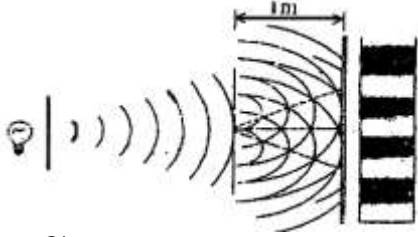


অধ্যায়-৭: ভৌত আলোকবিজ্ঞান

প্রশ্ন ▶ ১



চিরদ্রয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব = 1.88 mm

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য = 4800 Å

পরীক্ষাটি বায়ু মাধ্যমে সম্পন্ন হয়েছে।

[ডিকার-নিনিসা নুন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. কার্শফের দ্বিতীয় সূত্রটি বিবৃত কর। ১
- খ. ইস্পাতের চেয়ে নরম লোহাকে তড়িৎ চুম্বক তৈরীর ক্ষেত্রে বেশি উপযোগী মনে করা হয় কেন? ২
- গ. পরপর দুইটা উজ্জ্বল বা অন্ধকার ডোরার দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. পরীক্ষাটি 1.5 প্রতিসরাঙ্কের কোন তরলে একই রকম ঝালর পর্দায় পাওয়া যাবে কিনা। গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কার্শফের ২য় সূত্রটি হলো- কোনো বদ্ধ তড়িৎ বর্তনী পরিক্রমণকালে যে সব বিভব পরিবর্তনের সম্মুখীন হতে হয় তাদের বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য।

খ কোনো নির্দিষ্ট চুম্বকন ক্ষেত্রের বেলায়, নরম লোহার চুম্বকন মাত্রা (I) ইস্পাত অপেক্ষা বেশি। অতএব, নির্দিষ্ট H-এর বেলায়, নরম লোহার চৌম্বক গ্রাহিতা $(K = \frac{I}{H})$ ইস্পাত অপেক্ষা বেশি। এজন্য তড়িৎ চুম্বক তৈরি করার ক্ষেত্রে নরম লোহা ব্যবহার করা হয়।

গ দেওয়া আছে,

চিরদ্রয়ের মধ্যকার দূরত্ব, $a = 1.88 \text{ mm} = 1.88 \times 10^{-3} \text{ m}$

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 4800 \text{ Å} = 4.8 \times 10^{-7} \text{ m}$

চিরদ্রয় হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$

বের করতে হবে, পরপর দুইটি উজ্জ্বল বা অন্ধকার ডোরার দূরত্ব = ডোরা ব্যবধান, $\Delta z = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \Delta z = \frac{\lambda D}{a} = \frac{4.8 \times 10^{-7} \text{ m} \times 1 \text{ m}}{1.88 \times 10^{-3} \text{ m}} \\ = 2.5532 \times 10^{-4} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি,

বায়ুর পরম প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_a \approx 1$

উক্ত তরলের পরম প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_l = 1.5$

বায়ুতে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_a = 4.8 \times 10^{-7} \text{ m}$

উক্ত তরলে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_l হলে,

$$\frac{\lambda_l}{\lambda_a} = \frac{\mu_a}{\mu_l}$$

$$\therefore \lambda_l = \frac{\mu_a}{\mu_l} \lambda_a = \frac{1}{1.5} \times 4.8 \times 10^{-7} \text{ m} = 3.2 \times 10^{-7} \text{ m}$$

1.5 প্রতিসরাঙ্কের কোনো তরলে করলে উদ্দীপকের পরীক্ষাটি প্রাপ্ত

$$\text{ডোরা ব্যবধান, } \Delta z' = \frac{\lambda_l D}{a} \\ = \frac{3.2 \times 10^{-7} \text{ m} \times 1 \text{ m}}{1.88 \times 10^{-3} \text{ m}} = 1.702 \times 10^{-4} \text{ m}$$

লক্ষ্যকরি, $1.702 \times 10^{-4} \text{ m} \neq 2.5532 \times 10^{-4} \text{ m}$

অর্থাৎ, $\Delta z' \neq \Delta z$

সুতরাং, পরীক্ষাটি 1.5 প্রতিসরাঙ্কের কোনো তরলে করলে একই রকম ঝালর পর্দায় পাওয়া যাবে না।

প্রশ্ন ▶ ২ ইয়ং এর দ্বি চির পরীক্ষায় কবির $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ এর আলো ব্যবহার করলো। তার পরীক্ষণে পাশাপাশি দুটি ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.75m এবং পর্দার দূরত্ব 1.55m। আবার লীনা $6 \times 10^{-4} \text{ cm}$ প্রস্থের একক চিরে 6000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করলো।

[ঢকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ]

- ক. অপবর্তন কী? ১
- খ. ব্যতিচারের শর্তগুলি কী কী? ২
- গ. কবিরের পরীক্ষায় চিরের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? ৩
- ঘ. লীনার পরীক্ষায় ২টি উজ্জ্বল ও অন্ধকার পট্টির মধ্যবর্তী কৌণিক ব্যবধান সমান কীনা যাচাই কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তীক্ষ্ণ ধার বা প্রতিবন্ধকের পাশ দিয়ে আলোকরশ্মি বেঁকে যাওয়ার ঘটনাকে অপবর্তন বলে।

খ ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য দুটি সুসংগত উৎসের প্রয়োজন হয়। অন্য কথায় দুটি সুসংগত উৎস হতে আগত আলোকরশ্মির উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার ঘটে। নিম্নোক্ত শর্তাবলি পূরণ সাপেক্ষে দুটি উৎসকে সুসংগত বলা হয়: (i) নিঃসৃত আলোক তরঙ্গ গুলোর একই তরঙ্গদৈর্ঘ্য থাকতে হবে। (ii) আলোক তরঙ্গদ্বয় একই দশায় বা নির্দিষ্ট দশাপার্থক্যে নিঃসৃত হতে হবে। এ দশা পার্থক্য সবসময়ের জন্য বজায় থাকতে হবে।

গ দেওয়া আছে,

ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক, $f = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$

ডোরা ব্যবধান, $\Delta z = 0.75 \text{ m}$

চিরদ্রয় হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1.55 \text{ m}$

জানা আছে, শূন্যস্থানে বা বায়ুতে আলোর দ্রুতি, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

বের করতে হবে, চিরদ্রয়ের মধ্যকার দূরত্ব, $a = ?$

$$\text{আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য } \lambda \text{ হলে আমরা জানি, } \Delta z = \frac{\lambda D}{a} = \frac{cD}{fa}$$

$$\therefore a = \frac{cD}{f\Delta z} = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \times 1.55 \text{ m}}{6 \times 10^{14} \text{ Hz} \times 0.75 \text{ m}} \\ = 1.033 \times 10^{-6} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ লীনার পরীক্ষাটি হলো একক চিরের দরুন অপবর্তনের পরীক্ষা।

এ পরীক্ষায় চিরের প্রস্থ, $a = 6 \times 10^{-4} \text{ cm} = 6 \times 10^{-6} \text{ m}$

n তম চরমের জন্য পর্দার মাঝবিন্দু হতে কৌণিক দূরত্ব θ হলে,

$$a \sin \theta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$1 \text{ম চরমের জন্য } n = 1 \text{ এবং } a \sin \theta = (2 \times 1 + 1) \frac{6000 \times 10^{-10} \text{ m}}{2}$$

$$\begin{aligned}\sin\theta &= \frac{3 \times 6000 \times 10^{-10} \text{m}}{2a} = \frac{3 \times 6000 \times 10^{-10} \text{m}}{2 \times 6 \times 10^{-6} \text{m}} \\ &= \frac{3 \times 6 \times 10^{-7} \text{m}}{2 \times 6 \times 10^{-6} \text{m}} \\ &= \frac{3}{2 \times 10} = 0.15\end{aligned}$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(0.15) = 8.63^\circ$$

$$\text{২য় চরমের জন্য } n = 2 \text{ এবং } a \sin \theta = (2 \times 2 + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$\begin{aligned}\therefore \sin \theta &= \frac{5\lambda}{2a} = \frac{5 \times 6000 \times 10^{-10} \text{m}}{2 \times 6 \times 10^{-6} \text{m}} = \frac{5 \times 6 \times 10^{-7} \text{m}}{2 \times 6 \times 10^{-6} \text{m}} \\ &= \frac{5}{2 \times 10} = 0.25\end{aligned}$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(0.25) = 14.48^\circ$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{১ম চরম ও ২য় চরমের মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান} \\ = 14.48^\circ - 8.63^\circ = 5.85^\circ\end{aligned}$$

প্রথম অন্ধকার পট्टি বা অবমের জন্য $n = 1$

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

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{a} = \frac{1 \times 6000 \times 10^{-10} \text{m}}{6 \times 10^{-6} \text{m}} = \frac{6 \times 10^{-7} \text{m}}{6 \times 10^{-6} \text{m}} = \frac{1}{10}$$

$$\theta = \sin^{-1}(0.1) = 5.74^\circ$$

২য় অবমের জন্য $n = 2$

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{a} = \frac{2 \times 6 \times 10^{-7} \text{m}}{6 \times 10^{-6} \text{m}} = \frac{2}{10} = 0.2$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(0.2) = 11.54^\circ$$

$$\therefore \text{১ম অবম ও ২য় অবমের মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান} = 11.54^\circ - 5.74^\circ = 5.8^\circ$$

$$\text{এখানে, } 5.8^\circ \approx 5.85^\circ$$

অর্থাৎ ১ম ও ২য় অবমের মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান \approx ১ম ও ২য় চরমের মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান।

সুতরাং বলা যায় (লীনার একক চিরের দরুন অপবর্তনের) পরীক্ষায় দুটি উজ্জ্বল ও দুটি অন্ধকার পট्टির মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান সমান।

প্রশ্ন ৩ নিতু ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষা সম্পাদনের জন্য 5000Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো একটি সূক্ষ্ম চিড় হতে ইয়ং এর দ্বি-চিড়-এ আপতিত করলো। নিতু তার পরীক্ষণে দ্বি-চিড় হতে 80 cm পেছনে পর্দায় $5.92 \times 10^{-5} \text{m}$ দূরত্ব জুড়ে 15টি ডোরা দেখতে পেল। এরপর নিতু দ্বিচিড় থেকে পর্দার দূরত্ব তিনগুণ করে ডোরার অবস্থান পর্যবেক্ষণ করলো।

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. অসমবর্তিত আলোর সংজ্ঞা দাও। ১

খ. “সুসংগত আলো ছাড়া স্থায়ী ব্যতিচার সম্ভব নয়” ব্যাখ্যা কর। ২

গ. দুটি চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? ৩

ঘ. নিতু দ্বি-চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব তিনগুণ বৃদ্ধি করাতে 15টি ডোরা একই দূরত্ব জুড়ে অবস্থান করবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাধারণ আলোক যার কম্পন গতিপথের লম্ব অভিমুখে চারদিকে সমান বিস্তারিত কম্পিত হয় তাকে অসমবর্তিত আলোক বলে।

খ ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য দুটি সুসংগত আলোক উৎসের প্রয়োজন হয়। অন্য কথায় দুটি সুসংগত উৎস হতে আগত আলোক রশ্মির উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার ঘটে। দুটি বাতিকে পাশাপাশি রাখলে কখনোই ব্যতিচার ঘটে না। এমনকি একটি বাতি থেকে দু’টি উৎস তৈরি করলেও ব্যতিচার হবে না কেননা যে কোন বাতি থেকে অনেক

ধরনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের হয়। ব্যতিচার হবার জন্য সুসংগত উৎস দরকার যেখানে একই ধরনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিদ্যমান থাকবে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 5000\text{\AA} = 5000 \times 10^{-10} \text{m}$$

$$\text{দ্বি-চির হতে পর্দার দূরত্ব, } D = 80 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$$

$$5.92 \times 10^{-5} \text{m} \text{ দূরত্ব জুড়ে 15টি ডোরা দেখতে পাওয়ার অর্থ হলো,}$$

$$\text{ডোরা ব্যবধান, } \Delta z = \frac{5.92 \times 10^{-5} \text{m}}{15} = 3.9467 \times 10^{-6} \text{m}$$

বের করতে হবে, চিরদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব, $a = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \Delta z = \frac{\lambda D}{a}$$

$$\therefore a = \frac{\lambda D}{\Delta z} = \frac{5000 \times 10^{-10} \text{m} \times 0.8 \text{m}}{3.9467 \times 10^{-6} \text{m}}$$

$$= 0.10135 \text{m}$$

$$= 10.135 \text{ cm (Ans)}$$

ঘ নিতু দ্বিচির হতে পর্দার দূরত্ব তিন গুণ বৃদ্ধি করলে,

$$\text{দ্বিচির হতে পর্দার নতুন দূরত্ব, } D' = 3D$$

$$= 3 \times 0.8 \text{ m} = 2.4 \text{ m}$$

$$\text{এক্ষেত্রে ডোরা ব্যবধান } \Delta z' = \frac{\lambda D'}{a}$$

$$= \frac{5000 \times 10^{-10} \text{m} \times 2.4 \text{m}}{0.10135 \text{m}}$$

$$= 1.184 \times 10^{-5} \text{m}$$

$$\therefore 15 \text{ টি ডোরার মোট দৈর্ঘ্য হবে } = 15\Delta z'$$

$$= 15 \times 1.184 \times 10^{-5} \text{m} = 1.776 \times 10^{-4} \text{m}$$

$$\text{অর্থাৎ, উদ্দীপকে বর্ণিত অবস্থায়, 15 টি ডোরা } 5.92 \times 10^{-5} \text{m}$$

