{-4}$  cm।

সংজ্ঞা : পাশাপাশি স্থাপিত অনেকগুলো সমগ্ৰস্থেৰ সূক্ষ্ম চিড়সমন্বন্ধ পাতকে অপৰ্বৰ্তন গ্ৰেটিং বলে।

সাধাৱণ কাজেৱ জন্য পৱৰীক্ষাগাৱে আৱ এক প্ৰকাৱেৰ নিঃসৱণ গ্ৰেটিং ব্যবহাৰ কৰা হয়। প্ৰকৃত রেখাজৰি গ্ৰেটিং (সেচুলয়েজ) ফিল্মেৰ উপৰ চালাই প্ৰাপ্তিতে এই গ্ৰেটিং প্ৰস্তুত কৰা হয়। এৱ নাম প্ৰতিলিপি গ্ৰেটিং (Replica grating)।

গ্ৰেটিং শ্ৰবক (Grating constant) : যে কোনো একটি চিড়েৰ শুৰু থেকে পৱৰত্তী চিড়েৰ শুৰু পৰ্যন্ত দূৰত্বে গ্ৰেটিং শ্ৰবক বলা হয়। অন্যভাৱে বলা যায় যে কোনো চিড়েৰ শেষ প্ৰান্ত থেকে পৱৰত্তী চিড়েৰ শেষ প্ৰান্তেৰ দূৰত্বে গ্ৰেটিং শ্ৰবক বলে।

ব্যাখ্যা : মনে কৰি, একটি গ্ৰেটিং-এৰ প্ৰতিটি চিড়েৰ বেধ বা প্ৰস্থ =  $a$

এবং প্ৰতিটি রেখাৰ বেধ বা প্ৰস্থ =  $b$

সংজ্ঞানুসাৱে, গ্ৰেটিং শ্ৰবক,  $d = a + b$

$d$ -কে অনেক সময় গ্ৰেটিং উপাদান (Grating element) বলা হয়।

গ্ৰেটিং-এৰ 'd' দৈৰ্ঘ্যে রেখাৰ সংখ্যা = ১টি

অতএব, একক দৈৰ্ঘ্যে রেখাৰ সংখ্যা,  $N = \frac{1}{d} = \frac{1}{a+b}$  ... (7.25)

গ্ৰেটিং-এৰ  $(a+b)$  ব্যবধানে অবস্থিত দুটি বিন্দুকে বলা হয় অনুৰূপ বিন্দু (corresponding points)।

### গাণিতিক উদাহৰণ

১। একটি ফুনকাৱ শ্ৰেণিৰ একক চিড়েৰ দৱুন অপৰ্বৰ্তন পৱৰীক্ষায়  $5600 \text{ \AA}$  তরঙ্গদৈৰ্ঘ্যেৰ আলো ব্যবহাৰ কৰা হলো। প্ৰথম ক্ৰমেৰ অন্ধকাৱ পত্ৰিৰ জন্য অপৰ্বৰ্তন কোণ নিৰ্ণয় কৰ। [চিড়েৰ বিস্তাৱ  $0.22 \text{ mm}$ ]

আমৱা, জানি,

অবমেৰ শৰ্ত অনুসাৱে,

$$a \sin \theta = n\lambda \quad \therefore \quad \sin \theta = \frac{n\lambda}{a}$$

$$\text{বা, } \theta = \sin^{-1} \left( \frac{1 \times 5600 \times 10^{-10}}{2.2 \times 10^{-4}} \right)$$

$$= 0.145^\circ \text{ (প্ৰায়)}$$

এখানে,

$$a = 0.22 \text{ mm}$$

$$= 2.2 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$n = 1$$

$$\lambda = 5600 \text{ \AA}$$

$$= 5600 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\theta = ?$$

২। কোনো অপৰ্বৰ্তন গ্ৰেটিং-এ প্ৰতি সেচিমিটাৰে 4200 রেখা রয়েছে। এৱ উপৰ সোডিয়াম আলোৰ সমতাৱ তরঙ্গদৈৰ্ঘ্য নিৰ্ণয় কৰ। সোডিয়াম আলোৰ

আমৱা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{N} \sin \theta_n = n\lambda \quad \text{বা, } \lambda = \frac{\sin \theta_n}{Nn}$$

$$= \frac{\sin 30^\circ}{2.38 \times 10^{-6} \times 2} = 1.05 \times 10^{-5} \text{ m}$$

এখানে,

$$N = \frac{1}{a+b} = \frac{1 \text{ cm}}{4200} = \frac{1 \times 10^{-2} \text{ m}}{4200}$$

$$= 2.38 \times 10^{-6}$$

$$n = 2$$

$$\theta_n = 30^\circ$$

$$\lambda = ?$$

### গ্ৰেটিং-এৰ ব্যবহাৱ

#### Uses of grating

গ্ৰেটিং বিভিন্ন কাজে ব্যবহৃত হয়। নিম্নে এৱ ব্যবহাৱ উল্লেখ কৰা হলো—

১। আলোকেৰ তরঙ্গদৈৰ্ঘ্য নিৰ্ণয় কৰা যায়।

২। একই তরঙ্গদৈৰ্ঘ্যেৰ দুটি বৰ্ণালী বেঞ্চা পৃথক কৰা যায়।

৩। তরঙ্গদৈৰ্ঘ্যেৰ সাপেক্ষে অপৰ্বৰ্তন কোণেৰ পৱৰিবৰ্তনেৰ হার নিৰ্ণয় কৰা যায়।

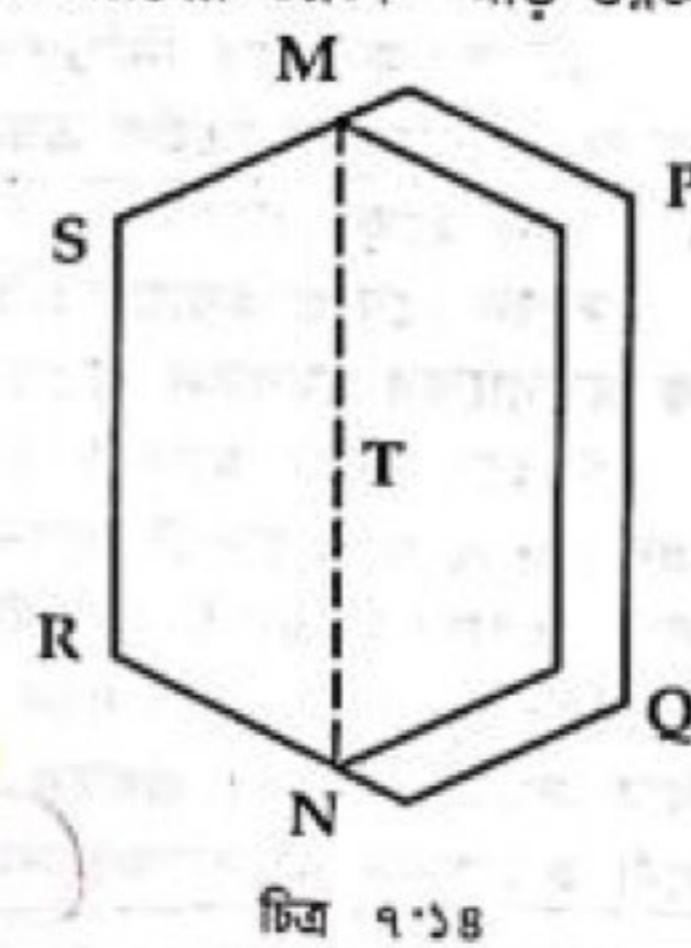
### ৭.৭ আলোকের সমবর্তন Polarisation of Light

আমরা জানি আলোক এক প্রকার শক্তি যা দৃষ্টির অনুভূতি জন্মায়। আলোকের প্রকৃতি নির্ণয়ের জন্য পাচটি তত্ত্ব আছে। এদের মধ্যে আলোকের তরঙ্গ তত্ত্ব অন্যতম। বিজ্ঞানী হাইগেনস 1678 খ্রিস্টাব্দে এই তত্ত্ব আবিষ্কার করেন। প্রতিসরণ, ব্যতিচার, অপবর্তন প্রভৃতি ঘটনাবলি ব্যাখ্যা করা যায়। কিন্তু আলোক কি ধরনের তরঙ্গ—আড় তরঙ্গ না পরবর্তীকালে আলোক সংক্রান্ত এমন ক্ষেত্রগুলো ফলাফল পাওয়া গেছে যা বিশ্লেষণ করলে দেখা যায় যে, আলোক তরঙ্গ কখনই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ নহে, এটি গুরুত্বপূর্ণ। এ পরীক্ষা হতে নিঃসন্দেহে প্রমাণিত হয় যে, আলোক আড় তরঙ্গ। আলোকের সমবর্তন আড় তরঙ্গের একটি প্রকৃষ্ট প্রমাণ। এখন আলোচনা করা যাক আলোকের সমবর্তন কী?

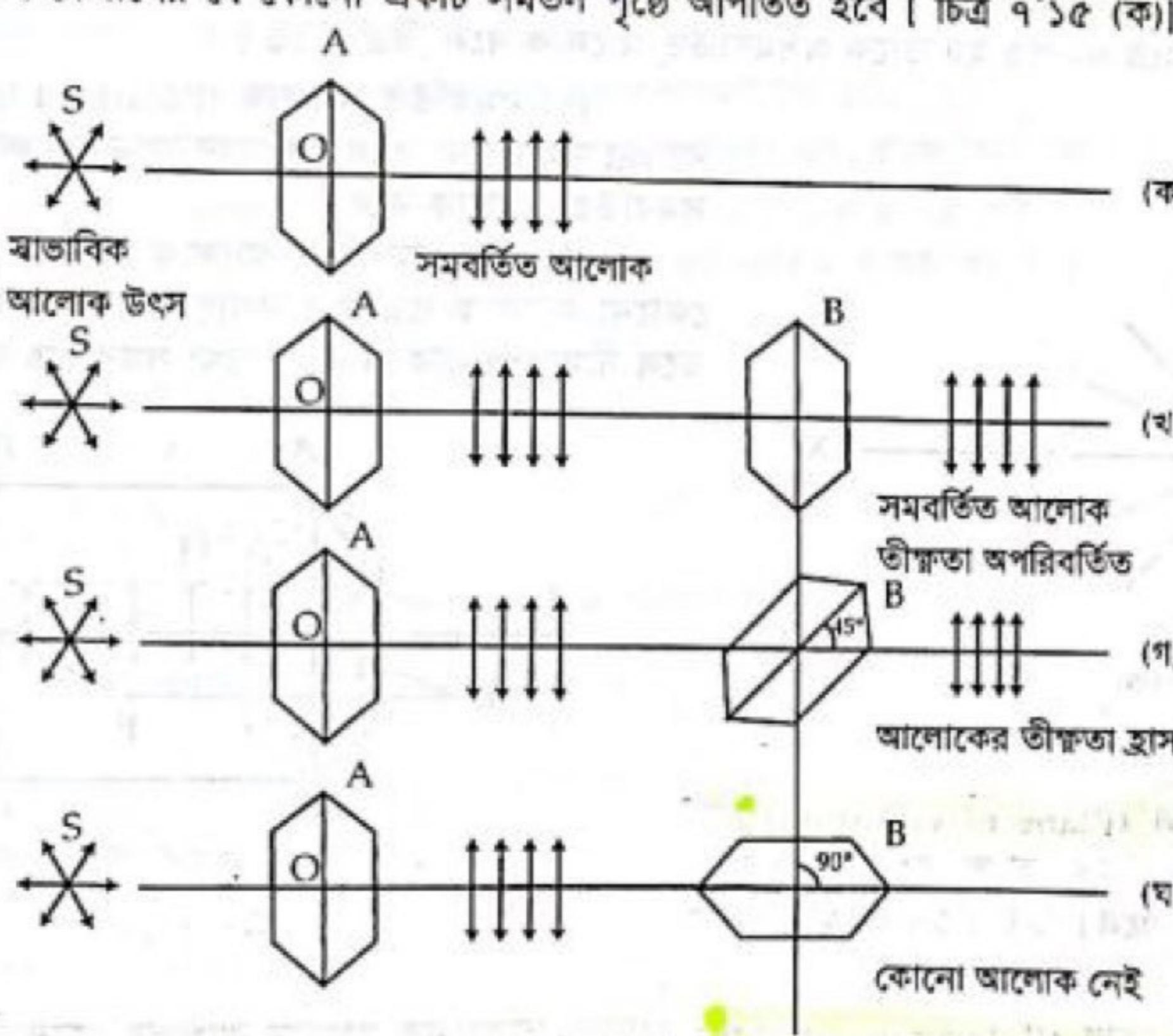
টুর্ম্যালিন কেলাসের পরীক্ষা আলোচনা করার পূর্বে, টুর্ম্যালিন কেলাস কী তা-ই জানা যাক। এটি জয় বাহুবিশিষ্ট হালকা সবুজ রঙের একটি কেলাস PQRS যা প্রায় ষষ্ঠি [চিত্র ৭.১৪]। এটি অনেকগুলো ধাতুর অক্সাইডের রাসায়নিক সংযোগে গঠিত। এর সর্বাপেক্ষা বড় (MN) কর্ণটির নাম সরলাক্ষ (Optic axis)। নিম্নের টুর্ম্যালিন কেলাস পরীক্ষার দ্বারা আলোর সমবর্তন ব্যাখ্যা করা হলো।

### টুর্ম্যালিন কেলাস পরীক্ষা এবং আলোকের সমবর্তন Tourmaline crystal experiment and polarisation of light

মনে করি S একটি আলোক উৎস। S হতে নির্গত আলোক তরঙ্গসমূহ এদের গতিপথের অভিসম্ভব তলে চারদিকে সমান বিস্তারে কম্পিত হবে। A একটি টুর্ম্যালিন কেলাস যা আলোক তরঙ্গের গতিপথে স্থাপন করা হয়েছে। S হতে আলোক তরঙ্গ কেলাসের যে কোনো একটি সমতল পৃষ্ঠে আপত্তি হবে। [চিত্র ৭.১৫ (ক)]।



চিত্র ৭.১৪



চিত্র ৭.১৫

কেলাসের অপর দিকে নজর করলে একই প্রাবল্যের বা তীক্ষ্ণতার আলোক দেখা যাবে। কেলাস হতে নির্গত আলোক কেলাসের প্রকৃতির উপর নির্ভর করবে এবং যৎসামান্য রঙিন দেখাবে। এ অবস্থায় A কেলাসটিকে O বিন্দুর সাপেক্ষে ঘূরাতে থাকলে একই প্রাবল্যের আলোক দেখা যাবে। এখন A কেলাসের সমান্তরাল আলোকের গতিপথে আর একটি টুর্ম্যালিন কেলাস B এমনভাবে স্থাপন করি যাতে এর সরলাক্ষ আলোকের গতিপথের সাথে লম্বভাবে অবস্থান করে [চিত্র ৭.১৫ (খ)]। এমতাবস্থায় B কেলাসের অপর পার্শ্ব হতে নজর করলে একই প্রাবল্যের আলোক দেখা যাবে।