দূরত্ব জুড়ে অবস্থান করছিল।

সুতরাং, নিতু দ্বিচির থেকে পর্দার দূরত্ব তিনগুণ বৃদ্ধি করাতে 15টি ডোরা একই দূরত্ব জুড়ে অবস্থান করবে না।

প্রশ্ন ৪ ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক $6 \times 10^{14} \text{Hz}$ পাশাপাশি দু’টি ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.75mm চির থেকে পর্দার দূরত্ব 1.55m। উক্ত পরীক্ষণটি দীপালীর। অপরদিকে রূপালী $6 \times 10^{-4} \text{cm}$ প্রস্থের 6000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করলো।

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

ক. সমবর্তিত আলোক কাকে বলে? ১

খ. ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. দীপালীর পরীক্ষণে চির দু’টির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. রূপালীর পরীক্ষণ থেকে পরপর দু’টো চরম ও পরপর দু’টো অবমের কৌণিক ব্যবধান সমান কিনা যাচাই কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি তলে বা এর সমান্তরাল তলে কম্পমান আড় তরঙ্গ বিশিষ্ট আলোককে সমবর্তিত আলোক বলে।

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

এই অপবর্তনের ক্ষেত্রে তরঙ্গ মুখ সাধারণত গোলকীয় বা চোঙাকৃতি হয়ে থাকে। খাড়া ধারে, সরাসরি তারে এবং অল্প পরিসর ছিদ্রে এই ধরনের অপবর্তন ঘটে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক, } f = 6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\text{ডোরা ব্যবধান, } \Delta z = 0.75 \text{ m}$$

$$\text{চিরদ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব, } D = 1.55 \text{ m}$$

জানা আছে, শূন্যস্থানে বা বায়ুতে আলোর দ্রুতি, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
বের করতে হবে, চিরদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব, $a = ?$

আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে আমরা জানি, $\Delta z = \frac{\lambda D}{a} = \frac{cD}{fa}$

$$\therefore a = \frac{cD}{f\Delta z} = \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \times 1.55 \text{ m}}{6 \times 10^{14} \text{ Hz} \times 0.75 \text{ m}} \\ = 1.033 \times 10^{-6} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. রূপালীর পরীক্ষাটি হলো একক চিরের দরুন অপবর্তনের পরীক্ষা।

এপরীক্ষার চিরের প্রস্থ, $a = 6 \times 10^{-4} \text{ cm} = 6 \times 10^{-6} \text{ m}$

n তম চরমের জন্য পর্দার মাঝবিন্দু হতে কৌণিক দূরত্ব θ হলে,

$$a \sin \theta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$1\text{ম চরমের জন্য } n = 1 \text{ এবং } a \sin \theta = (2 \times 1 + 1) \frac{6000 \times 10^{-10} \text{ m}}{2}$$

$$\text{বা, } \sin \theta = \frac{3 \times 6000 \times 10^{-10} \text{ m}}{2a} = \frac{3 \times 6000 \times 10^{-10} \text{ m}}{2 \times 6 \times 10^{-6} \text{ m}}$$

$$= \frac{3 \times 6 \times 10^{-7} \text{ m}}{2 \times 6 \times 10^{-6} \text{ m}}$$

$$= \frac{3}{2 \times 10} = 0.15$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(0.15) = 8.63^\circ$$

$$2\text{য় চরমের জন্য } n = 2 \text{ এবং } a \sin \theta = (2 \times 2 + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$\therefore \sin \theta = \frac{5\lambda}{2a} = \frac{5 \times 6000 \times 10^{-10} \text{ m}}{2 \times 6 \times 10^{-6} \text{ m}} = \frac{5 \times 6 \times 10^{-7} \text{ m}}{2 \times 6 \times 10^{-6} \text{ m}}$$

$$= \frac{5}{2 \times 10} = 0.25$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(0.25) = 14.48^\circ$$

$$\therefore 1\text{ম চরম ও } 2\text{য় চরমের মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান} = 14.48^\circ - 8.63^\circ = 5.85^\circ$$

প্রথম অন্ধকার পট্টি বা অবমের জন্য $n = 1$

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

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{a} = \frac{1 \times 6000 \times 10^{-10} \text{ m}}{6 \times 10^{-6} \text{ m}} = \frac{6 \times 10^{-7} \text{ m}}{6 \times 10^{-6} \text{ m}} = \frac{1}{10}$$

$$\theta = \sin^{-1}(0.1) = 5.74^\circ$$

২য় অবমের জন্য $n = 2$

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{a} = \frac{2 \times 6 \times 10^{-7} \text{ m}}{6 \times 10^{-6} \text{ m}} = \frac{2}{10} = 0.2$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(0.2) = 11.54^\circ$$

$$\therefore 1\text{ম অবম ও } 2\text{য় অবমের মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান} = 11.54^\circ - 5.74^\circ = 5.8^\circ$$

এখানে, $5.8^\circ \approx 5.85^\circ$

অর্থাৎ ১ম ও ২য় অবমের মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান \approx ১ম ও ২য় চরমের মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান।

সুতরাং বলা যায় (একক চিরের দরুন অপবর্তনের) পরীক্ষায় ২টি উজ্জ্বল ও দুটি অন্ধকার পট্টির মধ্যকার কৌণিক ব্যবধান সমান।

প্রশ্ন ৫ পরীক্ষাগারে একদল ছাত্র ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষা পরিচালনা করলো। তারা পর্দা থেকে 1m দূরত্বে পরস্পর 1mm ব্যবধানে চির দুইটি স্থাপন করলো। তারা 6000Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোর সাহায্যে পরীক্ষাটি সম্পাদন করেছিলো। [তেজগাঁও কলেজ, ঢাকা]

ক. পোলারায়ন কী?

১

খ. ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের শর্ত কী?

২

গ. পর্দায় উৎপন্ন প্রথম ও তৃতীয় কালো ডোরার মধ্যে দূরত্ব কত?

ঘ. চিরদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক করা হলে পাশাপাশি অবস্থিত দুইটি উজ্জ্বল ডোরার মধ্যে ব্যবধান শতকরা কতটুকু পরিবর্তন হবে।

8

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন তরঙ্গের কম্পনের উপর যদি এমন শর্ত আরোপ করা হয় যে কম্পন কেবল একটি নির্দিষ্ট দিকে বা তলেই সীমাবদ্ধ থাকে তবে তাকে পোলারায়ন বলে।

খ ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের শর্ত:

ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে আপতন কোণ ও নির্গমন কোণ সমান হয়। অর্থাৎ প্রিজমের সাপেক্ষে আপতিত রশ্মি ও নির্গত রশ্মি প্রতিসমভাবে অবস্থিত থাকে।

তাহলে, প্রিজমে যদি প্রথম আপতন কোণ i_1 হয় এবং নির্গত কোণ i_2 হয়, তাহলে $i_1 = i_2$ আবার প্রথম বিচ্যুতি কোণ r_1 এবং দ্বিতীয় আপতন কোণ r_2 হলে, $r_1 = r_2$ হবে।

গ এখানে,

পর্দা থেকে চিরদ্বয়ের দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$

চিরদ্বয়ের ব্যবধান, $a = 1 \text{ mm}$

$$= 1 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 6000 \text{ Å}$

$$= 6000 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 6 \times 10^{-7} \text{ m}$$

আমরা জানি,

$$\text{ডোরা প্রস্থ } \Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$$

$$= \frac{(6 \times 10^{-7} \text{ m}) \times 1 \text{ m}}{2 \times (1 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$= 3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

এখন, পরস্পর দু'টি কালো ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব $= 2\Delta x$

$$\therefore \text{প্রথম ও তৃতীয় কালো ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব} = 2\Delta x + 2\Delta x$$

$$= 4\Delta x$$

$$= 4 \times (3 \times 10^{-4} \text{ m})$$

$$= 1.2 \times 10^{-3} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ পাশাপাশি দু'টি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধান

$$2\Delta x = 2 \times \frac{\lambda D}{2a}$$

$$= \frac{\lambda D}{a}$$

$$= \frac{(6 \times 10^{-7} \text{ m}) \times (1 \text{ m})}{1 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$= 6 \times 10^{-4} \text{ m}$$

এখন চিরদ্বয়ের দূরত্ব অর্ধেক করা হলে, অর্থাৎ

$$a = \frac{1 \text{ mm}}{2} = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m হলে,}$$

পাশাপাশি দু'টি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধান

$$= 2\Delta x = 2 \times \frac{\lambda D}{2a}$$

$$= \frac{\lambda D}{a}$$

$$= \frac{(6 \times 10^{-7} \text{ m}) \times (1 \text{ m})}{0.5 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$= 1.2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

\therefore ডোরাদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের শতকরা পরিবর্তন

$$= \frac{(1.2 \times 10^{-3} \text{ m}) - (6 \times 10^{-4} \text{ m})}{6 \times 10^{-4} \text{ m}} \times 100\%$$

$$= 100\%$$

অতএব চিরদ্বয়ের দূরত্ব অর্ধেক করা হলে, ডোরাদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব শতকরা 100% পরিবর্তন হবে।

প্রশ্ন ▶ ৬ ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 2mm। চিড়ের উপর একবর্ণী আলো ফেলায় চিড় থেকে 1m দূরে ডোরার প্রস্থ পাওয়া গেল 0.295 mm।

[কৃষি বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ, ময়মনসিংহ]

ক. ফার্মাটের নীতি লিখ। ১

খ. বিপদ সংকেতে সব সময় লাল আলো ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের দ্বি-চিড় পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্বি-চিড় পরীক্ষায় 8500Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করে একই প্রস্থের ডোরা পাওয়ার জন্য পর্দার দূরত্ব কীরূপ করতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাওয়ার সময় আলোক রশ্মির যত সংখ্যক বাইরে প্রতিফলন বা প্রতিসরণ যাই হোক না কেন অনুসৃত পথ সর্বদাই স্থির হবে ইহাই ফার্মেটের নীতি।

খ বিপদ সংকেতে সবসময় লাল আলো ব্যবহৃত হয় কারণ লাল আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি সকল দৃশ্যমান আলো অপেক্ষা। যেহেতু তরঙ্গের বিক্ষেপন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের ব্যস্তত্বনুপাতিক বায়ুমন্ডলের মধ্যে তাই লাল আলোর বিক্ষেপণ সবচেয়ে কম। তাই লাল আলো সবচেয়ে বেশি বিস্তার লাভ করে এবং সর্বাপেক্ষা দৃশ্যমান। একারণে বিপদ সংকেতে সবসময় লাল আলো ব্যবহৃত হয়।

গ এখানে,

$$\text{চিড়দ্বয়ের দূরত্ব, } a = 2\text{mm} = 2 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{ডোরা প্রস্থ, } \Delta x = 0.295\text{ mm} = 0.295 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{চির থেকে পর্দার দূরত্ব, } D = 1\text{m}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি, ডোরার প্রস্থ } \Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \lambda &= \frac{\Delta x 2a}{D} \\ &= \frac{(0.295 \times 10^{-3}\text{m})(2 \times 2 \times 10^{-3}\text{m})}{1\text{m}} \\ &= 1.18 \times 10^{-6}\text{m} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ এখানে,

$$\text{আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = 8500\text{Å} = 8500 \times 10^{-10}\text{m}$$

$$\text{ডোরা প্রস্থ, } \Delta x = 0.295\text{ mm} = 0.295 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, } a = 2\text{mm} = 2 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{পর্দার দূরত্ব } D = ?$$

$$\text{আমরা জানি, ডোরার প্রস্থ } \Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } D &= \frac{\Delta x 2a}{\lambda} \\ &= \frac{(0.295 \times 10^{-3}\text{m})(2 \times 2 \times 10^{-3}\text{m})}{8500 \times 10^{-10}\text{m}} \\ &= 1.39\text{ m} \end{aligned}$$

পূর্বে পর্দার দূরত্ব 1m ছিল, অর্থাৎ, পর্দার দূরত্ব (1.39–1)m = 0.39m বাড়তে হবে।

প্রশ্ন ▶ ৭ ইমরুল ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় 0.03mm দূরত্বে অবস্থিত দুটি চিরের ব্যবস্থা নিয়ে পর্যবেক্ষণ করছে। চির হতে পর্দা 1m দূরত্বে থাকায় তৃতীয় চরম কেন্দ্রীয় চরম হতে 4 mm দূরত্বে পেল।

[নটরডেম কলেজ, ময়মনসিংহ]

ক. ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ কাকে বলে? ১

খ. সাদা আলো কাচ প্রিজমে প্রবেশ করলে বর্ণালী সৃষ্টি হয় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের চির হতে পর্দার দূরত্ব অর্ধেক করলে ডোরার ব্যবধান বর্তমানের ডোরার প্রস্থের সমান হবে কি-না গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রিজমে আপতিত আলোকরশ্মির ক্ষেত্রে আপতন কোণ বৃদ্ধির সাথে বিচ্যুতি কোণের মান কমতে থাকে এবং একটি ন্যূনতম মানে আসার পর আপতন কোণ বৃদ্ধির সাথে বিচ্যুতি কোণের মান পুনরায় বাড়তে থাকে। ন্যূনতম এই কোণকে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ বলে।

খ সাদা আলো সাতটি বর্ণের আলোর সমষ্টি। শূন্য মাধ্যমে সবকটি আলোকরশ্মি একই বেগে চললেও কাচ প্রিজমে তাদের বেগ ভিন্ন ভিন্ন হয়। এজন্য তারা ভিন্ন ভিন্ন কোণে প্রতিসরিত হয়। ফলে সাদা আলো মৌলিক সাতটি বর্ণে বিশিষ্ট হয়ে যায় এবং বর্ণালী উৎপন্ন করে।

গ এখানে,

$$\text{চির হতে পর্দার দূরত্ব, } D = 1\text{m}$$

$$\text{চিরদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, } a = 0.03\text{mm} = 0.03 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{কেন্দ্রীয় চরম হতে তৃতীয় চরমের দূরত্ব, } x_n = 4\text{mm} = 4 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } x_n = n \frac{\lambda D}{a}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{ax_n}{nD}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.03 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3}}{3 \times 1} \text{ [তৃতীয় চরমের ক্ষেত্রে } n = 3]$$

$$\therefore \lambda = 4 \times 10^{-8}\text{m} \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

প্রথমক্ষেত্রে,

$$\text{চির হতে পর্দার দূরত্ব, } D_1 = 1\text{m}$$

$$\text{চিরদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, } a = 0.03 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$\text{আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 4 \times 10^{-8}\text{m}$$

$$\text{ডোরা প্রস্থ, } = x \text{ m (ধরি)}$$

আমরা জানি,

$$x = \frac{\lambda D_1}{2a}$$

$$\text{বা, } x = \frac{4 \times 10^{-8} \times 1}{2 \times 0.03 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore x = 6.67 \times 10^{-4}\text{m}$$

আবার, দ্বিতীয়ক্ষেত্রে,

$$\text{চির হতে পর্দার দূরত্ব } D_2 = \frac{1}{2} \text{ m} = 0.5\text{m}$$

$$\text{ডোরা ব্যবধান} = \Delta x \text{ m (ধরি)}$$

$$\text{আমরা জানি, } \Delta x = \frac{\lambda D_2}{a}$$

$$\text{বা, } \Delta x = \frac{4 \times 10^{-8} \times 0.5}{0.03 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore \Delta x = 6.67 \times 10^{-4}\text{m}$$

যা, পূর্বের ডোরা প্রস্থের সমান।

সুতরাং, চির হতে পর্দার দূরত্ব অর্ধেক করলে ডোরা ব্যবধান বর্তমানের ডোরা প্রস্থের সমান হবে।

প্রশ্ন ৮ একটি সমতল গ্রোটিং এ চির ও দাগের বেধ যথাক্রমে 0.0004 mm এবং 0.002mm। গ্রোটিংটিতে 7×10^{-7} m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো আপতিত হলে ৪র্থ ক্রম থেকে আর উজ্জ্বল রেখা পাওয়া যায়নি।

[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

- ক. কাল দীর্ঘায়ন কী? ১
খ. উজ্জ্বল পট্টির শর্ত ব্যাখ্যা কর। ২
গ. প্রথম ক্রমের উজ্জ্বল রেখার জন্য অপবর্তন কোণ কত? ৩
ঘ. উদ্দীপকের পরীক্ষায় সর্বোচ্চ কত ক্রমের উজ্জ্বল রেখা পাওয়া সম্ভব? মতামত দাও। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে গতিশীল অবস্থায় সংঘটিত দুটি ঘটনার মধ্যবর্তী কাল ব্যবধান ঐ পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে নিশ্চল অবস্থায় সংঘটিত ঐ একই ঘটনাদ্বয়ের মধ্যবর্তী কাল ব্যবধানের চেয়ে বেশি হয়; এই প্রভাবকে কাল দীর্ঘায়ন বলে।

খ উজ্জ্বল পট্টির ক্ষেত্রে আমরা জানি,

$$\text{পথ পার্থক্য} = n\lambda = 2n \times \frac{\lambda}{2}$$

সুতরাং পর্দার উপর যে সকল বিন্দুতে আপতিত তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যকার পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর জোড় গুণিতক সেসব বিন্দুতে উজ্জ্বল পট্টি সৃষ্টি হয়।

গ এখানে,

$$\text{চিরের বেধ, } a = 0.0004 \text{ mm} = 0.0004 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{দাগের বেধ, } b = 0.002 \text{ mm} = 0.002 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য } \lambda = 7 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\text{প্রথম ক্রমের উজ্জ্বল রেখার জন্য অপবর্তন কোণ, } \theta_1 = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } (a + b) \sin \theta_1 = 1 \times \lambda$$

$$\text{বা, } (0.0004 \times 10^{-3} + 0.002 \times 10^{-3}) \sin \theta_1 = 7 \times 10^{-7}$$

$$\therefore \theta_1 = 16.96^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{চিরের বেধ, } a = 0.0004 \text{ mm} = 0.0004 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{দাগের বেধ, } b = 0.002 \text{ mm} = 0.002 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 7 \times 10^{-7} \text{ m}$$

অপবর্তন কোণ $\theta_n < 90^\circ$ পর্যন্ত উজ্জ্বল রেখা পাওয়া যায়।

$$\theta_n = 90^\circ \text{ ধরে,}$$

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

$$\text{বা, } (0.0004 + 0.002) \times 10^{-3} \times \sin 90^\circ = n \times 7 \times 10^{-7}$$

$$\therefore n = 3.43$$

n এর মান পূর্ণ সংখ্যা হওয়ায় n = 3

সুতরাং, উপরের পরীক্ষায় সর্বোচ্চ তৃতীয় ক্রমের উজ্জ্বল রেখা পাওয়া সম্ভব।

প্রশ্ন ৯ 560 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দৃশ্যমান আলোক তরঙ্গ একক চিরের উপর লম্বভাবে আপতিত হয়ে দ্বিতীয় ক্রমের অন্ধকার ডোরা 45° কোণে আপতিত আলোর সাপেক্ষে অপবর্তিত হয়।

[সাতার ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

- ক. অপবর্তন কাকে বলে? ১
খ. হাইগেনের নীতি ব্যাখ্যা কর। ২
গ. চিরের বেধ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. প্রথম অবম ও দ্বিতীয় চরমের মধ্যে কৌণিক ব্যবধান কত? ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

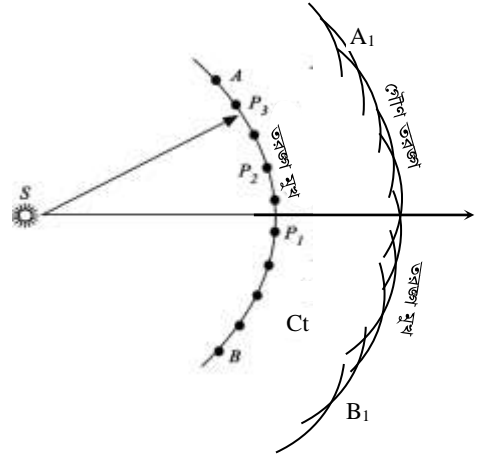
ক আলো কোন প্রতিবন্ধকের ধার ঘেঁষে বা সরাসরি চিরের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় জ্যামিতিক ছায়া অঞ্চলের মধ্যে আলোর বেঁকে যাওয়ার ঘটনাকে অপবর্তন বলে।

খ হাইগেনের নীতি :

কোনো তরঙ্গমুখের প্রতিটি বিন্দু এক একটি অণুতরঙ্গের বা গৌণ তরঙ্গের উৎস হিসেবে গণ্য হয়। ঐ অণুতরঙ্গগুলো মূল তরঙ্গের সমান বেগ নিয়ে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যে কোনো মুহূর্তে ঐ অণুতরঙ্গগুলোকে স্পর্শ করে যে সাধারণ স্পর্শক তল পাওয়া যায় তা-ই ঐ সময়ে নতুন তরঙ্গমুখের অবস্থান নির্দেশ করে।

ব্যাখ্যা : ধরা যাক, S আলোক উৎস থেকে চারদিকে আলোক তরঙ্গ ছড়িয়ে পড়ছে। কোনো এক সময় AB হচ্ছে তরঙ্গমুখের অবস্থান। এখন সময়ের সাথে সাথে তরঙ্গমুখ সামনের দিকে অগ্রসর হয়। t সময় পরে তরঙ্গমুখের অবস্থান কোথায় হবে তা হাইগেনের নীতির সাহায্যে নির্ণয় করা যায়।

হাইগেনের নীতি অনুযায়ী তরঙ্গমুখে অবস্থিত প্রত্যেকটি কণাকে গৌণ উৎস বলে ধরা যায় এবং ঐ কণাগুলো থেকে অণুতরঙ্গ বা গৌণতরঙ্গসমূহ নির্গত হয়ে চারদিকে একই বেগে ছড়িয়ে পড়ে। সুতরাং t সেকেন্ড পরে তরঙ্গমুখের অবস্থান বের করার জন্য AB তরঙ্গমুখের ওপর P₁, P₂, P₃ ইত্যাদি কণা নেওয়া হয়। এখন আলোর বেগ c হলে প্রত্যেক কণাকে কেন্দ্র করে ct ব্যাসার্ধের ছোট ছোট গোলক কল্পনা করা হয়। ঐ গোলকগুলোই হবে P₁, P₂ প্রভৃতি গৌণ উৎস থেকে সৃষ্ট গৌণ তরঙ্গের অবস্থান। তখন ঐ ছোট গোলকগুলোকে স্পর্শ করে যে গোলীয় তল A₁B₁ পাওয়া যায় তাই হচ্ছে t সেকেন্ড পরে অগ্রসরমান তরঙ্গমুখের অবস্থান।



গ এখানে,

$$\text{আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 560 \text{ nm} = 560 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{অপবর্তন কোণ, } \theta_n = 45^\circ$$

$$\text{চিরের বেধ, } a = ?$$

$$\text{দ্বিতীয় ক্রমের জন্য, } n = 2$$

আমরা জানি, একক চিরে অন্ধকার ডোরার জন্য,

$$a \sin \theta_n = n\lambda$$

$$\text{বা, } a = \frac{n\lambda}{\sin \theta_n}$$

$$\text{বা, } a = \frac{2 \times 560 \times 10^{-9}}{\sin 45}$$

$$\text{বা, } a = 1.584 \times 10^{-6} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{একক চিরের বেধ, } a = 1.584 \times 10^{-6} \text{ m [গ হতে]}$$

আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 560 \text{ nm} = 560 \times 10^{-9} \text{ m}$
মনেকরি, প্রথম অবমের জন্য অপবর্তন কোণ θ_n ও দ্বিতীয় চরমের জন্য
অপবর্তন কোণ θ_n' ।

আমরা জানি,

প্রথম অবমের জন্য,

$$a \sin \theta_n = n\lambda$$

$$\text{বা, } \sin \theta_n = \frac{n\lambda}{a}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_n = \frac{1 \times 560 \times 10^{-9}}{1.584 \times 10^{-6}} [\because n = 1]$$

$$\therefore \theta_n = 20.7^\circ$$

আবার, দ্বিতীয় চরমের জন্য,

$$a \sin \theta_n' = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_n' = (2 \times 2 + 1) \times \frac{560 \times 10^{-9}}{2 \times 1.584 \times 10^{-6}}$$

$$\therefore \theta_n' = 62.11^\circ$$

প্রথম অবম ও দ্বিতীয় চরমের কোণিক ব্যবধান $= \theta_n' - \theta_n$

$$= (62.11^\circ - 20.7^\circ)$$

$$= 41.41^\circ \text{ (Ans.)}$$

প্রশ্ন ▶ ১০ ইয়ং-এর দ্বি-চির পরীক্ষার চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 mm এবং চিরের তল হতে পর্দার দূরত্ব 1 m । কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে 12 তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 9.4 mm । [নোয়াখালী সরকারি কলেজ]

ক. ফার্মাটের নীতি বিবৃত কর।

১

খ. আলোক তরঙ্গের সমবর্তন হয় কিন্তু শব্দ তরঙ্গের সমবর্তন হয় না কেন- ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত একবর্ণী আলোক তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত সমস্ত ব্যবস্থাটিকে যদি পানির মধ্যে নেওয়া হয় তবে ডোরার প্রস্থের কোন পরিবর্তন হবে কিনা?