এখন A কেলাসটিকে থিৰ রেখে B কেলাসটিকে O বিন্দু বৱাবৰ ধীৱে ঘূৱাতে থাকলে দেখা যাবে যে, B কেলাস হতে নিৰ্গত আলোকেৰ প্ৰাবল্য ধীৱে কমছে [চিত্ৰ ৭'১৪ (গ)]। যখন B কেলাসটি A কেলাসেৰ সাথে সমকোণে স্থাপন কৰা হবে তখন B কেলাস হতে কোনো আলোক নিৰ্গত হবে না [চিত্ৰ ৭'১৪ (ঘ)]। B কেলাসটিকে  $90^{\circ}$ -এৰ বেশি কোণে ঘূৱাতে থাকলে পুনৱায় B হতে আলোক নিৰ্গত হবে এবং এৰ প্ৰাবল্য ধীৱে ধীৱে বৃদ্ধি পেতে থাকবে। B কেলাস-এৰ সৱলাক্ষ পুনৱায় A কেলাসেৰ সৱলাক্ষেৰ সমান্তৱাল হলে B হতে নিৰ্গত আলোকেৰ প্ৰাবল্য সৰ্বাপেক্ষা বেশি হবে অৰ্থাৎ প্ৰাবল্য পূৰ্বেৰ অবস্থানে ফিৰে আসবে।

এই পৰীক্ষা হতে নিশ্চিতভাৱে প্ৰমাণিত হলো যে, আলোক তরঞ্জা লম্বিক বা অনুদৈৰ্ঘ্য তরঞ্জা নহে, আলোক তরঞ্জা আড় তরঞ্জা বা তিৰ্যক তরঞ্জা। কেননা, A কেলাস হতে নিৰ্গত হবাৰ পৰ আলোক তরঞ্জা কেবল একটি নিৰ্দিষ্ট তলে কম্পিত হচ্ছে। সেজন্য A হতে নিৰ্গত আলোককে সমৰ্বৰ্তিত আলোক (polarised light) বলে।

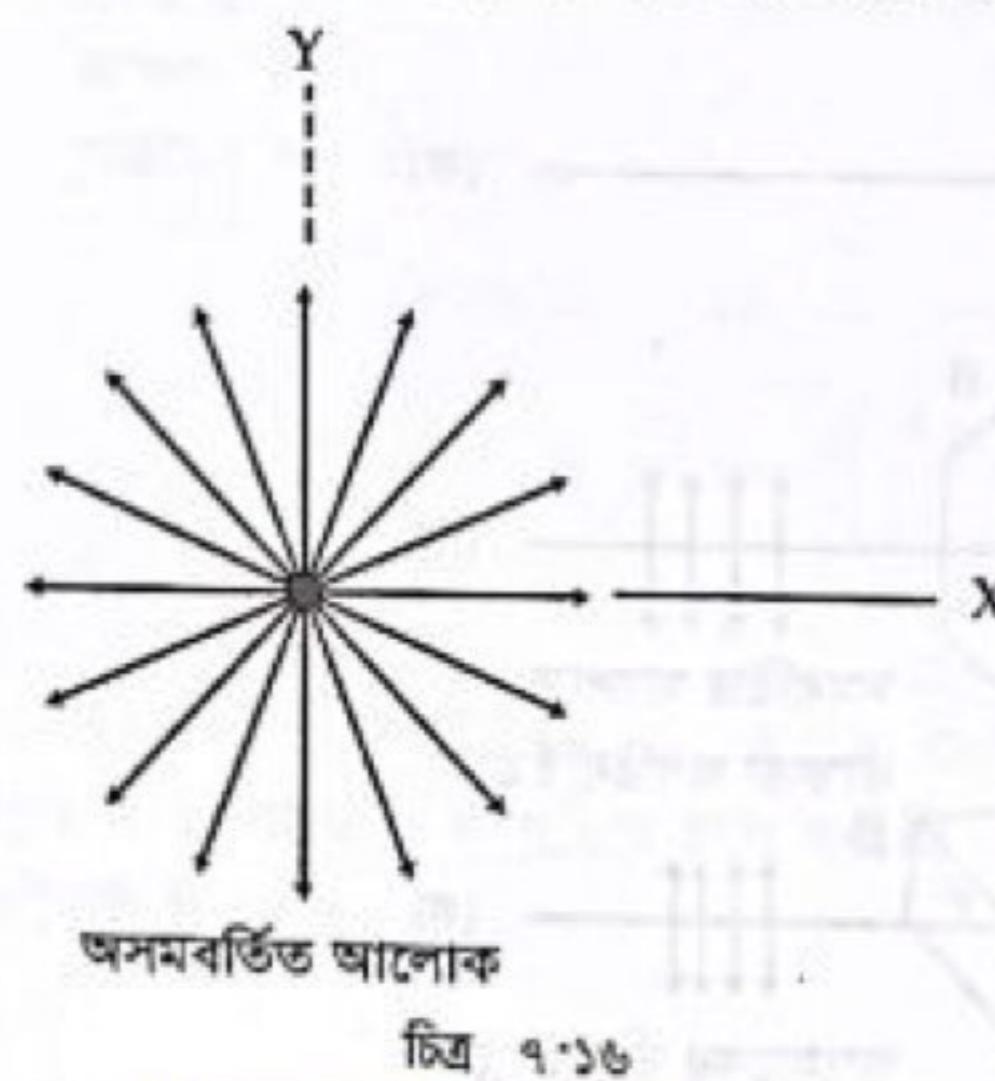
**সংজ্ঞা :** যে প্ৰক্ৰিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঞ্জাকে একটি নিৰ্দিষ্ট তল বৱাবৰ কম্পনক্ষম কৰা যাবে তাকে আলোকেৰ সমৰ্বৰ্তন বা পোলারায়ন বলে।

S হতে নিৰ্গত আলোক তরঞ্জা চাৱদিকে কম্পিত হচ্ছে। S হতে A পৰ্যন্ত আলোক তরঞ্জোৱ এই অবস্থাই চলবে। অতএব S ও A-এৰ মধ্যবৰ্তী স্থানে আলোক অসমৰ্বৰ্তিত বা অপোলারায়িত (unpolarised)। কিন্তু A হতে B পৰ্যন্ত স্থানে আলোক তরঞ্জাকে একটি নিৰ্দিষ্ট তল বৱাবৰ আনয়ন কৰা হয়েছে। সুতৰাং এই স্থানেৰ আলোক সমৰ্বৰ্তিত বা পোলারায়িত (polarised)। যখন A ও B কেলাস-এৰ সৱলাক্ষ পৱিষ্ঠৱেৰ সমান্তৱালে থাকে তখন B-এৰ পৱেৰ অংশেৰ আলোক সমৰ্বৰ্তিত হয়। এখানে A-কে সমৰ্বৰ্তক (polarizer) ও B-কে বিশ্লেষক (analyzer) বলে। 1690 বিস্টাদে বিজ্ঞানী হাইগেনস আলোকেৰ সমৰ্বৰ্তন আবিষ্কাৰ কৰেন।

উপৱে বৰ্ণিত সমৰ্বৰ্তনে আলোক তরঞ্জোৱ কম্পন একটি নিৰ্দিষ্ট সমতলে সীমাবদ্ধ কৰা হয়েছে। এজন্য একে সমতল (plane) বা রৈখিক (linear) সমৰ্বৰ্তন বলা হয়।

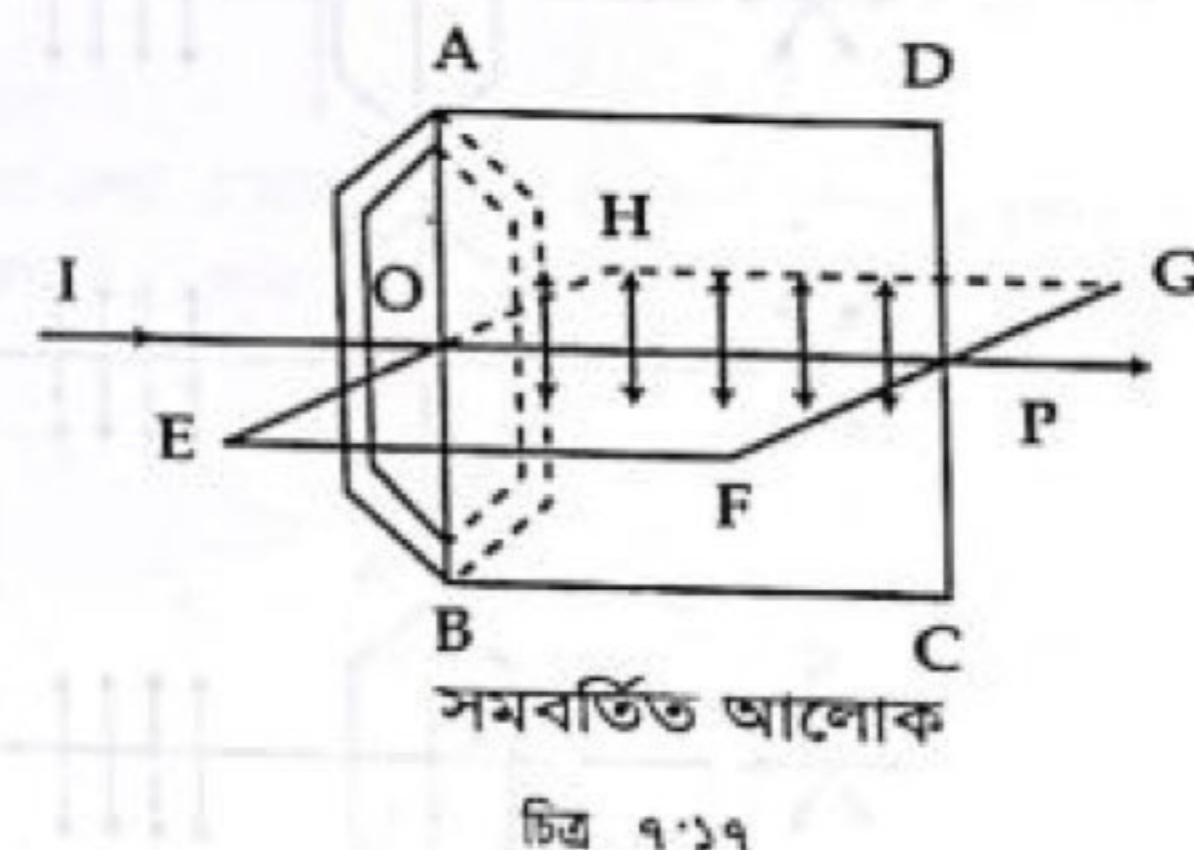
#### সমৰ্বৰ্তন বিবৰণ কৰক গুলো রাখি Some terms relating polarisation

(ক) **অসমৰ্বৰ্তিত আলোক (Unpolarised light)** : সাধাৱণ আলোক যাবে কম্পন গতিপথেৰ লম্ব অতিমূৰ্চ্ছ চাৱদিকে সমান বিস্তাৱে কম্পিত হয় তাকে অসমৰ্বৰ্তিত আলোক বলে [চিত্ৰ ৭'১৬]।



(খ) **সমৰ্বৰ্তিত আলোক (Polarised light)** : একটি তলে বা এৰ সমান্তৱাল তলে কম্পমান আড় তরঞ্জাবিশিষ্ট আলোককে সমৰ্বৰ্তিত আলোক বলে।

(গ) **ৱেখা সমৰ্বৰ্তিত আলোক (Plane polarised light)** : কোনো আলোক তরঞ্জোৱ কণাগুলোৱ কম্পন কেবলমাত্ৰ একটি তলে সীমাবদ্ধ থাকলে একে ৱেখা সমৰ্বৰ্তিত আলোক বলে।



(ঘ) **কম্পন তল (Plane of vibration)** : আলোক তরঞ্জোৱ কণাগুলোৱ যে সমতলে কম্পিত হয় তাকে কম্পন তল বলে। চিত্ৰ ৭'১৭-এ ABCD কম্পন তল।

(ঙ) **সমৰ্বৰ্তিত কোণ (Polarising angle)** : কোনো প্ৰতিফলক মাধ্যমে আপতন কোণ ধীৱে পৰিবৰ্তন কৰলে এমন একটি কোণ পাওয়া যাবে যাবে জন্য সমৰ্বৰ্তন সৰ্বাধিক হবে, সেই কোণটিকে সমৰ্বৰ্তন কোণ বলে।

(চ) **সমৰ্বৰ্তন তল (Plane of polarisation)** : কম্পন তলেৰ সাথে যে তলটি লম্বভাৱে অবস্থান কৰে তাৰে সমৰ্বৰ্তন তল বলে। চিত্ৰ ৭'১৭-এ EFGH সমৰ্বৰ্তন তল।

(ছ) **দৈত্য প্ৰতিসৱণ (Double refraction)** : এমন কতকগুলো কেলাস আছে যাদেৱ মধ্য দিয়ে আলোক রাখি গমন কৰলে তা দুটি প্ৰতিসৃত রাখিতে বিভক্ত হয়। এই পদ্ধতিকে দৈত্য প্ৰতিসৱণ বলে এবং এসব কেলাসকে দৈত্য প্ৰতিসৱণক কেলাস বলে। কোয়াচিজ ও কালিদাশ দৈত্য প্ৰতিসৱণক কেলাস