তোমার মতামত গাণিতিকভাবে উপস্থাপন কর। ($\mu_w = \frac{4}{3}$) ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফার্মাটের নীতি: “কোন আলোকরশ্মি যখন প্রতিফলন বা প্রতিসরণের সূত্র মেনে কোন সমতল পৃষ্ঠে প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয় তখন তা সর্বদা ক্ষুদ্রতম পথ অনুসরণ করে।”

খ আমরা জানি, অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে সমবর্তন ঘটে এবং অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সমবর্তন ঘটে না।

আলোক তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ হওয়ায় এর সমাবর্তন হয় কিন্তু শব্দ তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ হওয়ায় এর সমবর্তন হয় না।

গ মনে করি,

চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 0.4 \text{ mm} = 0.4 \times 10^{-3} \text{ m}$

চির হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$

কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে 12 তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব,

$$x_{12} = 9.4 \text{ mm}$$

$$= 9.4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

ব্যবহৃত একবর্ণী আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$x_n = \frac{n\lambda D}{a}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{ax_n}{nD}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{0.4 \times 10^{-3} \times 9.4 \times 10^{-3}}{12 \times 1}$$

$$\therefore \lambda = 3.13 \times 10^{-7} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি,

ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব অর্থাৎ ঝালরের দৈর্ঘ্যের সাথে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সম্পর্ক—

$$\lambda = \frac{a}{d}(x_2 - x_1)$$

$$\text{বা, } x_2 - x_1 = \frac{\lambda d}{a} \dots\dots\dots (i)$$

আবার, দেওয়া আছে,

$$\text{পানির প্রতিসরাঙ্ক, } \mu_w = \frac{4}{3}$$

$$\text{বা, } \frac{4}{3} = \mu_w$$

$$\text{বা, } \frac{4}{3} = \frac{\text{শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ}}{\text{পানিতে আলোর বেগ}}$$

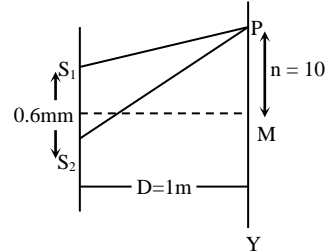
$$\text{বা, পানিতে আলোর বেগ} = \frac{3}{4} \times \text{শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ} \dots\dots (ii)$$

$$= \frac{3}{4} \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} = 2.25 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

(ii) নং সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, পানিতে আলোর বেগ, শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগের চেয়ে কম হবে। এক্ষেত্রে পানিতে আলোর কম্পাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকবে। সুতরাং পানিতে আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কমে আসবে।

আবার (i) নং সমীকরণ থেকে দেখা যায় যে, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কমে গেলে পট্টি বা ঝালরের দৈর্ঘ্য কমে যাবে। সুতরাং যদি সমগ্র যান্ত্রিক ব্যবস্থাটিকে পানির মধ্যে নেওয়া হয়, তবে পট্টি বা ঝালরের প্রস্থ কমে আসবে।

প্রশ্ন ▶ ১১



[প্রেসিডেন্ট প্রফেসর ড. ইয়াজউদ্দিন আহমদ রেসিডেন্সিয়াল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, মুন্সিগঞ্জ]

ক. পয়েন্টিং ভেক্টর কী?

১

খ. চিত্রসহ সমতল ও গোলায় তরঙ্গমুখ ব্যাখ্যা কর।

২

গ. ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক $6 \times 10^{17} \text{ Hz}$ হলে, P ও M বিন্দুর দূরত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. চিরদ্বয়ের দূরত্ব এবং চির হতে পর্দার দূরত্বের অনুপাত পরিবর্তন করে $2a : \frac{D}{2}$ এবং $\frac{a}{2} : 2D$ করা হলে ডোরার প্রস্থের কিরূপ পরিবর্তন ঘটবে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পদার্থ বিজ্ঞানে পয়েন্টিং ভেক্টর দ্বারা তাড়িৎচুম্বক ক্ষেত্রে নিদিষ্ট শক্তি প্রবাহের ঘনত্ব বোঝায় অর্থাৎ প্রতি বর্গমিটারের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে কি পরিমাণ শক্তি প্রবাহিত হয় তা বোঝায়।

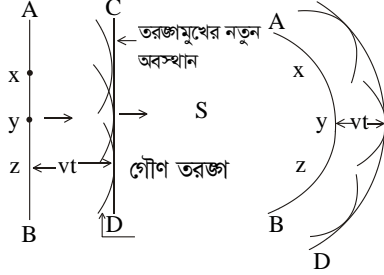
খ চিত্রসহ সমতল ও গোলায় তরঙ্গমুখ নিম্নে ব্যাখ্যা দেওয়া হলো।

(ক) সমতল তরঙ্গের ক্ষেত্রে: ধরা যাক, AB একটি সমতল তরঙ্গমুখ। এটি বাম থেকে ডানে গতিশীল। AB-এর প্রত্যেকটি বিন্দুকে গৌণ তরঙ্গের উৎস ধরা যায়। AB-এর যেকোনো তিনটি বিন্দু (x, y, z) চিহ্নিত করা হল।

ধরি, তরঙ্গের দ্রুতি = v; t সময় পরে তরঙ্গমুখের অবস্থান নির্ণয় করতে হবে।

x- কে কেন্দ্র করে vt সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত বা গোলায় চাপ আঁকি। একইভাবে, y এবং z কে কেন্দ্র করে আরো দুটি চাপ আঁকি। এ

চাপজ্বলা গৌণ তরঙ্গ নির্দেশ করে। চাপজ্বলার একটি সাধারণ স্পর্শক (CD) আঁকি। CD-ই হচ্ছে t সময় পরে AB-এর অবস্থান।
(খ) গোলকীয় তরঙ্গের ক্ষেত্রে: ধরা যাক, একটি বিন্দু উৎস S থেকে গোলকীয় তরঙ্গ নিঃসৃত হচ্ছে (চিত্র:২)। AB হচ্ছে একটি তরঙ্গমুখের অংশবিশেষ। AB-এর প্রত্যেকটি বিন্দুকে গৌণ তরঙ্গের উৎস ধরা যায়। AB- এর যেকোনো তিনটি বিন্দু (x, y, z) চিহ্নিত করা হল।



ধরি, তরঙ্গের দ্রুতি = v ; t সময় পরে তরঙ্গমুখের অবস্থান নির্ণয় করতে হবে।

x - কে কেন্দ্র করে vt এর সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি বৃত্ত/গোলকীয় চাপ আঁকি। একইভাবে, y এবং z - কে কেন্দ্র করে আরো দুটি চাপ আঁকি। চাপজ্বলার একটি সাধারণ স্পর্শক CD আঁকি। CD-ই হচ্ছে t সময় পরে AB- এর অবস্থান।

গ এখনে,

ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক, $f = 6 \times 10^{17} \text{ Hz}$

পর্দার দূরত, $D = 1 \text{ m}$

চিরদ্বয়ের দূরত, $a = 0.6 \text{ mm}$
 $= 0.6 \times 10^{-3} \text{ m}$

ক্রমসংখ্যা, $n = 10$

$\therefore \text{PM} = 10 \times \text{ডোরা ব্যবধান}$

$= 10 \times \Delta z = ?$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি, $c = f\lambda$

বা, $\lambda = \frac{c}{f}$

$$= \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{17}} = 5 \times 10^{-10} \text{ m}$$

আবার, $\Delta z = \frac{\lambda D}{a}$

$$= \frac{5 \times 10^{-10} \times 1}{0.6 \times 10^{-3}}$$

$$= 8.33 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\therefore \text{PM} = 10 \times 8.33 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 8.33 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$= 8.33 \mu\text{m} \text{ (Ans.)}$$

ঘ গ থেকে, ডোরা ব্যবধান, $\Delta z = 8.33 \times 10^{-7} \text{ m}$

$$\therefore \text{ডোরা প্রস্থ, } \Delta z = \frac{\Delta z}{2} = 4.165 \times 10^{-7} \text{ m}$$

আবার চিরদ্বয়ের দূরত্ব এবং চির হতে পর্দার দূরত্বের অনুপাত $2a : \frac{D}{2}$ ব্যবহার করা মানে; চিরদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ করা এবং চির হতে পর্দার দূরত্ব অর্ধেক করা।

$$\text{এক্ষেত্রে ডোরা প্রস্থ, } \Delta x' = \frac{\lambda D'}{2a'} = \frac{\lambda \frac{D}{2}}{2 \times \frac{a}{2}}$$

$$= \frac{5 \times 10^{-10} \times 0.5}{4 \times 0.6 \times 10^{-3}} \\ = 1.0417 \times 10^{-7} \text{ m}$$

চিরদ্বয়ের দূরত্ব এবং চির হতে পর্দার দূরত্বের অনুপাত $\frac{a}{2} : 2D$ করা মানে, চিরদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব পূর্বের তুলনায় অর্ধেক এবং চির হতে পর্দার দূরত্ব দ্বিগুণ করা।

$$\text{এক্ষেত্রে ডোরা প্রস্থ, } \Delta x'' = \frac{\lambda D''}{2a''} = \frac{\lambda \cdot 2D}{2 \times \frac{a}{2}} \\ = \frac{2\lambda D}{a} \\ = \frac{2 \times 5 \times 10^{-10} \times 1}{0.6 \times 10^{-3}} \\ = 1.667 \times 10^{-6} \text{ m}$$

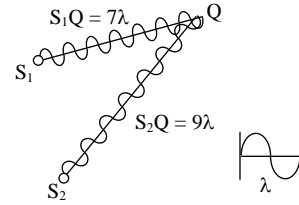
$$\text{এখানে, } \frac{\Delta x'}{\Delta x} = \frac{1.047 \times 10^{-7}}{4.165 \times 10^{-7}} = 0.25$$

$$\text{আবার, } \frac{\Delta x''}{\Delta x} = \frac{1.667 \times 10^{-4}}{4.165 \times 10^{-7}} = 4$$

অর্থাৎ চিরদ্বয়ের দূরত্ব $2a : \frac{D}{2}$ এবং $\frac{a}{2} : 2D$ করলে ডোরা প্রস্থ পূর্বের

তুলনায় যথাক্রমে $\frac{1}{4}$ এবং 4 গুণ হবে। (Ans.)

প্রশ্ন ১২ Q বিন্দুতে S_1 ও S_2 থেকে আগত আলোক রশ্মির মিলনের ফলে ব্যতিচার সংঘটিত হয়।



[হলি ক্রস কলেজ, ঢাকা]

ক. আলোর ব্যতিচার কাকে বলে? ১

খ. ব্যতিচারের শর্তাবলী কী কী? ২

গ. উৎসদ্বয় থেকে (চিত্র হতে) আগত আলোক তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যদি উৎসদ্বয় থেকে আগত আলোক তরঙ্গদ্বয়ের বিস্তার, দশা বেগ, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, কম্পাঙ্ক যথাক্রমে A, v, λ, ω হয় তাহলে Q বিন্দুতে মিলিত আলোক তরঙ্গের তীব্রতা নির্ণয় কর। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ব্যতিচারের শর্তাবলী নিম্নরূপ:

- আলোর উৎস দুটি সুসংগত হতে হবে।
- যে দুটি তরঙ্গ ব্যতিচার ঘটাবে তাদের বিস্তার সমান বা প্রায় সমান হতে হবে।
- উৎসগুলো খুব কাছাকাছি অবস্থিত হতে হবে।
- উৎসগুলো খুব সূক্ষ্ম হতে হবে।

গ এখনে,

$$\text{পথ পার্থক্য, } \delta = S_2Q - S_1Q$$

$$= 9\lambda - 7\lambda$$

$$= 2\lambda$$

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

$$\begin{aligned}\therefore \sigma &= \frac{2\pi}{\lambda} \times \delta \\ &= \frac{2\pi}{\lambda} \times 2\lambda \\ &= 4\pi\end{aligned}$$

\therefore উৎসদ্বয় থেকে আগত আলোক তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য 4π ।

ঘ ধরি, S_1 হতে আপতিত আলোক তরঙ্গের সমীকরণ–

$$y_1 = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} vt$$

আবার, S_2 হতে আপতিত আলোক তরঙ্গের সমীকরণ–

$$y_2 = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + 2\lambda) \quad [S_1 \text{ ও } S_2 \text{ এর পথ পার্থক্য} = 2\lambda]$$

$$\begin{aligned}\therefore \text{লব্ধি সরণ } y &= A \sin \frac{2\pi}{\lambda} vt + A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + 2\lambda) \\ &= 2A \cos \left(\frac{2\pi \cdot 2\lambda}{\lambda \cdot 2} \right) \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left(vt + \frac{2\lambda}{2} \right) \\ &= A' \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + \lambda)\end{aligned}$$

$$\text{এখন, } \cos \left(\frac{2\pi \cdot 2\lambda}{\lambda \cdot 2} \right) = \cos (2\pi) = 1$$

\therefore বিস্তার $A' = 2A$ (maximum)

এখন, আমরা জানি, বিস্তার সর্বোচ্চ হলে আলোক তীব্রতা সর্বোচ্চ হয়।

$\therefore Q$ বিন্দুতে আলোক তরঙ্গের তীব্রতা সর্বোচ্চ হবে।

প্রশ্ন ১৩ একটি সমতল নিঃসরণ ছোট্ট এ প্রতি মিলিমিটারে 600 টি রেখা আছে। প্রথমে 400nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বেগুনি আলো এবং পরবর্তীতে 700 nm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের লাল আলো দ্বারা অপবর্তন নক্সা পাওয়া গেল।

[ঢাকা সিটি কলেজ, ঢাকা]

- আলোর সমবর্তন কী? ১
- কোন লেন্সের ক্ষমতা $-2D$ বলতে কী বুঝ? ২
- বেগুনি আলো দ্বারা অপবর্তনের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ কত ক্রমের চরম বিন্দু পাওয়া সম্ভব? ৩
- উদ্দীপকের ক্ষেত্রে উভয় ক্ষেত্রে প্রথম ক্রমের চরমবিন্দুর জন্য অপবর্তন কোণের পার্থক্য কত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে বের কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্বাভাবিকভাবে আলোর E ভেক্টর বিভিন্ন দিকে কম্পমান। যে প্রক্রিয়ায় E ভেক্টরকে একটি নির্দিষ্ট দিকে বা এর সমান্তরাল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায়, তাকে সমবর্তন বলে।

$$\text{খ} \text{ আমরা জানি, } P = \frac{1}{f} \text{ বা, } f = \frac{1}{P}$$

$$\therefore P = -2D = -2m^{-1} \text{ হলে } f = \frac{1}{P} = \frac{1}{-2m^{-1}} = -0.5 \text{ m}$$

সুতরাং কোনো লেন্সের ক্ষমতা $-2D$ বলতে বুঝায়, লেন্সটি অবতল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 0.5m বা, 50cm।

গ মনে করি, বেগুনি আলো দ্বারা অপবর্তনের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ n ক্রমের, চরম বিন্দু পাওয়া সম্ভব।

দেওয়া আছে, বেগুনি আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 400 \text{ nm} = 400 \times 10^{-9} \text{ m}$
অপবর্তন কোণের সর্বোচ্চ মান, $\theta = 90^\circ$

$$\text{ছেটিং প্রবন্ধ, } d = \frac{1}{N} = \frac{1}{600 \text{ mm}^{-1}} = \frac{1}{600000 \text{ m}^{-1}} = \frac{1}{6 \times 10^5} \text{ m}$$

সমতল নিঃসরণ ছোট্ট-এ অপবর্তনের ক্ষেত্রে চরম বিন্দুর জন্য,

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

$$\therefore n = \frac{d \sin \theta}{\lambda} = \frac{1}{6 \times 10^5} \text{ m} \times \frac{\sin 90^\circ}{400 \times 10^{-9} \text{ m}}$$

$$= 4.167$$

সুতরাং, বেগুনি আলো দ্বারা অপবর্তনের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ চতুর্থ ক্রমের চরম বিন্দু পাওয়া সম্ভব।

ঘ দেওয়া আছে,

ক্রমসংখ্যা, $n = 1$

বেগুনি আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_1 = 400 \text{ nm} = 400 \times 10^{-9} \text{ m}$

লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_2 = 700 \text{ nm} = 700 \times 10^{-9} \text{ m}$

$$\text{ছেটিং প্রবন্ধ, } d = \frac{1}{6 \times 10^5} \text{ m}$$

বেগুনি আলোর ক্ষেত্রে প্রথম ক্রমের চরম বিন্দুর জন্য অপবর্তন কোণ

θ_1 হলে, $d \sin \theta_1 = n\lambda_1$

$$\begin{aligned}\text{বা, } \sin \theta_1 &= \frac{n\lambda_1}{d} = 1 \times 400 \times 10^{-9} \text{ m} \times 6 \times 10^5 \text{ m}^{-1} \\ &= 0.24\end{aligned}$$

$$\therefore \theta_1 = \sin^{-1} (0.24) = 13.9^\circ$$

লাল আলোর ক্ষেত্রে প্রথম ক্রমের চরম বিন্দুর জন্য অপবর্তন কোণ θ_2

হলে, $d \sin \theta_2 = n\lambda_2$

$$\begin{aligned}\text{বা, } \sin \theta_2 &= \frac{n\lambda_2}{d} = 1 \times 700 \times 10^{-9} \text{ m} \times 6 \times 10^5 \text{ m}^{-1} = 0.42 \\ \therefore \theta_2 &= \sin^{-1} (0.42) = 24.83^\circ\end{aligned}$$

সুতরাং, উদ্দীপকের উভয় ক্ষেত্রে প্রথম ক্রমের চরম বিন্দুর জন্য

$$\begin{aligned}\text{অপবর্তন কোণের পার্থক্য} &= \theta_2 - \theta_1 = 24.83^\circ - 13.9^\circ \\ &= 10.93^\circ\end{aligned}$$

প্রশ্ন ১৪ ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 2mm। এই চিড় থেকে 1m দূরত্বে 0.295 mm প্রস্থের ডোরা তৈরী হয়। [বায়ু মাধ্যমে আলোর প্রতিসরাঙ্ক = 1]

[শহীদ বীর উত্তম লে: আনোয়ার গার্লস কলেজ, ঢাকা]

- সুসংগত উৎস কাকে বলে? ১
- কোন লেন্সের ক্ষমতা $+2D$ বলতে কি বুঝ? ২
- মাধ্যমে আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? ৩
- যদি সমস্ত ব্যবস্থাটিকে 1.33 প্রতিসরাঙ্কের তরলে সম্পন্ন করা যায় তবে ডোরার ব্যবধান কমে যায় কিন্তু সেক্ষেত্রে আলোর কম্পাংক বাড়াতে হয়, গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল আলোক উৎস হতে আলোক তরঙ্গ সমূহ সর্বদা সমদশায় নিঃসৃত হয় তাকে সুসংগত আলোক উৎস বলে।

$$\text{খ} \text{ আমরা জানি, লেন্সের ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f} = \frac{1}{\text{GdvKvm 'fiZ} \frac{1}{2}} \text{ বা, } f = \frac{1}{P}$$

সুতরাং, কোনো লেন্সের ক্ষমতা $+2D$ বা, $+2m^{-1}$ বলতে বুঝায়, এর ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{1}{2m^{-1}} = +0.5 \text{ m}$ এবং লেন্সটি উত্তল বা অভিসারী

লেন্স। প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আগত একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি লেন্সটিকে প্রতিসরণের পর আলোক কেন্দ্র হতে 0.5 m বা 50 cm দূরে প্রধান অক্ষের ওপরস্থ কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় (বা ফোকাস করে)।

গ দেওয়া আছে, ইয়ং এর দ্বিচির পরীক্ষায়,
চিরদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব, $a = 2\text{mm} = 2 \times 10^{-3}\text{m}$
চিরদ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1\text{m}$
ডোরার প্রস্থ, $\Delta x = 0.295\text{ mm} = 0.295 \times 10^{-3}\text{m}$
বের করতে হবে, মাধ্যমে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

$$\text{আমরাজানি, } \Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$$

$$\therefore \lambda = \frac{(\Delta x) 2a}{D} = \frac{0.295 \times 10^{-3}\text{m} \times 2 \times 2 \times 10^{-3}\text{m}}{1\text{m}}$$

$$= 1.18 \times 10^{-6}\text{m (Ans.)}$$

ঘ ‘গ’ অংশের গাণিতিক বিশ্লেষণে পাই,
বায়ুতে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_a = 1.18 \times 10^{-6}\text{m}$
বায়ুর পরম প্রতিসরাংক, $\mu_a \approx 1$
তরলের পরম প্রতিসরাংক, $\mu_l = 1.33$

$$\text{তরলে উক্ত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য } \lambda_l \text{ হলে, } \frac{\lambda_l}{\lambda_a} = \frac{\mu_a}{\mu_l}$$

$$[\text{কারণ } \lambda \propto \frac{1}{\mu}]$$

$$\therefore \lambda_l = \lambda_a \frac{\mu_a}{\mu_l} = 1.18 \times 10^{-6}\text{m} \times \frac{1}{1.33} = 8.872 \times 10^{-7}\text{m}$$

তরলের মধ্যে ইয়ং এর দ্বিচির পরীক্ষায় প্রাপ্ত ডোরা ব্যবধান,

$$\Delta z' = \frac{\lambda_l D}{a} = \frac{8.872 \times 10^{-7}\text{m} \times 1\text{m}}{2 \times 10^{-3}\text{m}} = 4.436 \times 10^{-4}\text{m}$$

$$\text{কিন্তু বায়ুতে ডোরার ব্যবধান, } \Delta z = \frac{\lambda_a D}{a} = 2 \Delta x = 2 \times 0.295 \times 10^{-3}\text{m}$$

$$= 5.9 \times 10^{-4}\text{m}$$

$$\text{লক্ষ করি, } 4.436 \times 10^{-4}\text{m} < 5.9 \times 10^{-4}\text{m} \text{ বা, } \Delta z' < \Delta z$$

বা তরলে ডোরা ব্যবধান < বায়ুতে ডোরা ব্যবধান

অর্থাৎ, উদ্দীপকের সমস্যা ব্যবস্থাতিকে 1.33 প্রতিসরাংকের তরলে স্থাপন করে পরীক্ষাটি সম্পন্ন করা হয় তবে ডোরা ব্যবধান কমে যায়। তবে মাধ্যম পরিবর্তন করলে আলোর কম্পাংকের পরিবর্তন ঘটে না। তাই প্রশ্নে উল্লেখিত উক্তিটি পুরোপুরি সঠিক নয়। এর প্রথম অংশ সঠিক হলেও পরের অংশটি যথার্থ নয়।

তরলে বায়ুর মতো ডোরা ব্যবধান পেতে হলে তরলের অভ্যন্তরে অপেক্ষাকৃত বেশি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো দিয়ে পরীক্ষাটি সম্পন্ন করতে হবে, কারণ, $\Delta z \propto \lambda$; সেক্ষেত্রে $f = \frac{c}{\lambda}$ সূত্রানুসারে ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক পূর্বের তুলনায় কম হবে। অর্থাৎ তরলের অভ্যন্তরে বায়ুর ন্যায় একই প্রস্থের ডোরা ব্যবধান পেতে হলে অপেক্ষাকৃত কম কম্পাংকের আলো দিয়ে পরীক্ষাটি সম্পন্ন করতে হবে।

প্রশ্ন ১৫ ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় দুটি চিরের মধ্যবর্তী দূরত্ব 2.5 mm এবং চির হতে পর্দার দূরত্ব 1m। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 4800 Å এবং পরীক্ষাটি বায়ু মাধ্যমে সম্পন্ন করা হয়েছে।

[পুলিশ লাইনস স্কুল ও কলেজ, কুষ্টিয়া]

ক. প্রিজম কী? ১

খ. লেন্সের ক্ষমতা ধন্বক ও ঋণ্বক উভয়ই হতে পারে কেন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. পর্দায় যে ডোরা পাওয়া যায় তার যে কোনোটির প্রস্থ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যদি পরীক্ষাটি পানিতে করা হয় তবে ডোরা ব্যবধানের কোনো পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।। $\mu_g = \frac{4}{3}$ ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি স্বচ্ছ 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 আনত অবস্থায় থাকে তাহলে তাকে প্রিজম বলে।

খ লেন্সের ক্ষমতা নির্ভর করে লেন্সের ফোকাস দৈর্ঘ্যের ওপর। আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$ । কিন্তু, উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে ফোকাস দূরত্ব f একটি ধন্বক রাশি আর অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে সেটি ঋণ্বক। সুতরাং উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে ক্ষমতা ধন্বক এবং অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে সেটি ঋণ্বক। সুতরাং, লেন্সের ক্ষেত্রে ক্ষমতা ধন্বক ও ঋণ্বক উভয়ই হতে পারে।

গ দেয়া আছে,
চিরদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 2.5\text{ mm}$
চির হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1\text{m}$
আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 4800\text{Å}$
ডোরার প্রস্থ, $b = ?$

আমরা জানি,

$$\text{ডোরার প্রস্থ, } b = \frac{D\lambda}{2d}$$

$$= \frac{1 \times 4800 \times 10^{-10}}{2 \times 2.5 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore b = 9.6 \times 10^{-5}\text{ m (Ans)}$$