২৮১০

## সার-সংক্ষেপ

- পয়েন্টিং ভেট্র** : কোনো একক ক্ষেত্ৰফলের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ শক্তি অতিক্রম করে তাকে  
পয়েন্টিং ভেট্র বলে। একে  $S$  দ্বাৰা চিহ্নিত কৰা হয়।  $S = E \times H$ ।
- তড়িৎ চৌম্বকীয় বৰ্ণনা** : তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের কম্পাঙ্কের বা তরঙ্গদৈৰ্ঘ্যের পাছ্যা বিস্তৃত। এই  
প্ৰসাৱতা  $10^4 \text{ Hz}$ -এৰ কম থেকে  $10^{21} \text{ Hz}$ -এৰ বেশি পৰ্যন্ত বিস্তৃত। বিস্তৃত এ  
পৰিসৱকে তড়িৎ চৌম্বকীয় বৰ্ণনা বলে।
- তরঙ্গমুখ** : তরঙ্গস্থিত সমদশাসম্পন্ন বিলুগুলি যে তলে অবস্থান কৰে তাকে উহু  
তরঙ্গের তরঙ্গমুখ বলে।
- হাইগেনসেৱ নীতি** : কোনো একটি তরঙ্গমুখেৱ উপৱ অবস্থিত প্ৰতিটি বিলু কম্পন বা আলোচনেৰ  
এক একটি উৎস হিসেবে বিবেচিত হয়। ঐ গৌণ উৎসগুলো হতে সৃষ্টি  
তরঙ্গমালা মূল তরঙ্গেৰ সমান বেগে সামনেৰ দিকে অগ্রসৱ হয়। যে কোনো  
সময়ে ঐ সব গৌণ তরঙ্গমালাকে সৰ্প কৰে একটি তল অংকন কৰলে তলই  
তলই ঐ সময়েৰ তরঙ্গমুখেৱ নতুন অবস্থান নিৰ্দেশ কৰে।
- প্ৰতিফলনেৰ সূত্ৰ—**      **১ম সূত্ৰ** : আপতিত রশ্মি, আপতন বিলুতে অজিকত অভিলম্ব এবং প্ৰতিফলিত রশ্মি একই  
সমতলে অবস্থান কৰে।
- প্ৰতিসৱণেৰ সূত্ৰ—**      **১ম সূত্ৰ** : আপতন কোণ  $\angle i$  = প্ৰতিফলন কোণ  $\angle r$ ।
- ২য় সূত্ৰ** : আপতিত রশ্মি, আপতন বিলুতে অজিকত অভিলম্ব এবং প্ৰতিসৃত রশ্মি একই  
সমতলে অবস্থান কৰে।
- আলোকেৱ ব্যতিচাৱ (Interference)** : এক জোড়া নিৰ্দিষ্ট মাধ্যম এবং একটি নিৰ্দিষ্ট বৰ্ণেৰ আলোক রশ্মিৰ জন্য  
আপতন কোণেৰ সাইন এবং প্ৰতিসৱণ কোণেৰ সাইন-এৰ অনুপাত একটি খুব  
ৱাশি। একে  $\mu$  দ্বাৰা প্ৰকাশ কৰা হয়। এৰ নাম প্ৰতিসৱাঙ্ক।
- ব্যতিচাৱ ঘালৱ** : সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তাৱেৰ দুটি আলোক তরঙ্গ কোনো  
মাধ্যমেৰ কোনো একটি বিলুৰ মধ্য দিয়ে একই সঙ্গে গমন কৰলে তরঙ্গ  
দুটিৰ উপৱিপাতনেৰ ফলে বিলুটি কথনো খুব উজ্জ্বল ও কথনো কথনো  
অন্ধকাৱ দেখায়। আলোকেৱ এই ঘটনাকে ব্যতিচাৱ ঘালৱ বলে।
- অপৰ্বতন (Diffraction)** : সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তাৱেৰ দুটি আলোক তরঙ্গেৰ ফলে  
ব্যতিচাৱ সূচি হয়। ফলে কোনো তলে বা পৰ্দায় অনেকগুলো পৱন  
সমান্তৰাল উজ্জ্বল ও অন্ধকাৱ রেখা পাওয়া যায়। এই উজ্জ্বল ও অন্ধকাৱ রেখা  
বা ভোৱাগুলোকে আলোকেৱ ব্যতিচাৱ ঘালৱ বলে।
- অপৰ্বতন প্ৰেটিং** : কোনো অবচ্ছ ধাৱ বা কিনাৱা থৈয়ে বৈকে আলোকেৱ অগ্রসৱ হওয়াৰ ধৰ্মকে  
আলোকেৱ অপৰ্বতন বলে। অপৰ্বতন দুই প্ৰকাৱ; যথা—(ক) ফ্ৰেনেল শ্ৰেণি  
অপৰ্বতন ও (খ) ফুনহফাৱ শ্ৰেণি অপৰ্বতন।
- ফ্ৰেনেল শ্ৰেণি অপৰ্বতন** : অপৰ্বতন সূচিৰ জন্য একটি বিশেষ পশ্চা বা উপায়োৱ নামই অপৰ্বতন প্ৰেটিং।  
অনেকগুলো সমপ্ৰম্য রেখাছিদ্ৰ পাশাপাশি স্থাপন কৰে অপৰ্বতন প্ৰেটিং গঠন  
কৰা হয়।
- ফুনহফাৱ শ্ৰেণি অপৰ্বতন** : যখন উৎস এবং পৰ্দা তাদেৱ মধ্যবতী বাধা হতে অৱ দূৰত্বেৰ মধ্যে অবস্থান  
কৰে তখন ঐ বাধাৱ দৱুন পৰ্দায় আলোকেৱ যে অপৰ্বতন পৱিলক্ষিত হবে তাকে ফুনহফাৱ  
শ্ৰেণি অপৰ্বতন বলে।
- সমতল নিঃসৱণ প্ৰেটিং** : যখন উৎস এবং পৰ্দা তাদেৱ মধ্যবতী বাধা হতে অসীম দূৰত্বে অবস্থান কৰে  
তখন ঐ বাধাৱ দৱুন পৰ্দায় যে অপৰ্বতন পৱিলক্ষিত হবে তাকে ফুনহফাৱ  
শ্ৰেণি অপৰ্বতন বলে।
- অপৰ্বতনেৰ শৰ্ত** : সমতল নিঃসৱণ প্ৰেটিং বলতে একটি কাচ বা অনুৱৃপ্ত কোনো পদাৰ্থেৰ একটি  
পাত বুঝায় যাৱ উপৱ সূচালো হীৱক বিলু দ্বাৰা সমৰ্ব্বধানে সমান্তৰালতাবে  
খুবই কাছাকাছি বহু সংখ্যাক দাগ কাটা থাকে।
- (ক) খাড়া ধাৱেৰ ক্ষেত্ৰে : ধাৱ খুব তীক্ষ্ণ হতে হবে এবং এৰ প্ৰস্থ আলোক তরঙ্গ  
দৈৰ্ঘ্য  $\lambda$ -এৰ সমান বা কাছাকাছি মানেৱ হতে হবে।
- (খ) সৰু ছিদ্ৰেৰ ক্ষেত্ৰে : ছিদ্ৰ খুবই সৰু হতে হবে যাতে এৰ বাস তরঙ্গ দৈৰ্ঘ্যেৰ  
সমান বা কাছাকাছি মানেৱ হয়।

গ্রেটিং উপাদান বা গ্রেটিং ধ্রুবক	: কোনো সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং এর অঙ্গ রেখার বেধ ' $b$ ' এবং স্বচ্ছ অংশের বেধ ' $a$ ' হলে $(a + b)$ দূরত্বকে গ্রেটিং উপাদান বা গ্রেটিং ধ্রুবক বলে।
আলোকের সমবর্তন	: যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বলে।
সমবর্তিত আলোক	: একটি তলে কিংবা এর সমান্তরাল তলে কম্পমান আড় তরঙ্গাবিশিষ্ট আলোককে সমবর্তিত আলোক বলে।
অসমবর্তিত আলোক	: যে আলোকের কণাগুলোর কম্পন গতিপথের লম্ব অভিমুখে চারদিকে সমান বিস্তারে কমিপ্ত হয় তাকে অসমবর্তিত বা সাধারণ আলোক বলে।
কম্পন তল	: কোনো তরঙ্গের কণাসমূহ যে সমতলে কমিপ্ত হয় তাকে কম্পন তল বলে।
সমবর্তন কোণ	: কোনো প্রতিফলক মাধ্যমে আপতন কোণের যে সুনির্দিষ্ট মানের জন্য সমবর্তন সর্বাধিক হবে সেই আপতন কোণকে সমবর্তন কোণ বলে।
সমবর্তন তল	: কম্পন তলের সাথে যে তল লম্বভাবে অবস্থান করে, তাকে সমবর্তন তল বলে।
হৈত প্রতিসরণ	: এমন কতকগুলো কেলাস আছে যাদের মধ্য দিয়ে আলোক রশ্মি গমন করলে এটি দুটি প্রতিসূত রশ্মিতে বিভক্ত হয়। এই পদ্ধতিকে হৈত প্রতিসরণ বলে।
সরলাক্ষ	: সকল হৈত প্রতিসারক কেলাসের এমন একটি নির্দিষ্ট অভিমুখ থাকে যে হৈত প্রতিসরণ দ্বারাই আলোক প্রতিসূত হয়। কেলাসের এই অভিমুখকে সরলাক্ষ বলে।
প্রধান তল	: কোনো রশ্মির সাপেক্ষে প্রধান তল বলতে আমরা এমন একটি তলকে বুঝি যা ঐ রশ্মি এবং কেলাসের সরলাক্ষের মধ্য দিয়ে গমন করে।
প্রধান ছেদ	: কোনো কেলাসের সরলাক্ষ বরাবর এবং এর দুই বিপরীত পৃষ্ঠের সমকোণে বিবেচিত তলকে ঐ কেলাসের প্রদান ছেদ বলে।



### বক্তুনির্বাচনি প্রশ্নের উত্তরের জন্য প্রয়োজনীয় বিষয়াবলির সার-সংক্ষেপ

১। আলো এক প্রকার তড়িৎচৰ্মক তরঙ্গ। তড়িৎচৰ্মকীয় তরঙ্গ লম্বিক তরঙ্গ বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ তা **সমবর্তন** পরীক্ষা থেকে জানা যায়।

২। **তড়িৎ চৌম্বক বর্ণালীতে অবলোহিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৈশি।**

৩। আলোক হলো বিকিরণ কোয়ান্টা, ফোটন কণা। ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $3000 \text{ \AA}$  এবং কম্পাক্ষ  $10^{15} \text{ Hz}$ ।

৪। হাইগেনের তরঙ্গমুখ গঠনের তত্ত্ব দিয়ে বর্ণালীর উৎপত্তির ব্যাখ্যা করা যায় না।

৫। দৃশ্যমান বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিমাণ  $4 \times 10^{-7} \text{ m} - 7 \times 10^{-7} \text{ m}$  এবং শক্তি পারা  $(2-3) \text{ eV}$  হয়।

৬। আলোর কম্পন বলতে বোঝায়— (i)  $E$  এর কম্পন (ii)  $B$  এর কম্পন (iii)  $E$  ও  $B$  এর মধ্যবর্তী কোণ  $90^\circ$  তিনটি বর্ণের জন্য  $\lambda_E > \lambda_B > \lambda_B$  [য. বো. ২০১৫]

৭। বাতিচার এক ধরনের উপরিপাতন। শব্দ তরঙ্গের পোলারণ সম্ভব না।

৮। সমবর্তন নামক আলোকীয় ঘটনা মাধ্যমের পরিবর্তনের কারণে প্রতিবিত হয় না।

৯। সূর্যের আলোর তরঙ্গগুলোর আকৃতি সমতল, সমবর্তন ঘটে আড় তরঙ্গে।

১০। মাইকেলসন-মর্লির পরীক্ষায় ইথারের অস্তিত্ব ভুল প্রমাণিত হয়।

১১। মাইকেলসন-মর্লির পরীক্ষায় ইথারের অস্তিত্ব ভুল প্রমাণিত হয়।

১২।



$$D = \frac{2\pi}{\lambda} \times R$$

$$\Rightarrow R = \frac{\lambda}{2\pi} \times D$$

১৩।

অবমের শর্ত হলো  $d \sin \theta = (2n)\lambda / 2$ । আবার ফুনহফার অপবর্তনের হবে সমতল।

১৪।

কণা কণা কণা

১৫।

জ্ঞান নয়।

$n =$  দশা পার্থক্য,  $\delta =$  পর্য পার্থক্য।

এখানে, D হলো স্পষ্ট দৃষ্টির ন্যূনতম দূরত্ব।

অসীম দূরত্বে বা ঘাতাবিক দৃষ্টির ফোকাসিং-এর ফলে দেখানো যায় যে,

$$\text{বিবরণ, } m = \frac{f_o}{f_r}$$

(6.26)

কাজ : দূরবীক্ষণ যন্ত্রে নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্রের চেয়ে অতিরিক্ত একটি লেন্স ব্যবহার করা হয় কেন ?  
অথবা, নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্র দিয়ে পৃথিবীর দূরবর্তী বস্তুকে দেখতে হলে অভিলম্ব এবং অভিনেত্রের মাঝে একটি অতিরিক্ত উভ্য লেন্স ব্যবহার করতে হয় কেন ?

নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্রে সূক্ষ্ম ছূঢ়ান্ত প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সাপেক্ষে বাস্তব ও উন্টা হয়। নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাপেক্ষে সোজা ছূঢ়ান্ত প্রতিবিম্ব গঠন করে। এজন্য অভিলম্ব এবং অভিনেত্রের মাঝে একটি উভ্য লেন্স ব্যবহার করতে হয়।

### প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সুবিধা :

- (১) এই দূরবীক্ষণে রোগী বা গোলকীয় ত্রুটি থাকে না ফলে উজ্জ্বল ও প্রচন্দ প্রতিবিম্ব পাওয়া যায়।
- (২) বড় উন্নয়ের লেন্স তৈরির চেয়ে বড় উন্নয়ের দর্শণ তৈরি অনেক সহজ।



### অণুবীক্ষণ যন্ত্র ও দূরবীক্ষণ যন্ত্রের বৈশিষ্ট্য

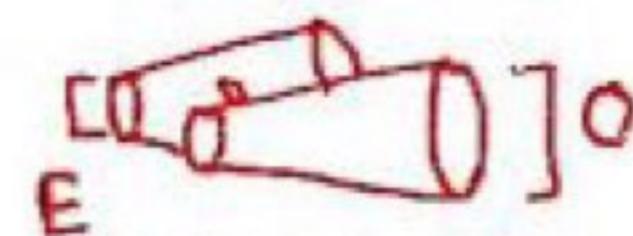
#### Characteristics of microscope and telescope

##### অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বৈশিষ্ট্য :

- (১) নিকটবর্তী অতি ক্ষুদ্র বস্তু পর্যবেক্ষণের কাজে ব্যবহৃত হয়।
- (২) অভিনেত্রের সাপেক্ষে অভিলম্ব লেন্সের উন্নয় ও ফোকাস দূরত্ব ছোট হয়।
- (৩) অভিলম্ব ও অভিনেত্র উভয় দ্বারা প্রতিবিম্ব কম-বেশি বিবর্ধিত হয়।
- (৪) অভিলম্বে লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব তার ফোকাস দূরত্ব অপেক্ষা অধিক দূরত্বে গঠিত হয়।
- (৫) ছূঢ়ান্ত প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সাপেক্ষে উন্টা হয়।

##### দূরবীক্ষণ যন্ত্রের বৈশিষ্ট্য :

- (১) দূরের বস্তু দেখার কাজে ব্যবহৃত হয়।
- (২) অভিনেত্রের সাপেক্ষে অভিলম্ব লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ও উন্নয় বড় হয়।
- (৩) অভিলম্বে লক্ষ্যবস্তুর আকারের চেয়ে ছোট আকারের প্রতিবিম্ব গঠিত হয় এবং এ প্রতিবিম্ব অভিনেত্র দ্বারা গঠিত হয়।
- (৪) অভিলম্বে লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব তার ফোকাস তলে গঠিত হয়।
- (৫) ছূঢ়ান্ত প্রতিবিম্ব কোনো কোনো দূরবীক্ষণ যন্ত্রে লক্ষ্যবস্তুর সাপেক্ষে সিধা ও কোনো কোনো দূরবীক্ষণ যন্ত্রে উন্টা হয়।



### ৬.৬ প্রিজমে আলোর প্রতিসরণ ও বিচ্ছুরণ

#### Refraction and Dispersion of light in a Prism

##### প্রিজম

##### Prism

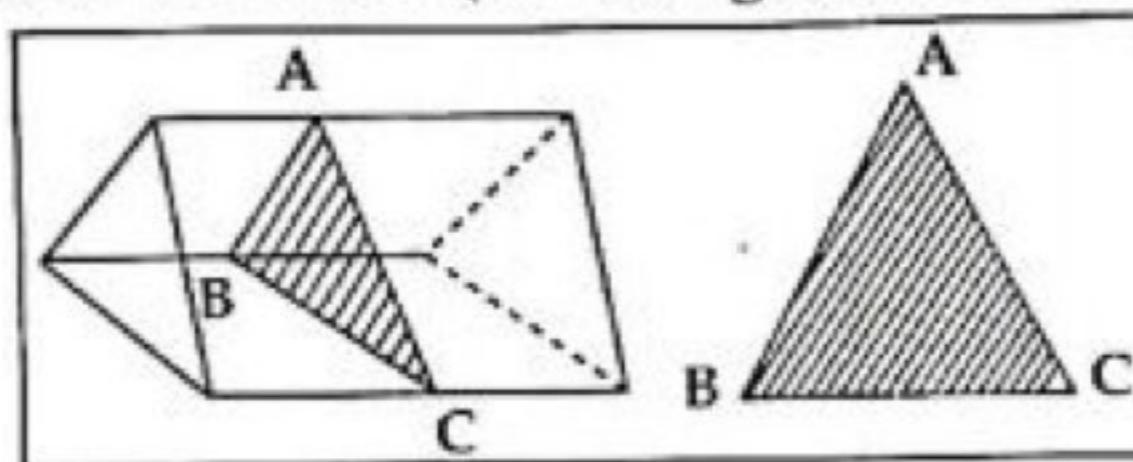
প্রিজমের সংজ্ঞা সংস্কর্ক বিভিন্ন পদার্থবিদ বিভিন্ন ধারণা পোষণ করেন। এ সব ধারণার প্রেক্ষিতে প্রিজমের নিম্নলিখিত যে কোনো একটি সংজ্ঞা দেয়া যেতে পারে—