ঘ দেয়া আছে,
চিরদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 2.5\text{ mm}$
চির হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1\text{m}$
বায়ু মাধ্যমে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 4800\text{Å}$

$$\text{বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাঙ্ক, } \mu_g = \frac{4}{3}$$

আমরা জানি,

তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গের ক্ষেত্রে,

তরঙ্গের বেগ, $c = f\lambda$

$$\text{বা, } f = \frac{c}{\lambda}$$

$$= \frac{3 \times 10^8}{4800 \times 10^{-10}} \quad [\because c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}]$$

$$= 6.25 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

আবার,

$$\text{বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাঙ্ক} = \frac{v_{\text{vac}}}{v_{\text{med}}} = \frac{c}{c_g}$$

$$\text{বা, } \mu_g = \frac{c}{c_g}$$

$$\text{বা, } c_g = \frac{3 \times 10^8}{\mu_g}$$

$$\therefore c_g = 2.25 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

আবার, ধরি পানিতে তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_g

পানি মাধ্যমে, তাড়িতচৌম্বকের ক্ষেত্রে,

$$c_g = f\lambda_g$$

$$\text{বা, } \lambda_g = \frac{2.25 \times 10^8}{6.25 \times 10^{14}}$$

$$\therefore \lambda_g = 3600\text{Å}$$

$$\text{সুতরাং, পানিতে ডোরার প্রস্থ, } b' = \frac{D\lambda_g}{2d}$$

$$= \frac{1 \times 3600 \times 10^{-10}}{2 \times 2.5 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore b' = 7.2 \times 10^{-5}\text{ m}$$

অতএব, ডোরা প্রস্থের পরিবর্তন,

$$\Delta b = b - b'$$

$$= 9.6 \times 10^{-5} - 7.2 \times 10^{-5} \text{ (গ) হতে, } b = 4.8 \times 10^5 \\ = 2.4 \times 10^{-5} \text{ m}$$

প্রশ্ন ১৬ একাদশ শ্রেণির দুজন ছাত্র রনি ও রফিক ব্যবহারিক ক্লাসে অপবর্তন গ্রেটিং নিয়ে পরীক্ষা করছিল। এক পর্যায়ে রনি প্রতি সেন্টিমিটারে 600 দাগ বিশিষ্ট অপবর্তন গ্রেটিং এ 5896 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো ফেললো। অপর দিকে রফিক ব্যবহার করল প্রতি সেন্টিমিটারে 1.25×10^5 সংখ্যক দাগ বিশিষ্ট অপবর্তন গ্রেটিং এ 2000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো।

[এম. সি. কলেজ, সিলেট]

- ক. ব্রীউস্টার কোণ কাকে বলে? ১
- খ. গ্রেটিং প্রস্রবক ব্যাখ্যা কর? ২
- গ. রনির পরীক্ষণে ১ম চরমের জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. রফিকের পরীক্ষণে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের কীরূপ পরিবর্তন আনলে ২য় চরমের জন্য রনি ও রফিকের উভয় ক্ষেত্রে অপবর্তন কোণ একই পাওয়া যাবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আপতন কোণের যে মানের জন্য নির্দিষ্ট মাত্রায় সমবর্তিত আলো একটি স্বচ্ছ ডাই-ইলেকট্রিক তলের মধ্যদিয়ে কোনোরূপ প্রতিফলন ব্যতিরেকে প্রতিসরিত হয়ে যায়, তাকে ব্রীউস্টার কোণ বলে।

খ ধরা যাক, একটি অপবর্তন গ্রেটিং এর প্রতিটি চিরের প্রস্থ = a এবং প্রতিটি দাগের প্রস্থ = b ; তদুপরি, $a + b = d$ এখানে, d -কে গ্রেটিং প্রস্রবক বা গ্রেটিং উপাদান বলে।

ধরা যাক, একটি গ্রেটিং এর গ্রেটিং প্রস্রবক = $d \text{ cm}$ এবং একক দৈর্ঘ্যে চিরের সংখ্যা = N

তাহলে, $d \text{ cm}$ দৈর্ঘ্যের মধ্যে চিরের সংখ্যা 1

$$\therefore 1 \text{ cm দৈর্ঘ্যের মধ্যে চিরের সংখ্যা } \frac{1}{d}$$

$$\therefore N = \frac{1}{d} \text{ বা, } N = \frac{1}{a+b} \text{ বা, } a+b = \frac{1}{N}$$

গ এখানে,

$$d = \text{গ্রেটিং উপাদান} = \frac{1}{N}$$

$$N = \text{চিরের সংখ্যা} = \text{দাগের সংখ্যা} = 6000 \text{ cm}^{-1} = 600000 \text{ m}^{-1}$$

$$n = \text{ক্রম} = 1$$

$$\text{ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 5896 \text{ Å} = 5896 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{বের করতে হবে, ১ম চরমের জন্য অপবর্তন কোণ, } \theta = ?$$

$$\text{আমরাজানি, সমতল গ্রেটিং এ উজ্জ্বলতার শর্তানুযায়ী, } d \sin \theta = n\lambda$$

$$\text{বা, } \frac{\sin \theta}{N} = n\lambda$$

$$\text{বা, } \sin \theta = Nn\lambda = 600000 \text{ m}^{-1} \times 1 \times 5896 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.35376$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(0.35376) = 20.72^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ রনির ক্ষেত্রে,

$$N_1 = 600000 \text{ m}^{-1}$$

$$\text{আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_1 = 5896 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{রফিকের ক্ষেত্রে, } N_2 = 1.25 \times 10^5 \text{ cm}^{-1} = 1.25 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$\text{বের করতে হবে, } \lambda_2 = ?$$

রনি ও রফিক উভয়ের ক্ষেত্রে অপবর্তন কোণ (θ) এবং অপবর্তনের ক্রমসংখ্যা (n) একই।

$$\text{সুতরাং, } \frac{\sin \theta}{N} = n\lambda$$

$$\text{বা, } \frac{\sin \theta}{n} = N\lambda$$

$$\text{সূত্রানুসারে, } N_1\lambda_1 = N_2\lambda_2 = \text{প্রস্রবক} \text{।}$$

$$\therefore \lambda_2 = \frac{N_1\lambda_1}{N_2} = \frac{600000 \text{ m}^{-1} \times 5896 \times 10^{-10} \text{ m}}{1.25 \times 10^7 \text{ m}^{-1}}$$

$$= 2.83 \times 10^{-8} \text{ m} = 283 \times 10^{-10} \text{ m} = 283 \text{ Å}$$

সুতরাং, রফিকের পরীক্ষণে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তন আনতে হবে

$$= 2000 \text{ Å} - 283 \text{ Å} = 1717 \text{ Å} \text{ (তরঙ্গদৈর্ঘ্যের হ্রাস)}$$

প্রশ্ন ১৭ মাহফুজ ইয়ং-এর দ্বি-চীর পরীক্ষায় ব্যতিচার ঝালর দেখার জন্য চিরদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.6 mm এবং চির থেকে পর্দার দূরত্ব 80 cm -এ স্থাপন করলো। মাশফিক একই পরীক্ষায় চিরদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.8 mm এবং পদার্থটিকে 1.2 m দূরত্বে স্থাপন করলো। উভয়ে একই বর্ণের আলোক দ্বারা পরীক্ষাটি সম্পন্ন করে মাহফুজ অন্ধকার ডোরার প্রস্থ নির্ণয় করলো 0.3 mm ।

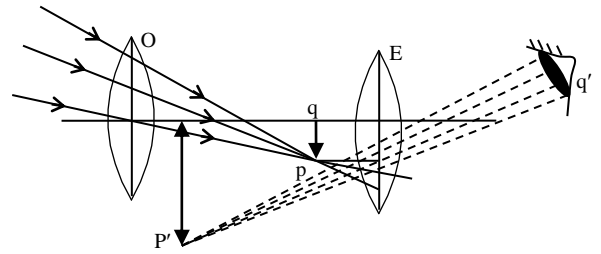
[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

- ক. ফার্মাটের নীতি কী? ১
- খ. নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রে বিবর্ধনের রশ্মিচিত্র অংকন কর। ২
- গ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? ৩
- ঘ. উদ্দীপকে দুজনের নির্ণীত দুটি উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব কি একই হবে— মতামত দাও। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফার্মাটের নীতিটি হলো এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাওয়ার সময় আলোক রশ্মির যত সংখ্যক বারই প্রতিফলন বা প্রতিসরণ ঘাই হোকনা কেন অনুসৃত পথ সর্বদাই স্থির হবে।

খ নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রে বিবর্ধনের রশ্মিচিত্র নিম্নরূপ:



গ দেওয়া আছে,

মাহফুজের ব্যতিচার পরীক্ষার ক্ষেত্রে,

$$\text{চিরদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, } a = 0.6 \text{ mm} = 0.6 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{চির হতে পর্দার দূরত্ব, } D = 80 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{অন্ধকার (বা উজ্জ্বল) ডোরার প্রস্থ, } \Delta x = 0.3 \text{ mm} = 0.3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{বের করতে হবে, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

আমরা জানি,

$$\Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$$

$$\therefore \lambda = \frac{(\Delta x) 2a}{D} = \frac{0.3 \times 10^{-3} \text{ m} \times 2 \times 0.6 \times 10^{-3} \text{ m}}{0.8 \text{ m}}$$

$$= 4.5 \times 10^{-7} \text{ m} \text{ (Ans.)}$$

ঘ মাহফুজের ব্যতিচার পরীক্ষায় প্রাপ্ত ব্যতিচার ঝালরে পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব = ডোরা ব্যবধান, $\Delta z = 2\Delta x$

$$= 2 \times 0.3 \text{ mm} = 0.6 \text{ mm} = 6 \times 10^{-4} \text{ m}$$

কিন্তু মাশফিকের ব্যতিচার পরীক্ষায়,

$$\text{চিরদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব, } a' = 0.8 \text{ mm} = 0.8 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{চিরদ্বয়ের হতে পর্দার মধ্যকার দূরত্ব, } D' = 1.2 \text{ m}$$

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 4.5 \times 10^{-7} \text{ m}$ [কারণ উভয়ে একই বর্ণের আলোক দ্বারা পরীক্ষাটি সম্পন্ন করে]

\therefore মাশফিকের ব্যতিচার পরীক্ষায় প্রাপ্ত ডোরা ব্যবধান,

$$\Delta z' = \frac{\lambda D'}{a'} = \frac{4.5 \times 10^{-7} \text{m} \times 1.2 \text{m}}{0.8 \times 10^{-3} \text{m}} = 6.75 \times 10^{-4} \text{m}$$

লক্ষ্য করি, $6 \times 10^{-4} \text{m} \approx 6.75 \times 10^{-4} \text{m}$

বা, $\Delta z \approx \Delta z'$

সুতরাং উদ্দীপকের দুজনে নির্ণীত দুটি উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব একই হবে না।

প্রশ্ন ১৮ পদার্থবিজ্ঞান বিভাগের ছাত্র কাজল একদিন অপটিকস ল্যাবে আলোর অপবর্তনের পরীক্ষা করার জন্য প্রতি cm এ 6000 লাইন বিশিষ্ট গ্রেটিং ব্যবহার করল। একবর্ণী আলোর সাহায্যে সে প্রথম ক্রমের অপবর্তন প্তি 30° কোণে দেখতে পেল।

- ক. আলোর সমবর্তন কাকে বলে? ১
খ. ফ্রেনেল শ্রেণীর অপবর্তন বলতে কী বুঝায়? ২
গ. আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? ৩
ঘ. অপবর্তনের পরিবর্তে ব্যতিচার ঘটতে গেলে কী কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে- ব্যাখ্যা কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্বাভাবিক ভাবে আলোর E ভেক্টর বিভিন্ন দিকে কম্পায়মান। যে প্রক্রিয়ায় E ভেক্টরকে একটি নির্দিষ্ট দিকে বা এর সমান্তরাল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায়, অর্থাৎ E এর কম্পন একটি মাত্র কম্পনতলে সীমাবদ্ধ রাখা যায় তাকে আলোর সমবর্তন বলে।

খ যে সকল অপবর্তন ঘটনার ক্ষেত্রে প্রতিবন্ধক বা ছিদ্র হতে আলোক উৎস বা পর্দা বা উভয়েই সসীম দূরত্বে থাকে সে সকল অপবর্তনকে ফ্রেনেল শ্রেণীর অপবর্তন বলে।

গ এখানে গ্রেটিং উপাদান, $d = \frac{1}{N} = \frac{1}{6000 \text{ cm}^{-1}} = \frac{1}{6000000 \text{ m}^{-1}}$

অপবর্তনের ক্রম, $n = 1$

অপবর্তন কোণ, $\theta = 30^\circ$

বের করতে হবে, আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $d \sin \theta = n\lambda$

$$\therefore \lambda = \frac{d \sin \theta}{n} = \frac{1}{6000000 \text{ m}^{-1}} \times \frac{\sin 30^\circ}{1} = 8.33 \times 10^{-7} \text{m} \text{ (Ans.)}$$