- (১) তিনটি পরস্পরচেন্দী সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ একটি অচ্ছ সমসত্ত্ব মাধ্যমকে প্রিজম বলে।
- (২) দুটি পরস্পর হেলানো সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো অচ্ছ সমসত্ত্ব প্রতিসারক মাধ্যমকে প্রিজম বলে।
- (৩) তিনটি আয়তক্ষেত্রাকার এবং দুটি ত্রিভুজাকার সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো অচ্ছ সমসত্ত্ব প্রতিসারক মাধ্যমকে প্রিজম বলে। প্রিজমের মোট পাঁচটি তল থাকে।

(৪) একটি অচ্ছ বস্তুকে যদি ছয়টি আয়তক্ষেত্রিক তল দ্বারা এমনভাবে সীমাবদ্ধ করা হয় যে, যে কোনো দুই জোড়া বিপরীত তল সমান্তরাল, কিন্তু অপর দুটি তল সমান্তরাল না হয়ে পরস্পর আনন্দ অবস্থায় থাকে, তা হলে তাকে প্রিজম বলে।

(চৈতি তল)

প্রিজমের যে তল দিয়ে আলোক রশ্মি প্রবেশ করে এবং যে তল দিয়ে আলোক রশ্মি বের হয়ে যায় তাদেরকে প্রিজমের প্রতিসরণ তল (Refracting surface) বলে। প্রতিসরণ তলদ্বয় যে রেখায় ছেদ করে তাকে প্রিজমের শীর্ষ (edge) বলে এবং তাদের মধ্যবর্তী কোণকে প্রিজম কোণ (Angle of the prism) বা প্রতিসরণ কোণ (Refracting angle) বলে। প্রিজম কোণের বিপরীত তলকে প্রিজমের ভূমি (Base) বলে। প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণ তলদ্বয়ের সাথে সম্মত এমন যে কোনো একটি কঙ্গিত সমতলকে প্রিজমের ছেদ (Section) বলে।



চিত্র ৬.১৮

৬.১৮নং চিত্রে AB এবং AC প্রিজমের প্রতিসরণ তল,  $\angle A$  প্রিজম কোণ, BC প্রিজমের ভূমি এবং ABC প্রিজমের ছেদ।

### প্রিজমের মধ্য দিয়ে আলোককের প্রতিসরণ Refraction of light through prism

মনে করি ABC একটি প্রিজমের প্রধান ছেদ। AB এবং AC প্রতিসরণ তল,  $\angle A$  প্রিজম কোণ এবং BC প্রিজমের ভূমি [চিত্র ৬.১৯]।

মনে করি PQ কোনো আপত্তি রশ্মি বায়ু হতে প্রিজমের AB তলের Q বিন্দুতে ত্বরিকভাবে আপত্তি হলো। এক্ষেত্রে আলোক রশ্মি লঘুতর মাধ্যম হতে ঘনতর মাধ্যমে প্রবেশ কৰার ফলে প্রতিসৃত রশ্মি Q বিন্দুতে AB তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব NQO'-এর অভিমুখে সরে গিয়ে QR পথে প্রতিসৃত হবে। এর পর ঐ রশ্মি AC তলের R বিন্দুতে আপত্তি হবে এবং আবার বায়ু মাধ্যমে RS পথে নির্গত হবে। তা হলে আবার রশ্মিটির প্রতিসরণ ঘটবে এবং কাচ হতে বায়ুতে যাবার ফলে প্রতিসৃত রশ্মি AC তলের R বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব N'R হতে দূরে সরে যাবে। এখানে PQRS আলোক রশ্মির পথ নির্দেশ করে। যদি আলোকের পথে প্রিজমটি না থাকত তা হলে আপত্তি রশ্মি PQ সোজাপথে চলে যেত। প্রিজমের উপরিভিত্তির ফলে আলোক রশ্মির পথ পরিবর্তিত হয়েছে অর্থাৎ আলোক রশ্মির বিচ্যুতি ঘটেছে। এখন আপত্তি রশ্মি PQ-কে সামনের দিকে L পর্যন্ত এবং নির্গত রশ্মি RS-কে পিছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা O বিন্দুতে মিলিত হবে। এখানে ঐ রশ্মির জন্য  $\angle SOL$  বিচ্যুতি কোণ নির্দেশ করে। এটিকে  $\delta$  বা D দ্বারা সূচিত করা হয়।

$$\therefore \angle SOL = \delta \text{ বা } D.$$

**বিচ্যুতি কোণের সংজ্ঞা :** প্রিজমে আপত্তি রশ্মিকে সামনের দিকে এবং নির্গত রশ্মিকে পিছনের দিকে বর্ধিত করলে এদের অন্তর্ভুক্ত কোণকে বিচ্যুতি কোণ বা বিচ্যুতি বলে। এক কথায় বলা যায়, আপত্তি রশ্মি এবং নির্গত রশ্মি অন্তর্ভুক্ত কোণকে বিচ্যুতি কোণ বলে। একে  $\delta$  বা D দ্বারা সূচিত করা হয়।

**অঙ্কন :** ধরি N'R-কে পিছনের দিকে বর্ধিত করায় তা NQO'-এর সাথে O' বিন্দুতে মিলিত হলো।

**বিচ্যুতির হিসাব :** মনে করি  $\angle PQN = i_1$ ,  $\angle O'QR = r_1$ ,  $\angle SRN' = i_2$  এবং  $\angle O'RQ = r_2$ ।

তা হলে মোট বিচ্যুতি,  $\delta = Q$  বিন্দুতে বিচ্যুতি + R বিন্দুতে বিচ্যুতি

$$\text{বা, } \delta = x + x' = (i_1 - r_1) + (i_2 - r_2)$$

$$\text{বা, } \delta = (i_1 + i_2) - (r_1 + r_2) \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (6.27)$$

$$\text{এখন, } O'QR \text{ ত্রিভুজে, } \angle O' + \angle r_1 + \angle r_2 = \text{দুই সমকোণ} \quad \dots \quad \dots \quad (6.28)$$

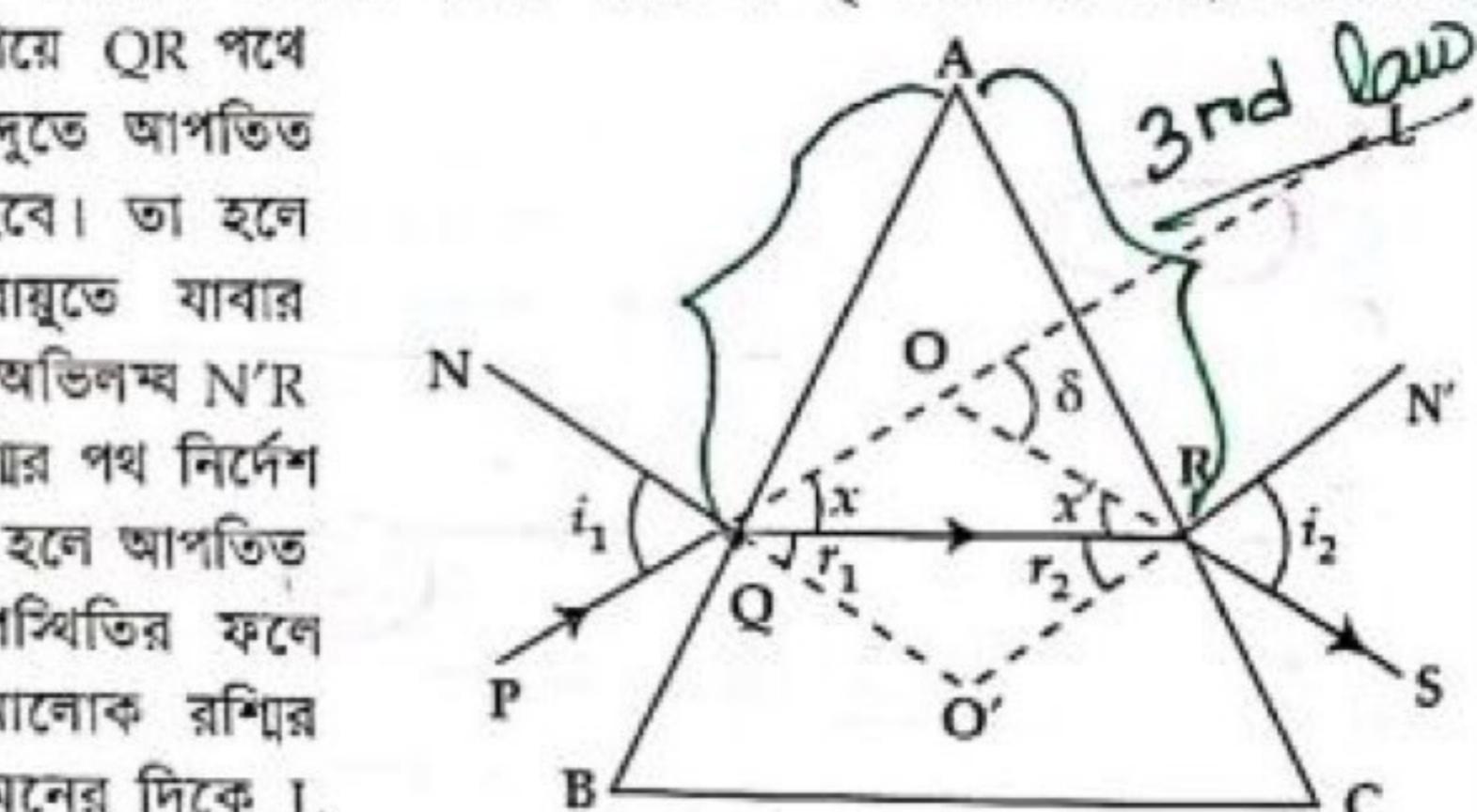
$$\text{পুনরায় } AQO'R \text{ ত্রিভুজে, } \angle A + \angle O' = \angle A + \angle O' = \text{এক সমকোণ}$$

$$\therefore \angle A + \angle O' = \text{দুই সমকোণ}$$

$$\therefore \text{সমীকরণ (6.28) এবং (6.29) হতে আমরা পাই,}$$

$$\angle A + \angle O' = \angle O' + \angle r_1 + \angle r_2$$

$$\checkmark \therefore \angle A = \angle r_1 + \angle r_2$$



চিত্র ৬.১৯

এখন সূমীকরণ (6.27)-এ  $(r_1 + r_2)$ -এর মান বসিয়ে আমরা পাই,

$$\checkmark \text{বিচৃতি}, \delta = i_1 + i_2 - A \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (6.31)$$

এটিই হলো প্রিজমের মধ্য দিয়ে আলোক রশ্মির বিচৃতির পরিমাণ নির্দেশক রাশিমালা।

অতএব, প্রথম আপতন কোণ, দ্বিতীয় প্রতিসরণ কোণ এবং প্রিজম কোণের মান জেনে প্রিজমের মধ্য দিয়ে অতিক্রমশীল রশ্মির বিচৃতি নির্ণয় করা যায়।

ন্যূনতম বিচৃতি কোণ,  $\delta_m$  (Angle of minimum-deviation,  $\delta_m$ )

আমরা জানি, কোনো একটি প্রিজমের মধ্য দিয়ে আলোক রশ্মি গমন করলে প্রতিসরণজনিত কারণে তার বিচৃতি ঘটে এবং আপতিত ও নির্ণিত রশ্মির মধ্যবর্তী কোণই বিচৃতির পরিমাণ নির্দেশ করে। এই বিচৃতির মান আপতন কোণের উপর নির্ভর করে। নিম্নমান হতে শুরু করে আপতন কোণের মান ক্রমাগত বাড়তে থাকলে বিচৃতির মান কমতে থাকে এবং আপতন কোণের এক নির্দিষ্ট মানের জন্য বিচৃতি সর্বাপেক্ষা কম হয় [চিত্র ৬.২০]। এর পর আপতন কোণ বাড়লে বিচৃতি বাড়তে থাকে। বিচৃতির এসর্বনিম্ন মানকে ন্যূনতম বিচৃতি কোণ বলে এবং একে  $\delta_m$  বা  $D_m$  দ্বারা ব্যক্ত করা হয়।

সংজ্ঞা : প্রিজমে আপতিত রশ্মির আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য বিচৃতি কোণের মান সর্বনিম্ন হয়। বিচৃতি কোণের এই সর্বনিম্ন মানকেই ন্যূনতম বিচৃতি কোণ বলে।

প্রিজমের যে অবস্থানে ন্যূনতম বিচৃতি হয়, সেই অবস্থানকে প্রিজমের ন্যূনতম বিচৃতির অবস্থান (Position of minimum deviation) বলে।

আপতন কোণ  $i_1$ -কে X-ক্ষেত্রে এবং বিচৃতি কোণ  $\delta$ -কে Y-ক্ষেত্রে স্থাপন করে একটি লেখচিত্র অঙ্কন করলে যে আপতন কোণের জন্য বিচৃতি কোণের মান সবচেয়ে কম, এই বিচৃতি কোণই ন্যূনতম বিচৃতি কোণ। চিত্র ৬.২০-এ  $\delta_m$

গৱৰীক্ষালব্ধ ফলাফল হতে দেখা যায় যে, ন্যূনতম বিচৃতির ক্ষেত্রে  $i_1 = i_2$  ও  $r_1 = r_2$ । কাজেই ন্যূনতম বিচৃতিতে আলোক রশ্মি নিম্নের করেকটি শর্ত মেনে চলবে।

ন্যূনতম বিচৃতির শর্ত (Conditions for minimum deviation)

ন্যূনতম বিচৃতির তিনটি শর্ত আছে, যথা—

$$\checkmark ১. \text{ন্যূনতম বিচৃতির ক্ষেত্রে}, \angle i_1 = \angle i_2 = \angle \frac{A + \delta_m}{2} \text{ হবে} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (6.32)$$

$$\checkmark ২. \text{ন্যূনতম বিচৃতির ক্ষেত্রে}, \angle r_1 = \angle r_2 = \angle \frac{A}{2} \text{ হবে} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (6.33)$$

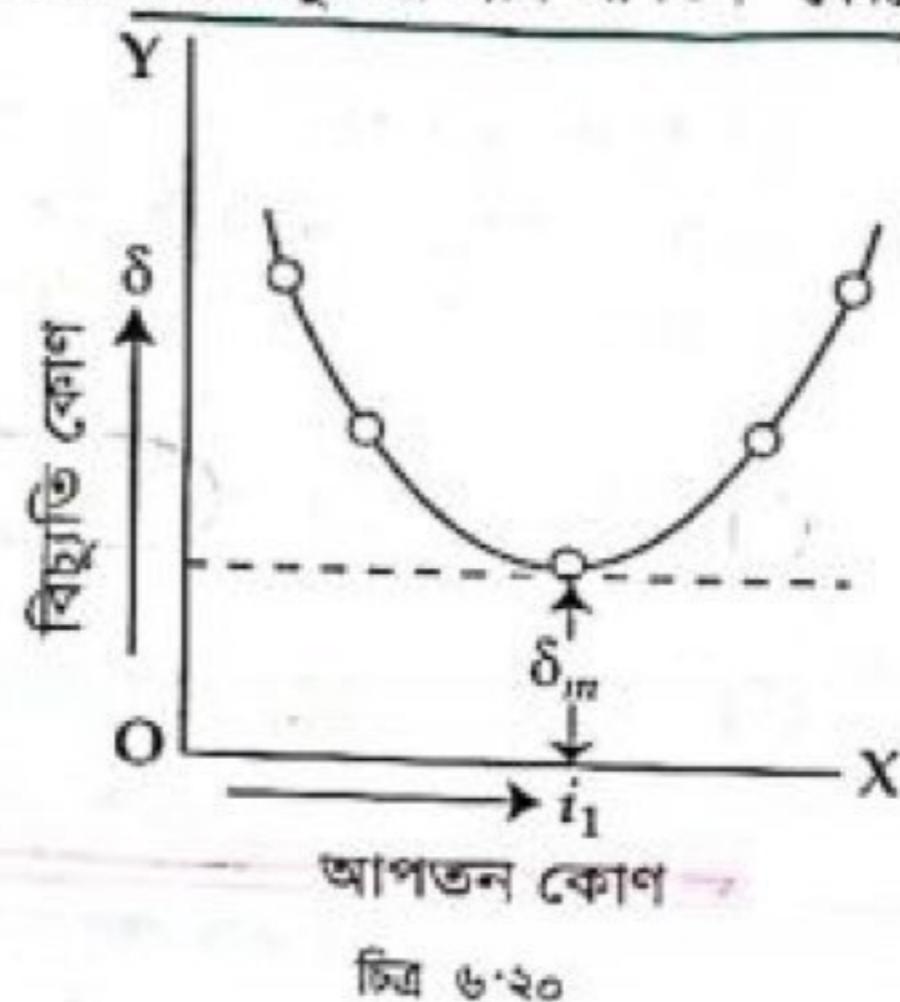
৩. ন্যূনতম বিচৃতির ক্ষেত্রে আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসমভাবে (symmetrically) গমন করে অর্থাৎ প্রিজমের শীর্ষ হতে প্রথম ও দ্বিতীয় প্রতিসরণ পৃষ্ঠে আলোক রশ্মির আপতন বিন্দুর দূরত্ব সমান হবে [চিত্র ৬.১৯ AQ = AR]। এ অবস্থায় প্রতিসৃত রশ্মি সমদিবাহু বা সমবাহু প্রিজমের ভূমির সমান্তরাল হবে। ab = ac

প্রিজম পদার্থের প্রতিসরাঙ্ক এবং ন্যূনতম বিচৃতি কোণের মধ্যে সম্পর্ক  
Relation between the refractive index of the material of the prism and angle of minimum deviation

মনে করি চারপাশের মাধ্যমের সাপেক্ষে প্রিজম পদার্থের প্রতিসরাঙ্ক  $= \mu$

$$\therefore \text{আমরা পাই}, \mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2} \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (6.34)$$

আমরা জানি,  $\delta = i_1 + i_2 - A$  এবং  $A = r_1 + r_2$



চিত্র ৬.২০

কিন্তু ন্যূনতম বিচুতিতে আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে অতিক্রম করলে,  $i_1 = i_2$  এবং  $r_1 = r_2$

$$\therefore \delta_m = i_1 + i_2 - A = 2i_1 - A$$

$$\therefore 2i_1 = A + \delta_m \text{ বা, } i_1 = \frac{A + \delta_m}{2} \text{ এবং } A = r_1 + r_2 = 2r_1$$

$$\therefore r_1 = \frac{A}{2}$$

এখন সমীকরণ (6.34)-এ  $i_1$  এবং  $r_1$ -এর মান বসিয়ে আমরা পাই,

$$\mu = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$A = 4^2 \text{ cm} \quad \left( \begin{array}{l} \text{এই } 4^2 \text{ খুচু দ্রাঙ আছে} \\ \text{কর্তৃত হ্যাঁ} \end{array} \right) \quad (6.35)$$

উপরের সমীকরণ প্রিজম পদার্থের প্রতিসরাঙ্গক এবং ন্যূনতম বিচুতির মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে।

কোনো প্রিজমের ন্যূনতম বিচুতি  $36^\circ$  বলতে বুঝায় প্রিজমের আপত্তি আলোক রশ্মির আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য বিচুতি কোণের সর্বনিম্ন মান  $36^\circ$  হয়।  $36^\circ$  কে ন্যূনতম বিচুতি কোণও বলে।

এখনে উল্লেখ করা যায় যে,

(i) ন্যূনতম বিচুতির মান প্রিজমের উপাদান, চারপার্শস্থ মাধ্যম, প্রিজমের কোণ ও আপত্তি আলোকের বর্ণের উপর নির্ভর করে।

(ii) বেগুনি বর্ণের আলোকের চেয়ে লাল বর্ণের আলোকের জন্য ন্যূনতম বিচুতি কোণ কম।  $V = f\lambda$

কাজ : একই উপাদানের তৈরি একটি ছোট প্রিজম ও একটি বড় প্রিজম উভয়ের প্রতিসরাঙ্গক সমান হবে কী ?

মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্গক এক জোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও একই বর্ণের আলোর উপর নির্ভরশীল। তাই প্রিজম দুটি যেহেতু একই উপাদানের তৈরি তাই প্রিজম ছোট বা বড় এর উপর প্রতিসরাঙ্গক নির্ভর করে না। এক্ষেত্রে তাই উভয় প্রিজমের প্রতিসরাঙ্গক একই হবে।

নিজে কর : লাল আলো এবং বেগুনি আলোর জন্য প্রতিসরাঙ্গকের মানের কোনো তারতম্য হবে কী ?

মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্গক আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের উপর নির্ভরশীল। তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান বেশি হলে প্রতিসরাঙ্গকের মান কমে যায়। আবার তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মান কমে গেলে প্রতিসরাঙ্গকের মান বেড়ে যায়। তাই লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি হওয়ায় এই আলোর জন্য মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্গক কম হবে। অন্যদিকে বেগুনি আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কম হওয়ায় বেগুনি আলোর জন্য মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্গক বেশি হবে।

### গাণিতিক উদাহরণ

১। ১.৫ প্রতিসরাঙ্গকের কোনো কাচ প্রিজমের এক পৃষ্ঠের উপর আলোক রশ্মি লম্বভাবে আপত্তি হয় এবং প্রিজমের দ্বিতীয় পৃষ্ঠের গাষণ্যে নির্গত হয়। প্রিজম কোণ নির্ণয় কর।

আমরা জানি,

$$r_1 + r_2 = A$$

$$\text{এবং } \mu = \frac{1}{\sin \theta_i}$$

(i)

(ii)

এখনে,

$$\mu = 1.5$$

$$r_2 = 0,$$

$$i_1 = 0^\circ$$

সমীকরণ (ii) থেকে পাই,  $1.5 = \frac{1}{\sin \theta_i}$

$$\therefore \sin \theta_i = \frac{1}{1.5}$$

$$\therefore \theta_i = 41.81^\circ$$

$$\text{এখন, } i_1 = 0$$

$$\therefore r_1 = 0$$

সমীকরণ (i) থেকে পাই,

$$0 + 41.81^\circ = A$$

$$\therefore A = 41.81^\circ$$

প্রিজম নির্জন করে :

① আপত্তি আন্তর্ক্ষেত্র বর্ণ

② প্রিজমের দ্রেণ

③ প্রিজমের উপাদান

④ চারপার্শস্থ মাধ্যম

২। একটি প্রিজমকে ন্যূনতম বিচ্ছুতি অবস্থানে স্থাপন করে আপতন কোণের মান  $40^{\circ}$  পাওয়া যায়। প্রিজমটির উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক ১.৫ হলে প্রিজম কোণ কত? [ব. বো. ২০০৮]

আমরা জানি,

$$\mu = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\text{বা, } 1.5 = \frac{\sin \frac{A + i_1 + i_2 - A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\text{বা, } 1.5 = \frac{\sin \frac{i_1 + i_2}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \quad [\text{ন্যূনতম বিচ্ছুতি } \delta_m = i_1 + i_2 - A \text{ এবং } i_1 = i_2]$$

$$\text{বা, } 1.5 = \frac{\sin i_1}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\text{বা, } \sin \frac{A}{2} = \frac{\sin 40^{\circ}}{1.5} = \frac{0.642}{1.5} = 0.4285$$

$$\text{বা, } \frac{A}{2} = \sin^{-1} 0.4285 = 25.37^{\circ}$$

$$\therefore A = 2 \times 25.37^{\circ}$$

$$= 50.74^{\circ} = 50^{\circ}44'$$

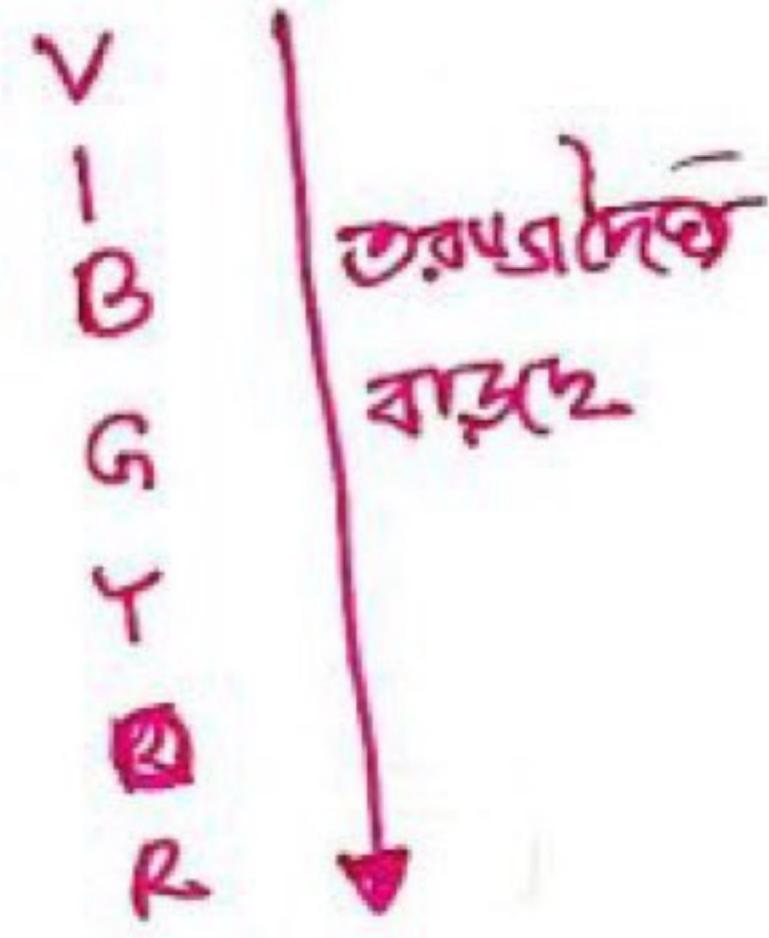
এখানে,

$$i_1 = i_2 = 40^{\circ}$$

$$\mu = 1.5$$

$$A = ?$$

৩৮০ - ৭৮০ nm



V = f(A)  
V & f

প্রতিপ্রসারণ মান  $\propto \frac{1}{\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য}}$   
প্রিজম কোণ =

M

৩। একটি প্রিজমে কোনো একটি রশ্মির নির্গমন কোণ প্রিজম কোণের সমান কিন্তু ঐ তলের আপতন কোণের দিগুণ। প্রিজম উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক  $\sqrt{3}$  হলে দেখাও যে, প্রিজম কোণ  $60^{\circ}$ । [ক. বো. ২০০৮]

আমরা জানি, আলোক রশ্মিটি কাচ থেকে বায়ুতে গেলে,

$$g\mu_g = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\therefore \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sin \frac{A}{2}}{\sin A}$$

$$= \frac{\sin \frac{A}{2}}{2 \sin \frac{A}{2} \cos \frac{A}{2}}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{3}} = \frac{1}{\cos \frac{A}{2}}$$

$$\therefore \cos \frac{A}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\therefore \frac{A}{2} = 30^{\circ}$$

$$\therefore A = 60^{\circ} \text{ (প্রমাণিত)}$$

এখানে,

$$\text{নির্গমন কোণ}, r_2 = A = r$$

$$\text{আপতন কোণ}, i_2 = \frac{r_2}{2} = \frac{A}{2} = i$$

$$g\mu_g = \sqrt{3}$$

$$\therefore g\mu_g = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$A = ?$$

৪। একটি প্রিজমের প্রতিসারক কোণ  $60^\circ$  এবং এর উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক  $1.48$ । ন্যূনতম বিচুতি কোণ নির্ণয় কৰ।

আমরা জানি,

$$\mu = \sin \frac{A + \delta_m}{\sin \frac{A}{2}}$$

*MTR 08F - 08*

$$\text{বা, } 1.48 = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}}$$

$$\text{বা, } 1.48 = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}}{\frac{1}{2}}$$

$$\text{বা, } \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = \sin^{-1} \frac{1.48}{2} \quad \text{বা, } \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = 47.73$$

$$\text{বা, } 60^\circ + \delta_m = 95.46^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 35.46^\circ$$

$$\text{বা, } 1.48 = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}}{\sin 30^\circ}$$

$$\text{বা, } \sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = \frac{1.48}{2}$$

এখানে,

$$A = 60^\circ$$

$$\mu = 1.48$$

**কাজ :** লেপ এবং প্রিজমের আলোর প্রতিসরণ তুলনা কৰ।

লেপের মধ্য দিয়ে একগুচ্ছ আলোকরশ্মি গমনকালে কোথাও মিলিত হবে না (অবতল লেপে) অথবা কোনো কিছু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (অবতল লেপে)। অপর পক্ষে, প্রিজমের মধ্য দিয়ে সাদা আলোক রশ্মি প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণসমূহের একটি সজ্জা পাওয়া যায় যাকে বর্ণালী বলে। বিচ্ছুরিত আলোক রশ্মিসমূহ প্রত্যোক্তে একবর্ণী।

### আলোর বিচ্ছুরণ Dispersion of light

হীরা, মূল্যবান রত্ন, স্ফটিক ইত্যাদির মধ্য দিয়ে আলো প্রবেশ করলে তা বিভিন্ন উজ্জ্বল বর্ণের সৃষ্টি করে, এই অভিজ্ঞতা মানুষের প্রাচীনকাল থেকেই ছিল। বিভিন্ন উজ্জ্বল বর্ণ সৃষ্টির ক্ষমতার উপর নির্ভর করেই রত্নরাজির মূল্য ব্যবেশি হতো। কিন্তু সাধারণ আলো প্রবেশে কেন উজ্জ্বল বর্ণের আলো সৃষ্টি হয় তাৰ ব্যাখ্যা কাৰো জানা ছিল না। 1666 খ্রিস্টাব্দে বিখ্যাত বিজ্ঞানী স্যার আইজাক নিউটন গৱীক্ষার সাহায্যে প্রথম প্রমাণ কৰেন যে, সাদা আলোর প্রকৃতি যৌগিক।