ঘ অপবর্তনের পরিবর্তে ব্যতিচার ঘটতে গেলে কাছাকাছি অবস্থিত দুটি সমরূপ ও অতি সূক্ষ্ম চিরের দরকার হবে। এক্ষেত্রে একটি একবর্ণী আলোর উৎস ব্যবহার করতে হবে। উক্ত উৎস যাতে উভয় চির হতে সমদূরত্বে থাকে, সেটা নিশ্চিত করতে হবে। এতে চিরদ্বয় সুসংহত আলোর উৎসরূপে ক্রিয়া করবে। চিরদ্বয় যে পাতে অবস্থিত সে পাতের সমান্তরালে এবং চিরদ্বয় হতে কিছুটা দূরে পর্দা স্থাপন করতে হবে। এ ব্যবস্থায় পর্দায় ব্যতিচার সজ্জা দেখা যাবে। ব্যতিচার প্তিগুলোর পূর্ণত্ব নির্ভর করবে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, চিরদ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব এবং চিরদ্বয়ের পারস্পরিক দূরত্বের ওপর।

প্রশ্ন ১৯ প্রতি সেন্টিমিটারে 700 টি দাগ বিশিষ্ট একটি সমতল অপবর্তন গ্রেটিং-এর ওপর আলো ফেলা হলে দ্বিতীয় ক্রমের জন্য অপবর্তন কোণ 40° পাওয়া গেল।

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, সিলেট]

- ক. n - type অর্ধপরিবাহী কাকে বলে? ১
খ. উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরার সৃষ্টির শর্ত লেখ। ২

গ. বর্ণিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩

ঘ. প্রতি মিলিমিটারে রেখার সংখ্যা কীরূপ পরিবর্তন করলে অপবর্তন কোণ অর্ধেক হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহকের (যেমন, সিলিকন) মধ্যে পঞ্চযোজী পদার্থের (যেমন, ফসফরাস) পরমাণু নিয়ন্ত্রিতভাবে মিশিয়ে যে বহির্জাত অর্ধপরিবাহী তৈরি করা হয়, তাকে n - type অর্ধপরিবাহী বলে।

খ পর্দার ওপর যে সকল বিন্দুতে বা অবস্থানে সুসংগত উৎসদ্বয় হতে আগত আলোক তরঙ্গদ্বয় λ (তরঙ্গদৈর্ঘ্য) এর সমান বা এর সরল গুণিতক পথপার্থক্যে আপতিত হয় সে অবস্থানগুলোতে উজ্জ্বল ডোরা সৃষ্টি হয়। আর যে অবস্থান গুলোতে আলোক তরঙ্গদ্বয় $\frac{\lambda}{2}$ এর সমান বা এর বিজোড় গুণিতক পথপার্থক্যে আপতিত হয় সে স্থানগুলোতে অন্ধকার ডোরার সৃষ্টি হয়।

গ এখানে,

$$\text{গ্রেটিং উপাদান, } d = \frac{1}{N} = \frac{1}{700 \text{ cm}^{-1}} = \frac{1}{70000 \text{ m}^{-1}} = \frac{1}{70000} \text{ m}$$

ক্রমসংখ্যা, $n = 2$

অপবর্তন কোণ, $\theta = 40^\circ$

বের করতে হবে, বর্ণিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, অপবর্তন গ্রেটিং এ উজ্জ্বলতার শর্ত অনুযায়ী $d \sin \theta = n\lambda$

$$\therefore \lambda = \frac{d \sin \theta}{n} = \frac{1}{70000} \text{ m} \times \frac{\sin 40^\circ}{2} = 4.59 \times 10^{-6} \text{ m} \text{ (Ans.)}$$

ঘ পরিবর্তিত অবস্থায়,

$$\text{অপবর্তন কোণ, } \theta' = \frac{\theta}{2} = \frac{40^\circ}{2} = 20^\circ$$

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 4.59 \times 10^{-6} \text{m}$ (অপরিবর্তিত)

এক্ষেত্রে গ্রোটিং উপাদান d' হলে,

$$d' \sin \theta' = n\lambda$$

$$\text{বা, } d' = \frac{n\lambda}{\sin \theta'} = \frac{2 \times 4.59 \times 10^{-6} \text{m}}{\sin 20^\circ} = 2.684 \times 10^{-5} \text{m}$$

প্রতি মিটারে রেখার সংখ্যা N' হলে, $d' = \frac{1}{N'}$

$$\therefore N' = \frac{1}{d'} = \frac{1}{2.684 \times 10^{-5} \text{m}} = 3.726 \times 10^4 \text{ m}^{-1} = 3.726 \times 10^1 \text{ mm}^{-1} = 37.26 / \text{mm}$$

প্রতি মিলিমিটারে রেখার সংখ্যায় পরিবর্তন (হ্রাস) ঘটতে হবে

$$= N - N' = 700 / \text{cm} - 37.26 / \text{mm} = 70 / \text{mm} - 37.26 / \text{mm} = 32.74 / \text{mm}$$

সুতরাং, প্রতি মিলিমিটারে রেখার সংখ্যা 32.74 হ্রাস করলে অপবর্তন কোণ পূর্বের তুলনায় অর্ধেক হবে।

প্রশ্ন ২০ ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় দুটি চিরের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.44 mm এবং চির হতে পর্দার দূরত্ব 1m. ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 5890 Å এবং পরীক্ষাটি বায়ু মাধ্যমে সম্পন্ন করা হয়েছে।

[পটুয়াখালী সরকারি কলেজ, পটুয়াখালী]

- ক. Fermat এর নীতি লেখ। ১

খ. কোন ব্যক্তির চশমার ক্ষমতা +5D তার চোখের ত্রুটি সম্পর্কে কী ধারণা করা যায়। ২

গ. পর্দায় যে ডোরা পাওয়া যায় তার যে কোন একটির প্রস্থ কত? ৩

ঘ. যদি পরীক্ষাটি 1.44 প্রতিসরাংকের কোন তরলে করা হয় তবে ডোরার প্রস্থের কোন পরিবর্তন হবে কিনা। গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক Fermat এর নীতি হচ্ছে, কোনো আলোক রশ্মি যখন প্রতিফলন বা প্রতিসরণের সূত্র মেনে কোনো সমতল পৃষ্ঠে প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয় তখন তা সর্বদা ক্ষুদ্রতম পথ অনুসরণ করে।

খ কোনো ব্যক্তির চশমার ক্ষমতা +5D দ্বারা বোঝা যায় লোকটির ব্যবহৃত চশমাটি উত্তল লেন্স দ্বারা তৈরি। উত্তল লেন্স চোখের অভিসারী ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য সহায়ক লেন্স হিসেবে লোকটির চশমায় ব্যবহার করা হয়েছে। এর অর্থ হলো লোকটির চোখের অভিসারী ক্ষমতা কমে গেছে। চোখের অভিসারী ক্ষমতা কমে গেলে চোখের যে ত্রুটি হয় তা হলো দূর দৃষ্টি বা দীর্ঘ দৃষ্টি ত্রুটি। অতএব তার ব্যবহৃত চশমা দ্বারা তার চোখের দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটি সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

গ দেওয়া আছে,
চিরদৈর্ঘ্যের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 0.44\text{mm} = 0.44 \times 10^{-3}\text{m}$
চির হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1\text{m}$
আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 5890 \text{ Å} = 5890 \times 10^{-10}\text{m}$
একটি ডোরার প্রস্থ, $x = ?$

$$\text{আমরা জানি, } x = \frac{\lambda D}{2a}$$

$$\text{বা, } x = \frac{5890 \times 10^{-10} \times 1}{2 \times 0.44 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore x = 6.693 \times 10^{-4}\text{m}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই, বায়ু মাধ্যমে ডোরার প্রস্থ, $x = 6.693 \times 10^{-4}\text{m}$
দেওয়া আছে,

বায়ুতে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_a = 5890 \text{ Å} = 5890 \times 10^{-10}\text{m}$
তরলের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_l = 1.44$
জানা আছে, বায়ুর প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_a = 1$
এবং বায়ুতে আলোর বেগ, $c_a = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{\mu_a}{\mu_l} = \frac{c_l}{c_a}$$

$$\text{বা, } c_l = \frac{\mu_a \times c_a}{\mu_l}$$

$$\text{বা, } c_l = \frac{1 \times 3 \times 10^8}{1.44}$$

$$\therefore c_l = 2.08 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

আবার, তরলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_l হলে,

$$c_l = f \lambda_l \dots\dots\dots(i)$$

$$c_a = f \lambda_a \dots\dots\dots(ii)$$

(i) ÷ (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$\frac{p_q}{p_g} = \frac{\lambda_g}{\lambda_q}$$

$$\text{বা, } \lambda_l = \frac{c_l \times \lambda_a}{c_a}$$

$$\text{বা, } \lambda_l = \frac{2.08 \times 10^8 \times 5890 \times 10^{-10}}{3 \times 10^8}$$

$$\therefore \lambda_l = 4.09 \times 10^{-7}\text{m}$$

তরলের পর্দার প্রস্থ x_l হলে,

$$x_l = \frac{\lambda_l \times D}{2a}$$

$$\text{বা, } x_l = \frac{4.09 \times 10^{-7} \times 1}{2 \times 0.44 \times 10^{-3}} = 4.64 \times 10^{-4}\text{m}$$

অতএব পরীক্ষাটি 1.44 প্রতিসরাংকের কোনো তরলে করা হলে ডোরার প্রস্থ $(6.693 \times 10^{-4} - 4.64 \times 10^{-4})\text{m}$ বা 0.205mm বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ২১ সিয়ামের একটি অপবর্তন গ্রেটিং আছে যার প্রতি সেন্টিমিটারে 5000 রেখা আছে। এর উপর 5896 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো পতিত হয়। অন্যদিকে সিজানের একটি অপবর্তন গ্রেটিং আছে যার প্রতি সেন্টিমিটারে 4.2×10^3 রেখা রয়েছে। এর উপর 2000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো পতিত হয়। [ইন্সপিরিয়াল কলেজ, ঢাকা]

ক. হাইগেনের নীতি লিখ। ১

খ. বিপদ সংকেতের জন্য লাল আলো ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. সিয়ামের ক্ষেত্রে প্রথম অবমের জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সিজানের পরীক্ষণে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কী ধরনের পরিবর্তন হলে সিয়াম ও সিজান উভয়েই পরীক্ষণে দ্বিতীয় অবমের জন্য অপবর্তন একই হবে? ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন একটি তরঙ্গমুখের উপর অবস্থিত গৌণ উৎসগুলো থেকে সৃষ্ট তরঙ্গমালাকে স্পর্শ করে একটি তল অঙ্কন করলে ঐ তলই ঐ সময়ের তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

খ দৃশ্যমান আলোক তরঙ্গের মধ্যে লাল আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি এবং এর বিচ্ছুরণ সবচেয়ে কম তাই লাল আলো অনেক দূর থেকে দৃশ্যমান হয়। একারণে বিপদ সংকেতের জন্য লাল আলো ব্যবহার করা হয়।

গ দেওয়া আছে,
প্রতি সেন্টিমিটারে রেখা, $N = 5000$ রেখা/ cm = 5×10^3 / cm
 $\therefore N = 5 \times 10^5$ রেখা/ m

$$\text{রেখাটির বেধ, } a = \frac{1}{N} = \frac{1}{5 \times 10^5} = 2 \times 10^{-6}\text{m}$$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5896 \text{ Å} = 5896 \times 10^{-10}\text{m}$.

প্রথম অবমের জন্য, $n = 1$

অপবর্তন কোণ, $\theta'_1 = ?$

n -তম অবম বিন্দুর জন্য অপবর্তন কোণ θ'_n হলে,

আমরা জানি,

$$a \sin \theta'_n = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{বা, } \sin \theta'_n = \frac{(2n + 1)\lambda}{2a}$$

$$\therefore \sin \theta'_n = \left(\frac{2 \times 1 + 1}{2a} \right) \lambda = \frac{3\lambda}{2a}$$

$$\theta'_1 = \sin^{-1} \left(\frac{3 \times 5896 \times 10^{-10}}{2 \times 2 \times 10^{-6}} \right)$$

$$= \sin^{-1} (0.4422)$$

$$\therefore \theta'_1 = 26.24^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

সিয়ামের অপবর্তন গ্রেটিং-এ প্রতি সেন্টিমিটারে রেখার সংখ্যা

$N = 5000$ রেখা/cm

$$= 5 \times 10^5 \text{ রেখা/ m}$$

$$\text{রেখাটির বেধ, } a = \frac{1}{N} = \frac{1}{5 \times 10^5} = 2 \times 10^{-6}\text{m}$$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5896 \times 10^{-10}\text{m}$, ২য় অবমের জন্য, $n = 2$

অপবর্তন কোণ, $\theta'_2 = ?$

সিজানের অপবর্তন গ্রেটিং-এ প্রতি সেন্টিমিটারে রেখা সংখ্যা
 $N = 4.2 \times 10^3$ রেখা/cm. $= 4.2 \times 10^5$ রেখা/m.