সূর্যের সাদা রশ্মি কাচ প্রিজমের মধ্য দিয়ে গমন করলে প্রতিসৃত রশ্মি সাতটি ভিন্ন বর্ণের বিচ্ছুরিত হবার কৰণ কী ? কেনই বা রশ্মিগুলি প্রিজমের দিকে বেঁকে যায় ? কাচের মতো বিচ্ছুরক মাধ্যমে বিভিন্ন বর্ণের আলোকরশ্মি গতিবেগ বিভিন্ন। লাল আলোর গতিবেগ সর্বাপেক্ষা বেশি এবং বেগুনি বর্ণের সর্বাপেক্ষা কম। বিভিন্ন গতিবেগের ফলে প্রিজমের বেধ অতিক্রম কৰতে লাল, নীল প্রভৃতি আলোকরশ্মি বিভিন্ন সময় নেয় এবং পরস্পর হতে পৃথক হয়ে পড়ে। শূন্য মাধ্যমে অথবা বায়ুতে বিভিন্ন বর্ণের আলোকরশ্মির গতিবেগ সমান বলে শূন্য মাধ্যম অথবা বায়ু মাধ্যম দিয়ে যাবার সময় সাদা আলোর কোনো বিচ্ছুরণ হয় না। সাদা রঞ্জের আলোর এই সাতটি রঞ্জে বিশিষ্ট হওয়ার প্রক্রিয়াটি বিচ্ছুরণ বলে। প্রিজম হতে নির্গত রশ্মিকে পর্দার উপর ফেললে সাতটি রঞ্জের এক মনোরম পট্টি (Band) দেখা যায়। এই রঞ্জিন পট্টির নাম বর্ণালী (Spectrum)। সূতৰাং, বিচ্ছুরণ বর্ণালীর নিম্নোক্ত সজ্জা দেয়া যায়।

**সজ্জা :** সাদা আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণের আলোকে বিভক্ত হওয়াকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে।

সাধারণভাবে বলা যায় যে, কোনো যৌগিক আলোক রশ্মির বিভিন্ন বর্ণে বিভক্ত হওয়াকে বিচ্ছুরণ বলে।

বিচ্ছুরণের ফলে মূল বর্ণসমূহের যে সজ্জা পাওয়া যায় তাকে বর্ণালী বলে।

**বিচ্ছুরক মাধ্যম :** যে মাধ্যম এ ধৰনের বিচ্ছুরণ ঘটায় তাকে বিচ্ছুরক মাধ্যম (Dispersive medium) বলে।

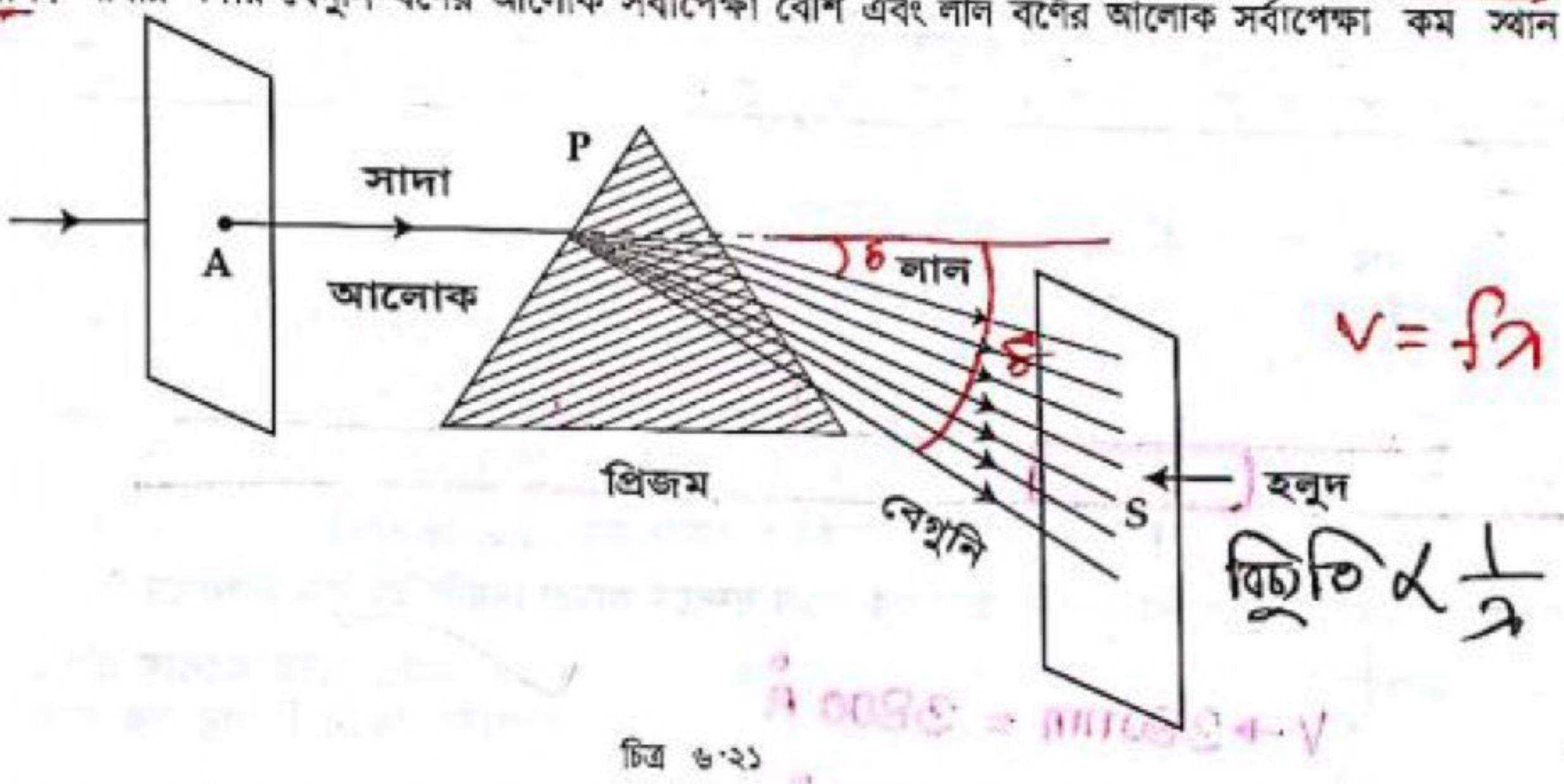
সাদা আলোক বিচ্ছুরিত হলে যে সাতটি বর্ণ পাওয়া যায় এদের প্রত্যোকটির একটিমাত্র তরঙ্গাবৈৰ্য থাকে, তাৰ প্রত্যোকটিকে একবর্ণী আলোক বলে।

অর্ধাং যে আলোক রশ্মির একটিমাত্র তরঙ্গদৈর্ঘ্য থাকে তাকে একবর্ণী আলো (monochromatic light) বলে।

আলো যখন কোনো মাধ্যমের মধ্য দিয়ে অগ্রসর হয় তখন পদার্থের ইলেক্ট্রন দ্বারা উৎক বিকিরণ শোষিত হয়। ফলে ঐ সকল ইলেক্ট্রন অতিরিক্ত শক্তির কারণে নতুনভাবে ছবিত গতিসম্পন্ন হয় এবং অণু-অণু সংঘর্ষ কিংবা পুনরায় বিকিরণের মাধ্যমে এই শক্তি ছাঁস পায়। সুতরাং ছবিত গতিসম্পন্ন ইলেক্ট্রন শোষিত বিকিরণ পুনরায় স্পেসে বিকিরণ করতে পারে। এই প্রক্রিয়াকে বিকিরণের বিশ্ফেপণ বলে।

সাদা আলোক বিশ্ফেপণ হলে যে সাতটি বর্ণ পাওয়া যায় এই বর্ণগুলো যথাক্রমে বেগুনি (Violet), নীল (Indigo), আসমানি (Blue), সবুজ (Green), হলুদ (Yellow), কমলা (Orange) এবং লাল (Red)। এই বর্ণগুলোর এক প্রান্তে থাকে লাল এবং অগ্র প্রান্তে থাকে বেগুনি। লাল এবং বেগুনি বর্ণের মধ্যে থাকে বাকি পাঁচটি বর্ণ। বর্ণালীর বর্ণ সম্ভাকে সহজে মনে রাখার জন্য বর্ণগুলোর নামের বাংলা প্রথম অক্ষর নিয়ে বেনীআসহকলা পদ গঠন করা হয়েছে। ইংরেজিতে অনুরূপ পদ 'VIBGYOR'।

পরীক্ষা : (১) মনে করি, অবচ্ছ পর্দায় A একটি সরু ছিদ্র, P একটি কাচ প্রিজম এবং প্রিজমের অপর পার্শ্বে কিছু দূরে অবস্থিত S একটি পর্দা [চিত্র ৬.২১]। সরু ছিদ্র দিয়ে সাদা আলোক রশ্মি প্রিজমে আপত্তি হলে প্রতিসূত রশ্মিটি সাতটি মূল বর্ণে বিভক্ত হবে এবং পর্দার উপরে একটি রঙিন পটি পাওয়া যাবে। এই পটির এক প্রান্তে থাকে লাল বর্ণ এবং অপর প্রান্তে থাকে বেগুনি বর্ণ। বিভিন্ন বর্ণের সাপেক্ষে প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক বিভিন্ন বলে এই বর্ণালীর সৃষ্টি হয়। দেখা যাবে লাল বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি সর্বাপেক্ষা কম এবং বেগুনি বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি সর্বাপেক্ষা বেশি। আবার পর্দায় বেগুনি বর্ণের আলোক সর্বাপেক্ষা বেশি এবং লাল বর্ণের আলোক সর্বাপেক্ষা কম স্থান



দখল করে থাকে। হলুদ বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি লাল ও বেগুনি বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতির মাঝামাঝি। এজন্য এর বিচ্যুতিকে গড় বিচ্যুতি (Mean deviation) এবং হলুদ বর্ণের রশ্মিকে মধ্য রশ্মি (Mean ray) বলা হয়।

(২) মুখে পানি নিয়ে সূর্যকে পিছনে রেখে মুখ দিয়ে আস্তে আস্তে পানি ছিটিয়ে দিলে পানি বিন্দুর মধ্য দিয়ে সূর্য রশ্মির প্রতিসরণের ফলে সাতটি বর্ণবিশিষ্ট একটি ধনুকাকৃতি বর্ণালী দেখা যাবে।

(৩) সূর্যের আলোক রশ্মি মেঘের গোলাকৃতি পানি বিন্দুর উপর আপত্তি হবার পর প্রতিসরণের ফলে আকাশের গায়ে রংধনু বা রামধনু (Rainbow) সৃষ্টি করে। আকাশের যে দিকে সূর্য তার বিপরীতে সাধারণত এই বর্ণালী দেখা যায়।

### আঞ্চলিক/ভ্রান্তি অ্যাম্বল

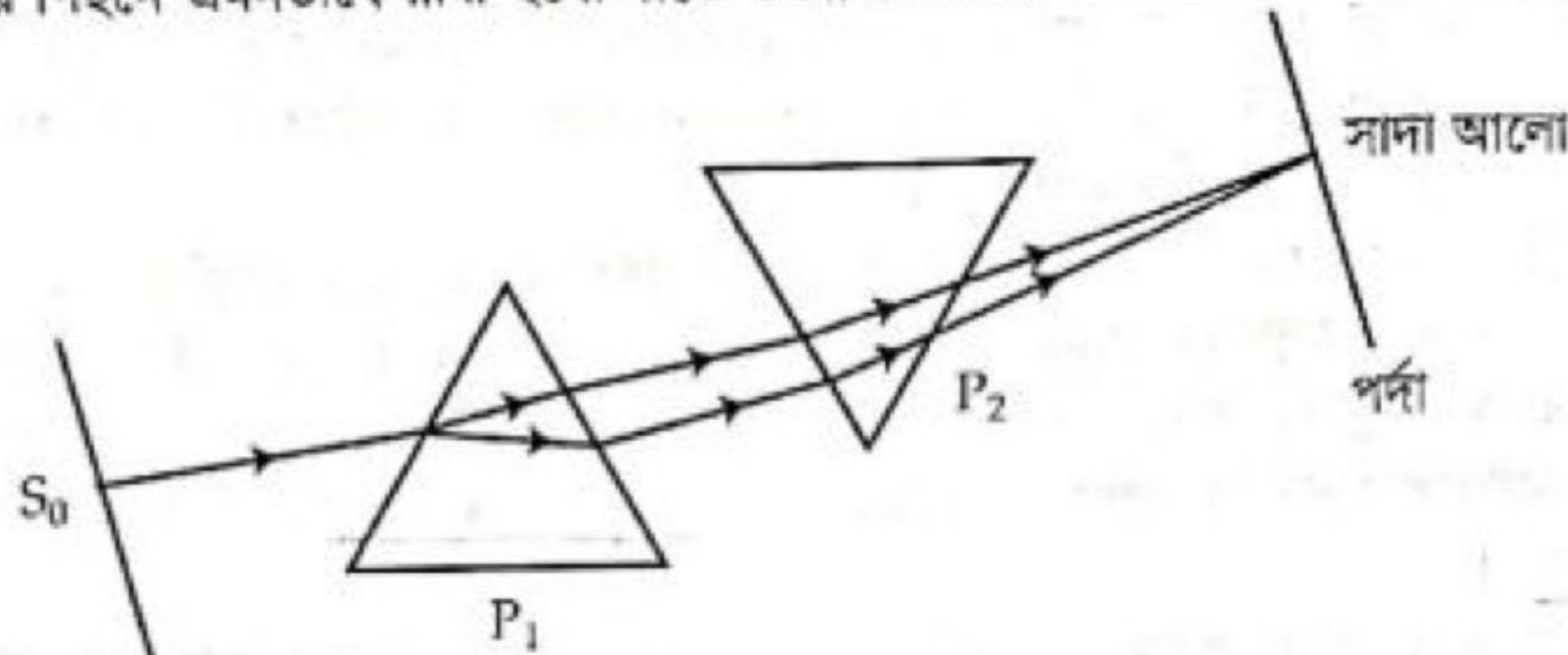
লাল, নীল, আসমানি ইত্যাদিকে মূল বর্ণ বলা হয়। এর কারণ বর্ণগুলোর যেকোনো একটি প্রিজমের মধ্য দিয়ে গমন করলে এদের কোনো বিচ্ছুরণ ঘটবে না।

**অনুসন্ধানমূলক কাজ :** সাদা আলো কাচ প্রিজমে প্রবেশ করলে বর্ণালী সৃষ্টি হয় কেন ?

সাদা আলোতে সাতটি বর্ণের আলোক রশ্মি থাকে। প্রতিটি আলোক রশ্মির জন্য প্রিজমের প্রতিসরাঙ্ক ভিন্ন মানে। তাই এরা প্রিজমের মধ্য দিয়ে গমনকালে ভিন্ন ভিন্ন মানে বিচ্যুত হয়। তখন আলোক রশ্মিগুলো ভিন্ন ভিন্ন কোণে আমাদের চোখে প্রবেশ করলে সাতটি বর্ণ আমরা আলাদাভাবে বুঝতে পারি। এ কারণে সাদা আলো প্রিজমে প্রবেশ করলে বর্ণালী সৃষ্টি হয়।

**পরীক্ষণ :** বর্ণালীর বিভিন্ন বর্ণকে সঠিক অনুপাতে মিশালে পুনরায় সাদা আলো পাওয়া যায়।

পরীক্ষণটি করার জন্য প্রথম প্রিজম  $P_1$ -এর মতো ঠিক একই রকম অপর একটি প্রিজম  $P_2$  নিতে হবে। একে উন্টাতাবে  $P_1$  প্রিজমের পিছনে এমনভাবে রাখা হলো যাতে উভয় প্রিজমের প্রতিসারক ধারণগুলি এবং S রেখাছিদ্র সমাত্রালু



চিত্র ৬.২২

হয় [চিত্র ৬.২২]। দেখা যায় যে, সাদা আলো প্রথম প্রিজম দ্বারা বিভিন্ন বর্ণে বিশ্রিত হওয়ার পর দ্বিতীয় প্রিজম কর্তৃক পুনর্যোজিত হয়। দ্বিতীয় প্রিজম হতে নির্গত হবার পর রশ্মিগুলি পর্দার উপর একটি সাদা পটি গঠন করে।

**কাজ :** উভয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

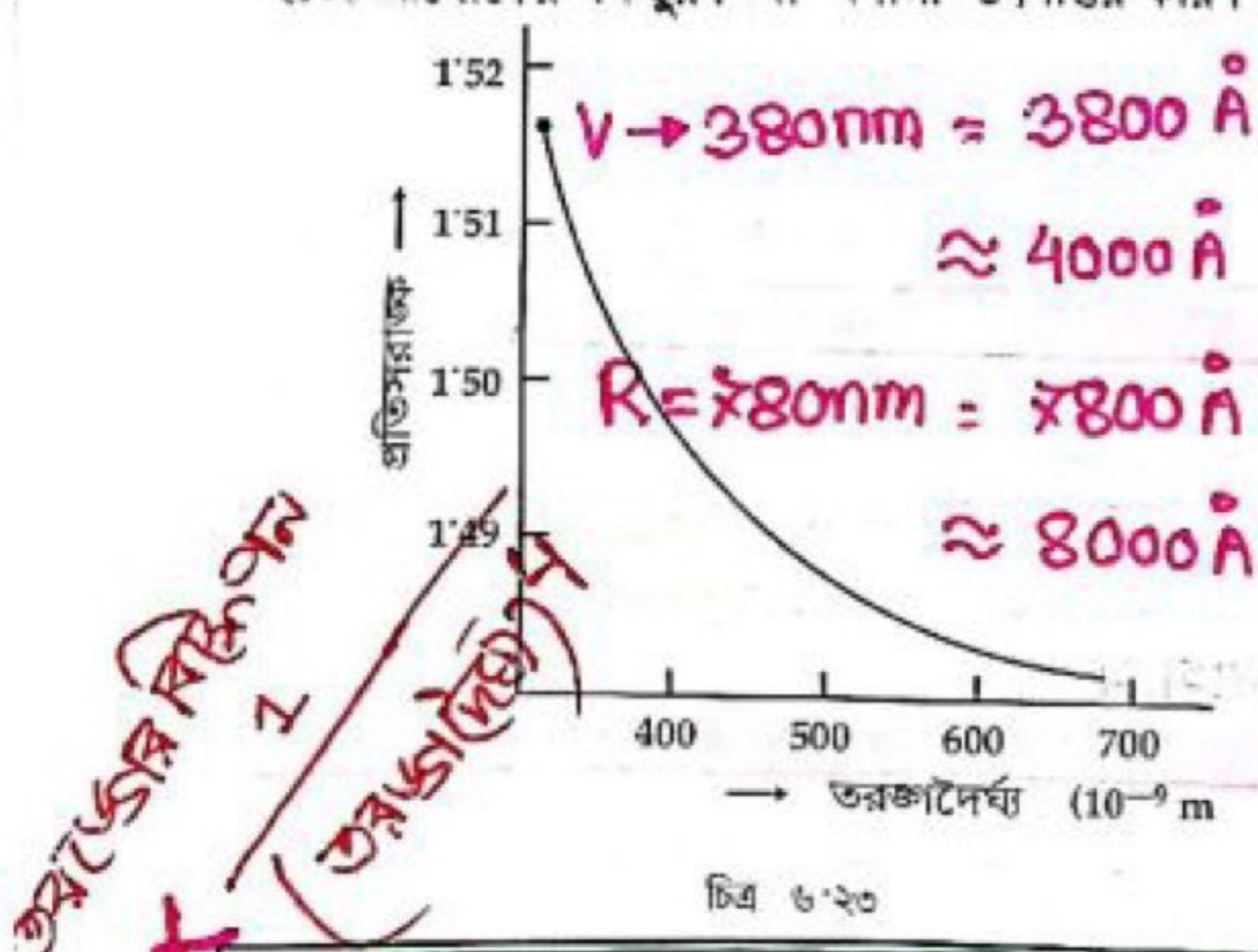
আমরা জানি, উভয়মান উড়োজাহাজ মেঘের উপর দিয়ে চলাচল করে। ফলে ছায়া ভূমিতে পড়ার পূর্বেই তা মেঘের উপর পড়ে যা মেঘ ভেদ করে আর মাটিতে আসে না। এজন্যই উভয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না।

### বর্ণালী উৎপন্নির কারণ

#### Cause of formation of spectrum

প্রিজম পদার্থের প্রতিসরাঙ্ক ছাড়াও আলোকের বর্ণের উপর নির্ভর করে। বিভিন্ন আলোক বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিভিন্ন। লাল বর্ণের আলোক রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি, প্রায় 8000 Å, তাই এর বিচ্যুতি কম হয়। বেগুনি বর্ণের আলোক রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কম, প্রায় 4000 Å বলে প্রিজমের মধ্য দিয়ে যাবার সময় এর বিচ্যুতি বেশি হয়।

আরও বলা যায় যে, বিভিন্ন বর্ণের আলোকের প্রতিসরণীয়তা (Refrangibility) বিভিন্ন। উপরোক্ত ব্যাখ্যাগুলো হতে আলোকের বিচ্ছুরণ বা বর্ণালী উৎপন্নির কারণ সম্পর্কে আমরা নিম্নলিখিত দুটি সিদ্ধান্তে উপনীত হতে পারি—



(১) বিভিন্ন বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্দক্যভেদে বিভিন্ন হয় বলে বর্ণালী উৎপন্ন হয়।

(২) সাদা আলোকের মধ্যে যে সাতটি মূল বর্ণের আলোক আছে তাদের জন্য মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের বিভিন্নতা হেতু বর্ণালী উৎপন্ন হয়।

চিত্র ৬.২৩-এ প্রতিসরাঙ্ক বনাম তরঙ্গদৈর্ঘ্যের লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। লেখচিত্র থেকে দেখা যায় যে, যে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি সে আলোর প্রতিসরাঙ্ক কম, ফলে কম বেঁকে যায়। এ কারণে লাল আলোর প্রতিসরণ কম হয়; পক্ষান্তরে বেগুনি আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কম, তাই প্রতিসরাঙ্ক বেশি। ফলে বেগুনি আলোর প্রতিসরণ বেশি অর্ধাং বেশি বেঁকে যায়।

**কাজ :** বিপদ সংকেতে সব সময় লাল আলো ব্যবহার করা হয় কেন?

দৃশ্যমান আলোর সাতটি বর্ণের মধ্যে লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সর্বাপেক্ষা বেশি। আবার, তরঙ্গের বিক্ষেপণ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের বাস্তানুপাতিক বলে বায়ুমণ্ডলের মধ্য দিয়ে যাবার পথে অন্যান্য বর্ণের আলোর তুলনায় লাল বর্ণের আলোর বিক্ষেপণ কম হবে। এ কারণে লাল আলো বায়ুমণ্ডলে অধিক দূর পর্যন্ত বিস্তার লাভ করতে পারে।

ফলে কোনো বিপজ্জনক স্থানে আসার অনেক আগে থেকেই গাড়ির, ভাসানের বা বিমানের চালক লাল আলো দেখতে পেয়ে বিপদ সম্পর্কে সতর্ক হতে পারে। তাই বিপদ সংকেতে সর্বদা লাল আলো ব্যবহার করা হয়।

**নিজে কর :** সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় দিগন্ত রেখায় আকাশের রং লাল দেখায় কেন?

সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় সূর্য দিগন্ত রেখার কাছাকাছি অবস্থান করে এবং এই সময় সূর্যালোককে সর্বাপেক্ষা অধিক দূরত্ব অতিক্রম করে পৃথিবীতে আসতে হয়। এতটা দীর্ঘ পথ অতিক্রমের অবকাশে বাযুমণ্ডলের অণু ও ধূলিকণা কর্তৃক সূর্যালোক পুনঃ পুনঃ বিক্ষেপিত হয়। লাল বর্ণ এবং লাল বর্ণের কাছাকাছি বর্ণ ব্যতীত অন্যান্য বর্ণসমূহ অধিক বিক্ষেপিত হয়ে দৃষ্টি পথ হতে অন্যদিকে চলে যায়। কিন্তু লাল ও তার কাছাকাছি দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বর্ণসমূহের বিক্ষেপণ কর হওয়ায় এরা পৃথিবীতে চলে আসে। তাই সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় আকাশ লাল দেখায়?

**কাজ :** ক্রিকেট খেলায় সাদা বল ব্যবহার করা হয় কেন?

শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে বিভিন্ন বর্ণের আলোক রশ্মির গতিবেগ সমান বলে শূন্য মাধ্যম বা বায়ু মাধ্যম দিয়ে যাওয়ার সময় সাদা আলোর কোনো বিচ্ছুরণ হয় না। ফলে এটি অনেক দূর পর্যন্ত বিস্তার লাভ করতে পারে। তাই এটি সহজে দৃশ্যমান হয়। এজন্য ক্রিকেট খেলায় সাদা বল ব্যবহার করা হয়।

### বিচ্ছুরণের পরিমাপ

#### Magnitude of dispersion

আমরা জানি সাদা আলোক রশ্মি কাচ প্রিজমের মধ্য দিয়ে গমন করলে প্রতিসরণের ফলে নির্গত রশ্মি সাতটি বর্ণে বিভক্ত হয় এবং এরা প্রিজমের ভূমির দিকে বেঁকে যায়। এই বর্ণসমূহের এক প্রান্তে লাল এবং অপর প্রান্তে বেগুনি বর্ণ থাকে। প্রান্তস্থ লাল এবং বেগুনি রশ্মির কৌণিক বিচ্ছুরণের পার্থক্য বিচ্ছুরণের মান নির্দেশ করে।

মনে করি,  $\delta_r$  এবং  $\delta_i$  যথাক্রমে লাল এবং বেগুনি বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্ছুরণ [চিত্র ৬.২৪]।

$$\therefore \text{বিচ্ছুরণ}, \theta = \delta_i - \delta_r$$

$$\text{বা}, \theta = \delta_i - \delta_r \quad \dots \dots \quad (6.36)$$

তবে মধ্য রশ্মির বিচ্ছুরণকেই মূল রশ্মির বিচ্ছুরণ ধরা হয়। বিচ্ছুরণ এবং বিচ্ছুরণ প্রিজম পদার্থের উপাদান, আপতন কোণ এবং প্রিজম কোণের উপর নির্ভর করে। প্রিজমটি ন্যূনতম বিচ্ছুরণ অবস্থানে স্থাপিত হলে প্রতিটি রশ্মির বিচ্ছুরণ ন্যূনতম হবে।

### বিচ্ছুরণ ক্ষমতা

কোনো একটি যত্ন মাধ্যম কর্তৃক সূক্ষ্ম বর্ণালীতে দুই অন্তিম রশ্মির (বা যে কোনো দুটি বর্ণের আলোক রশ্মির) কৌণিক বিচ্ছুরণের পার্থক্য এবং মধ্য বা গড় রশ্মির কৌণিক বিচ্ছুরণের অনুপাতকে উক্ত মাধ্যমের বিচ্ছুরণ ক্ষমতা বলে। একে  $W$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

বিচ্ছুরণ ক্ষমতা,  $W = \frac{\delta_r - \delta_i}{\delta}$ , এখানে  $\delta_r$  = বেগুনি বর্ণের বিচ্ছুরণ,  $\delta_i$  = লাল বর্ণের বিচ্ছুরণ এবং  $\delta$  = মধ্য বা গড় রশ্মির বিচ্ছুরণ।

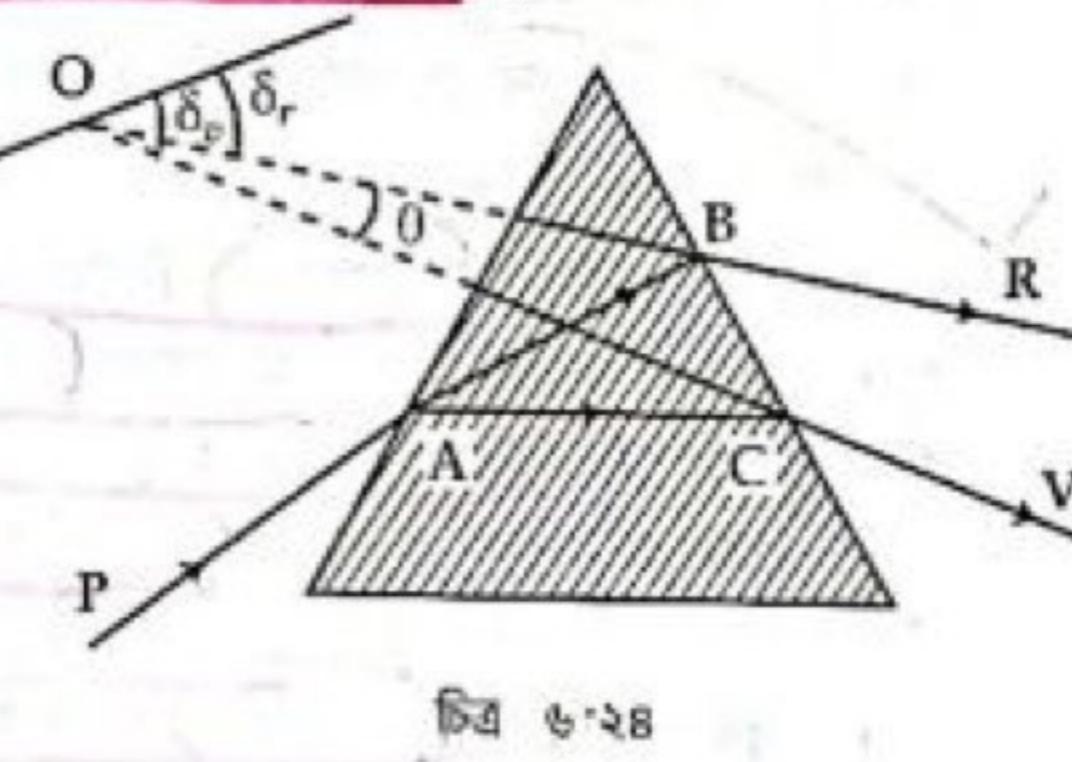
## বিক্ষিপ্ত আন্তর্বর্তী তীব্রতা $\frac{1}{(তরঙ্গদৈর্ঘ্য)^4}$

### রশ্মির বিক্ষেপণ সূত্র Scattering Law of Rayleigh

বিদ্যাত বিজ্ঞানী রয়ালে বিক্ষিপ্ত আলোর তীব্রতা ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য সম্পর্কিত একটা সূত্র আবিষ্কার করেন। এই সূত্র অনুসারে, **বিক্ষিপ্ত আলোর তীব্রতা আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের ব্যন্তিনুপাতিক** ফলে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর চেয়ে ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোকে বেশি বিক্ষেপণ করে।

**কাজ :** পরিষ্কার আকাশ নীল দেখায় কেন? (১১) প্রয়োজন ১৪

বাযুমণ্ডলে বিভিন্ন গ্যাসের অণু কর্তৃক সূর্যালোকের বিক্ষেপণের (scattering) জন্য আকাশ নীল দেখায়। বাযুমণ্ডলে ভাসমান ধূলিকণাও সূর্যালোককে বিক্ষিপ্ত করতে পারে; সেক্ষেত্রে ধূলিকণার আকার দৃশ্যমান আলোর দীর্ঘতম তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর হওয়া প্রয়োজন। বিক্ষিপ্ত আলোর তীব্রতা তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের ব্যন্তিনুপাতে



পরিবর্তিত হয়। ফলে সূর্যালোকের নীল রশ্মিগুলি লাল রশ্মিগুলি অপেক্ষা বেশি বিক্ষিপ্ত হয়। ফলে আকাশের দিকে তাকালে আকাশ নীল দেখায়।

### সম্প্রসারিত কাজ : [চাঁদের আকাশ কালো দেখায়] কেন ?

পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল না থাকলে বিক্ষেপণ হত না। ফলে আকাশ হতে কোনো আলো আমাদের চোখে পৌছাত না। তখন এমন কি দিনের বেলাতেও আকাশকে কালো দেখাত। নভোচারিগণ মহাকাশযানে বায়ুমণ্ডল অতিক্রম করার প্রস্তুত এই অভিজ্ঞতার সম্মুখীন হয়েছেন। চাঁদে কোনো বায়ুমণ্ডল নেই বলে একই কারণে চাঁদের আকাশকে কালো দেখায়।

**হিসাব কর :** একটি কাচের প্রিজমের প্রতিসরণ কোণ  $8^{\circ}$  এবং নীল ও লাল বর্ণের আলোর বেলায় প্রতিসরণ যথাক্রমে  $1.532$  ও  $1.514$ । প্রিজম যে কৌণিক বিচ্ছুরণ উৎপন্ন করে তা নির্ণয় কর। প্রিজমের উপাদানের বিচ্ছুরণ ক্ষমতা কত?

$$\text{নীল } \& \text{ লাল } \text{ বর্ণের ভেতর কৌণিক বিচ্ছুরণ } (\mu_b - \mu_r) A = (1.532 - 1.514) 8^{\circ} = 0.144^{\circ}$$

$$\checkmark \text{ বিচ্ছুরণ ক্ষমতা, } W = \frac{\mu_b - \mu_r}{\mu - 1}$$

$$\text{এখন, } \mu = \frac{\mu_b + \mu_r}{2}$$

$$= \frac{1.532 + 1.514}{2} = 1.523$$

$$\therefore W = \frac{1.532 - 1.514}{1.532 - 1} = \frac{0.018}{0.523} = 0.034$$

বর্ণালী পাঠের প্রয়োজনীয়তা (Necessity for studying spectrum)

বর্ণালী পাঠের নানারূপ প্রয়োজনীয়তা আছে। নিম্নে তা উল্লেখ করা হলো—

**বর্ণালী বিশ্লেষণ দ্বারা :**

- (১) বিভিন্ন বর্ণের তরঙ্গাবস্থা নির্ণয় করা যায়।
- (২) বিভিন্ন বর্ণের ক্ষেত্রে মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্গ নির্ণয় করা যায়।
- (৩) বিভিন্ন ধাতুর বৈশিষ্ট্য নির্ণয় করা যায়।
- (৪) কোনো মিশ্রণে উপস্থিত অজ্ঞাত ধাতুর নাম ও প্রকৃতি নির্ণয় করা যায়।
- (৫) বর্ণালী বিশ্লেষণ দ্বারা বিভিন্ন মৌল পদার্থ সন্তোষ করা যায়।
- (৬) সূর্য নকশের অবিহমণ্ডলের গঠন সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

প্রয়োজনীয় গাণিতিক সূত্রাবলী

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \checkmark \quad \text{১/ বর্ণালী বিশ্লেষণ দ্বারা?} \quad (1)$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \checkmark \quad \dots \quad \dots \quad (2)$$

$$P = \frac{1}{f} \quad (\text{ডায়পটার}) \quad \checkmark \quad \dots \quad \dots \quad (3)$$

$$m = 1 + \frac{D}{f} \quad \checkmark \quad \text{২/ অর্থগুচ্ছে} \quad \dots \quad \dots \quad (4)$$

$$m = \frac{v}{u} \left( 1 + \frac{D}{f_c} \right) \quad \checkmark \quad \text{২/ প্রতিফলণাংশ} \quad \dots \quad \dots \quad (5)$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (6)$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (7)$$

$$m = \frac{f_0}{f_c} \quad \checkmark \quad \text{৩/ ধীর পদার্থ} \quad \dots \quad \dots \quad (8)$$

$$L = f_0 + f_c \quad \checkmark \quad \text{৪/ ধীর ধীর নাম-ও প্রক্রিয়া} \quad \dots \quad \dots \quad (9)$$

$$\text{৫/ আবস্থান ধীর নাম-ও প্রক্রিয়া}$$

$$\text{৬/ আবস্থান ধীর নাম-ও প্রক্রিয়া}$$

(খ) লেপের বক্রতার ব্যাসার্ধেয় সমান অর্থাৎ  $r$  এবং লেপের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক  $\mu$  হলে,  
আমরা জানি,

$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= (\mu - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \\ &= (\mu - 1) \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{r} \right) \\ \frac{1}{f} &= (\mu - 1) \left( \frac{2}{r} \right) \quad \dots \quad \dots \quad (i)\end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned}r_1 &= +r \\ r_2 &= -r \\ f &=?\end{aligned}$$

আবার, উন্নীপকে লেসটির বক্রতার ব্যাসার্ধেয় যথাক্রমে 55 cm এবং 60 cm, লেপের 50 cm সামনে বস্তু রাখলে 20 cm পিছনে বিষ্ণ গঠিত হয়,

$$\therefore \frac{1}{f} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{55} - \frac{1}{60} \right), \text{ 'ক' থেকে প্রাপ্ত } f = 40 \text{ cm}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{40} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{660} \right)$$

$$\text{বা, } (\mu - 1) = \frac{33}{2}$$

$$\therefore \mu = 17.5$$

(i) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$$\frac{1}{f} = (17.5 - 1) \times \frac{2}{r} = 16.5 \times \frac{2}{r} = \frac{33}{r}$$

$$\therefore f = 33 r$$

বক্রতার ব্যাসার্ধেয় সমান হলে, ফোকাস দূরত্ব আলোক কেন্দ্র বক্রতার ব্যাসার্ধের 33 গুণ দূরে হবে।

### সার-সংক্ষেপ

ফার্মিট-এর নীতি

: যখন কোনো আলোক রশ্মি প্রতিফলন বা প্রতিসরণ-এর সূত্র মেনে কোনো সমতল পৃষ্ঠে প্রতিফলিত বা প্রতিসূত হয় তখন তা সর্বদা ক্ষুদ্রতম পথ অনুসরণ করে।

গোলকীয় দর্শণ

: কোনো দর্শণের প্রতিফলন তল যদি কোনো গোলকের অংশবিশেষ হয় বা গোলকীয় হয় তবে তাকে গোলকীয় দর্শণ বলে।

লেপের ক্ষমতা

: কোনো লেপ দ্বারা আলোক রশ্মিগুচ্ছের অভিসারিতা বা অপসারিতা উৎপাদনের সামর্থ্যকে তার ক্ষমতা বলে। কোনো লেপের ফোকাস দূরত্বের বিপরীত সংখ্যাকে তার ক্ষমতা বলা হয়।

লেপের ক্ষমতার একক

: লেপের একক ডায়াপটার। লেপের ফোকাস দূরত্বকে মিটারে প্রকাশ করে তার বিপরীত রাশি নিলে ডায়াপটারে লেপের ক্ষমতা পাওয়া যায়।

অগুৰীক্ষণ যন্ত্র

: যে আলোক যন্ত্রের সাহায্যে নিকটবর্তী অতি ক্ষুদ্র বস্তুর ঝুটিনাটি প্রতিবিম্বের মাধ্যমে বর্ধিত করে দেখা যায় তাকে অগুৰীক্ষণ যন্ত্র বলে।

দূরবীক্ষণ যন্ত্র

: দূরের বস্তুকে ভালোভাবে পর্যবেক্ষণের জন্য যে আলোক যন্ত্র ব্যবহার হয় তাকে দূরবীক্ষণ যন্ত্র বলে।

নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্র

: চন্দ্র, সূর্য, গ্রহ, নক্ষত্র প্রভৃতি নভোমণ্ডলীয় বস্তু পর্যবেক্ষণে যে দূরবীক্ষণ যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাকে নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্র বলে।

প্রিজম

: তিনটি পরস্পরচেন্দী সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ একটি অক্ষ সমস্তু মাধ্যমকে প্রিজম বলে।

প্রিজমের প্রতিসরণ তল

: প্রিজমের যে তল দিয়ে আলোক রশ্মি প্রবেশ করে এবং যে তল দিয়ে আলোক রশ্মি বের হয় তাদেরকে প্রিজমের প্রতিসরণ তল বলে।

প্রিজমের শীৰ্ষ

: প্রিজমের তলদ্বয় যে রেখায় ছেদ করে তাকে প্রিজমের শীৰ্ষ বলে।

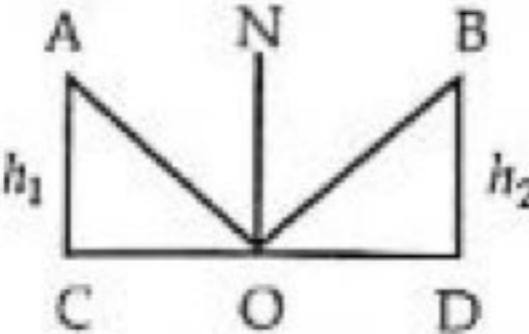
প্রিজম কোণ

: প্রতিসরণ তলদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণকে প্রিজম কোণ বলে।

- প্রিজমের ভূমি  
বিচ্ছুতি কোণ বা বিচ্ছুতি : প্রিজম কোণের বিপরীত তলকে প্রিজমের ভূমি বলে।
- ন্যূনতম বিচ্ছুতি কোণ : প্রিজমে আপত্তি রশ্মিকে সামনের দিকে এবং নির্গত রশ্মিকে পিছনের দিকে বর্ধিত করলে এদের অন্তর্ভুক্ত কোণকে বিচ্ছুতি কোণ বা বিচ্ছুতি বলে।
- বিচ্ছুরণ  
বর্ণালী
- বিচ্ছুরণ ক্ষমতা : প্রিজমে আপত্তি রশ্মির আপত্তি কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য বিচ্ছুতি কোণের মান সর্বনিম্ন হয়। বিচ্ছুতি কোণের এই সর্বনিম্ন মানকেই ন্যূনতম বিচ্ছুতি কোণ বলে।
- সাদা আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণের আলোকে বিভক্ত হওয়াকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে।
- একবর্ণী আলো : বিচ্ছুরণের ফলে মূল বর্ণসমূহের যে সঙ্গা পাওয়া যায় তাকে বর্ণালী বলে।
- কোনো একটি সচ্চ মাধ্যম কর্তৃক সৃষ্টি বর্ণালীতে দুই অন্তিম রশ্মির কৌণিক বিচ্ছুতির পার্থক্য এবং মধ্য বা গড় রশ্মির কৌণিক বিচ্ছুতির অনুপাতকে উক্ত মাধ্যমের বিচ্ছুরণ ক্ষমতা বলে।
- একবর্ণী আলো : যে আলোক রশ্মির একটি মাত্র তরঙ্গদৈর্ঘ্য থাকে তাকে একবর্ণী আলো বলে।

### বহুনির্বাচনি প্রশ্নের উত্তরের জন্য প্রয়োজনীয় বিষয়াবলির সার-সংক্ষেপ

১। ফার্মাটের নীতির সাহায্যে আলোর সরলরেখিক গতি নির্ণয় করা যায়। চরম বা অবম দৈর্ঘ্যের পথের নীতি হলো ফার্মাট নীতি।

২।  চিত্র অনুযায়ী ফার্মাটের নীতির সাহায্যে সময়  $t = \sqrt{\frac{x_1^2 + h_2^2}{v}}$

৩। উপরের চিত্রে ফার্মাটের নীতি অনুযায়ী প্রযোজ্য  $\frac{dt}{dx} = 0$ .

৪। লেন প্রস্তুতকারকের সমীকরণ হলো  $\frac{1}{f} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ .

৫। পয়েন্ট ভেটের হলো,  $E \times H$ .

৬। গ্যালিলীয় দূরবীক্ষণ যন্ত্র হলো প্রতিসরণ দূরবীক্ষণ যন্ত্র। গ্যালিলি জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের আবিষ্কারক।

৭। একটি জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলম্ব ও অভিনেত্রের বিবরণ যথাক্রমে  $m_1 \approx m_2$ .

৮। তুল লেপের দ্বারা সৃষ্টি প্রতিবিম্ব সোজা ও সমান দেখায়।

৯। একটি উত্তল লেপের ফোকাস দূরত্ব  $f$ । উত্তল লেপটি  $n$  গুণ বিবর্ধিত সদ প্রতিবিম্ব গঠন করলে বন্তুর দূরত্ব হবে  $(n+1)f$ .

১০। প্রতিসরাঙ্ক বেশি হলে আলো কম বেগে চলে। কোয়ার্টজ হলে দৈত্য প্রতিসরণ মাধ্যম \*

১১। আলোর বিভিন্ন বর্ণের কারণ হলো—তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য।

১২। আলো ঘনত্বের মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করলে বেগ বেশি হয়।

১৩। মাল আলোর বেগ বেগুনি আলোর বেগের চেয়ে ১.৪ গুণ বেশি।

১৪। বেগুনি রঙের আলোর জন্য নির্দিষ্ট মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের মান সবচেয়ে বেশি হয়।

১৫। যাতাবিক ফোকাসিং-এর জন্য টেলিস্কোপে বিবর্ধনের মান  $\frac{f_0}{f_c} \left( 1 + \frac{f_c}{D} \right)$ .

১৬। ১.৫ প্রতিসরাঙ্কের উত্তল লেপের উভয় পৃষ্ঠার বক্রতার ব্যাসার্ধ সমান হলে  $f = r$  হয়।

১৭। লেপের ফোকাস দূরত্ব ও বক্রতার ব্যাসার্ধের মধ্যে সম্পর্ক হলো  $f = \frac{r}{2}$ .

১৮। জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রে ২ বার প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিনেত্রে সৃষ্টি প্রতিবিম্ব অবাস্তব ও বিবর্ধিত হয়।

১৯। বেতার তরঙ্গ পর্যবেক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয় রেডিও টেলিস্কোপ।

২০। কোনো নির্দিষ্ট সময়ে  $\mu$  প্রতিসরাঙ্কের কোনো মাধ্যমের ভেতরে দিয়ে  $x$  দূরত্ব অতিক্রম করলে আলোকীয় পথ হবে  $\mu x$ .

→ page 280