রেখা চিরের বেধ, $a = \frac{1}{N} = \frac{1}{4.2 \times 10^5} = 2.38 \times 10^{-6}$ m

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 2000 \text{Å}$, ২য় অবমের জন্য $n = 2$,

পরিবর্তিত তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda' = ?$

সিয়ামের অপবর্তন গ্রেটিং এর ক্ষেত্রে,

$$a \sin \theta'_2 = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{বা, } \theta'_2 = \sin^{-1} \left\{ \frac{(2 \times 2 + 1) \times 5896 \times 10^{-10}}{2 \times 2 \times 10^{-6}} \right\}$$

$$\therefore \theta'_2 = \sin^{-1} (0.737) = 47.5^\circ$$

প্রশ্নমতে, সিজানের অপবর্তন গ্রেটিং এর ক্ষেত্রে,

$$a \sin \theta'_2 = (2n + 1) \frac{\lambda'}{2}$$

$$\text{বা, } \sin (47.5^\circ) = \frac{(2 \times 2 + 1) \lambda'}{2 \times 2.38 \times 10^{-6}}$$

$$\text{বা, } \lambda' = \frac{2 \times 2.38 \times 10^{-6} \times \sin (47.5^\circ)}{5}$$

$$\therefore \lambda' = 7.016 \times 10^{-7}$$

সিজানের পরীক্ষণে তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\{(7.016 - 2) \times 10^{-7}\}$ m

বা, 5.016×10^{-7} m বাড়াতে হবে।

প্রশ্ন ▶ ২২ ল্যাবরেটরিতে ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষা করার সময় তানিয়া দেখল চির হতে 1.5m দূরে পর্দার উপর পর্যায়ক্রমিক উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরা সৃষ্টি হয়েছে। সে চির দুটির মধ্যবর্তী 1.5mm দূরত্ব স্থির রেখে ডোরার ব্যবধান পরিমাপ করল। [ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, যশোর]

- ক. ফার্মাটের নীতি বিবৃত কর। ১
- খ. পরিষ্কার আকাশ নীল দেখায় কেন- ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকে পরিমাপকৃত ডোরার ব্যবধান 0.35 mm হলে ব্যবহৃত আলোকের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? ৩
- ঘ. অন্য শিক্ষার্থী তুলি বলল, পর্দার দূরত্ব দ্বিগুণ করলে ডোরার ব্যবধান দ্বিগুণ হয় তার কথার সত্যতা যাচাই কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন আলোকরশ্মি যখন প্রতিফলন বা প্রতিসরণের সূত্র মেনে কোন সমতল পৃষ্ঠে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয় তখন তা সর্বদা ক্ষুদ্রতম পথে অনুসরণ করে।

খ পরিষ্কার আকাশ নীল দেখায় আলোর বিক্ষেপনের কারণে। সূর্যের আলোর মধ্যে যে সাতটি বর্ণের আলো রয়েছে, তার মধ্যে লাল এবং এর কাছাকাছি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোসমূহের যখন বায়ুমণ্ডলে প্রবেশ করে তখন এদের বিক্ষেপণ অত্যন্ড কম হয়। তাই এরা বায়ুমণ্ডলের অপর পাশ দিয়ে পৃথিবী হতে বের হয়ে যায়। আবার, বেগুনী আলোর বিক্ষেপণ ঘটে অত্যন্ড বেশি, তাই এটিও দর্শকের (মানুষ) চোখে প্রবেশ না করে বায়ুমণ্ডল থেকে বের হয়ে যায়। তবে নীল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য এমন যেন তা যথাযথভাবে বিক্ষেপিত হয়ে ভূপৃষ্ঠস্থ মানুষের চোখে প্রবেশ করে। এ কারণেই পরিষ্কার আকাশ নীল দেখায়।

গ দেওয়া আছে,

চিরদ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1.5$ m

চিরদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব, $a = 1.5 \text{ mm} = 1.5 \times 10^{-3}$ m

ডোরা ব্যবধান, $\Delta z = 0.35 \text{ mm} = 0.35 \times 10^{-3}$ m

বের করতে হবে, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \Delta z = \frac{\lambda D}{a}$$

$$\therefore \lambda = \frac{(\Delta z)a}{D} = \frac{0.35 \times 10^{-3} \text{ m} \times 1.5 \times 10^{-3} \text{ m}}{1.5 \text{ m}} = 3.5 \times 10^{-7} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ হলে,

চিরদ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব দাঁড়াবে,

$$D' = 2D = 2 \times 1.5 \text{ m} = 3 \text{ m}$$

এক্ষেত্রে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 3.5 \times 10^{-7}$ m (অপরিবর্তিত)

চিরদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব, $a = 1.5 \times 10^{-3}$ m (অপরিবর্তিত)

$$\text{এক্ষেত্রে, ডোরা ব্যবধান, } \Delta z' = \frac{\lambda D'}{a}$$

$$= \frac{3.5 \times 10^{-7} \text{ m} \times 3 \text{ m}}{1.5 \times 10^{-3} \text{ m}} = 7 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{লক্ষ্যকরি, } \frac{bZzb \text{ } ^Wviv e\text{ } \text{ } \Delta z'}{cfGe\text{ } \text{ } ^Wvive\text{ } \text{ } \Delta z} = \frac{7 \times 10^{-4} \text{ m}}{3.5 \times 10^{-4} \text{ m}} = 2$$

সুতরাং, পর্দার দূরত্ব দ্বিগুণ করলে ডোরা ব্যবধান দ্বিগুণ হয়। অর্থাৎ তুলির কথায় সত্যতা রয়েছে।

প্রশ্ন ▶ ২৩ একটি সমতল দর্পণের ওপর একটি সমতল তরঙ্গের আলোকরশ্মি গুচ্ছ i কোণে আপতিত হলো। এক্ষেত্রে আলোকরশ্মিগুচ্ছ r কোণে প্রতিফলিত হলো। [ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. তরঙ্গমুখ কী? ১

খ. কোনো বস্তুর ছায়ার প্রান্তভাগ তীক্ষ্ণ হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. হাইগেনের নীতির সাহায্যে দেখাও যে, $i = r$ ৩

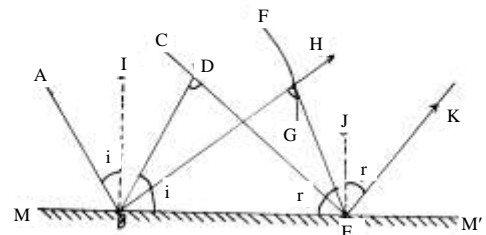
ঘ. উদ্দীপকের আলোকে দেখাও যে, আপতিত তরঙ্গমুখ প্রতিফলিত তরঙ্গমুখের সাথে $(180^\circ - 2i)$ কোণ উৎপন্ন করে। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পন্ন কণাগুলোর গতিপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

খ প্রতিবন্ধকের ধার ঘেঁষে যাবার সময় আলোর গতিপথ কিছুটা বেঁকে যায়। কিছু আলোক তরঙ্গ মূল গতিপথের এক পাশে এবং কিছু আলোক-তরঙ্গ অন্য পাশে বেঁকে যায়। ছায়ার সীমার সামান্য ভিতর পর্যন্ড কিছুটা আলোক প্রাবল্য দেখা যায়। ছায়ার সীমারেখার ঠিক বাইরেও আলো পতিত হয়। কিন্তু এ অঞ্চলের আলোর উজ্জ্বলতা সর্বত্র সমান নয়। এ অঞ্চলে আলো আঁধারের পট্টি সৃষ্টি হয় এসব কারণে ছায়া যেরূপ হওয়া উচিত সেরূপ হয় না। ছায়ার সীমারেখাও স্পষ্ট হয় না। সুতরাং আলোর অপবর্তনের কারণেই কোনো বস্তু ছায়ার প্রাণ্ড ভাগ তীক্ষ্ণ হয় না।

গ



ধরা যাক, এক গুচ্ছ সমতল তরঙ্গ একটি দর্পণের (MM') ওপর তির্যকভাবে আপতিত হচ্ছে। চিত্রে, তরঙ্গগুচ্ছের দুটি রশ্মি (AB, CD) দেখানো হয়েছে। কোনো এক সময়ে, BD তরঙ্গমুখের B বিন্দু দর্পণে আপতিত। CD-কে বাড়ালে এটি দর্পণকে E বিন্দুতে ছেদ করে। B-কে কেন্দ্র করে DE-এর সমান ব্যাসার্ধ নিয়ে একটি চাপ (FG) আঁকা

হলো। E হতে FG-এর ওপর EH স্পর্শক আঁকা হলো। BH যোগ করা হলো।

ধরি, t সময়ে D বিন্দু E বিন্দুতে পৌঁছে। সামনের দিকে অগ্রসর হবার অপারগতার কারণে, এ সময়ে, B হতে নিঃসৃত একটি উপতরঙ্গ (প্রতিফলিত রশ্মি) FG অবস্থানে আসে। অর্থাৎ t সময় পরে D চলে যায় E অবস্থানে, B চলে যায় H অবস্থানে। অতএব, BD তরঙ্গমুখ t সময় পরে EH অবস্থানে নেয়। B ও E বিন্দুতে দর্পণের ওপর BI ও EJ লম্ব আঁকা হলো। AB, DE আপতিত রশ্মি। BH, EK প্রতিফলিত রশ্মি।

এখন আপতন কোণ, $\angle ABI = i = 90^\circ - \angle IBD = \angle DBE$

(\therefore তরঙ্গমুখ \perp রশ্মি)

বা, $i = \angle DBE$ (i)

প্রতিফলন কোণ, $\angle KEJ = r = 90^\circ - \angle JEH = \angle HEB$

বা, $r = \angle HEB$ (ii)

$\triangle BDE$ ও $\triangle BHE$ উভয়েই সমকোণী ত্রিভুজ, ($\therefore \angle BDE = \angle BHE = 90^\circ$ 1 সমকোণী)

$\triangle BDE$ হতে, $\sin \angle DBE = \frac{DE}{BE}$ (iii)

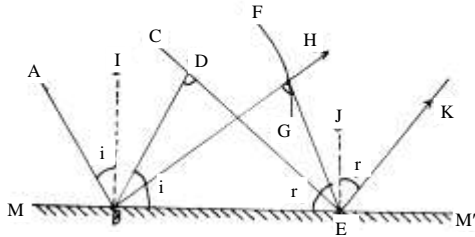
$\triangle BHE$ হতে, $\sin \angle HEB = \frac{BH}{BE}$ (iv)

$\therefore \angle DBE = \angle HEB$ (v) [$\therefore DE = BH$]

(i), (ii) ও (v) হতে, $i = r$

অর্থাৎ আপতন কোণ = প্রতিফলন কোণ [দেখানো হলো]

■ 'গ' এ প্রদর্শিত চিত্রটিকে নিম্নোক্তরূপে অংকন করি (পরিবর্তিত ও সংশোধিত আকারে)



এখানে BD হলো আপতিত তরঙ্গমুখ এবং EH হলো প্রতিফলিত তরঙ্গ। এদের মধ্যকার কোণ নির্ণয় করলে BD কে এবং EH কে বর্ধিত করি যেন তারা পরস্পর L বিন্দুতে ছেদ করে। তাহলে $\angle BLE$ নির্ণয় করতে হবে।

$\triangle BHE$ -এ $\angle HBE = i$ এবং $\angle HEB = r$

$\therefore \angle BHE = 180^\circ - \angle HBE - \angle HEB$ [ত্রিভুজের তিন কোণের সমষ্টি 180°]

$$= 180^\circ - i - r$$

$$= 180^\circ - i - i \quad [\because i = r]$$

$$= 180^\circ - 2i$$

সুতরাং, আপতিত তরঙ্গমুখ প্রতিফলিত তরঙ্গমুখের সাথে $(180^\circ - 2i)$ কোণ উৎপন্ন করে।

প্রশ্ন ২৪ ড. রাজন সাহেব একজন গবেষক। তিনি 5000\AA তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো 1 mm প্রস্থবিশিষ্ট একক চিরে ফেলে পর্যবেক্ষণ তলে একটি বর্ণালী দেখতে পান। অতঃপর 10.5 mm ব্যবধানে পূর্বের অনুরূপ অন্য একটি চির পাশাপাশি রেখে একই আলো ব্যবহার করে লক্ষ্য করলেন আগের বর্ণালীটি নতুন রূপ ধারণ করে। চির হতে পর্যবেক্ষণতলের দূরত্ব 1 m । [সামসুল হক খান স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ কী?

১

খ. অস্ফীমী সূর্য দেখতে লাল কেন?

২

গ. ড. রাজন সাহেব প্রথম পরীক্ষণে দ্বিতীয় অবমের জন্য বিচ্যুতি কোণ কত পাবেন?

৩

ঘ. উভয় পরীক্ষায় প্রাপ্ত ফলাফলের ভিন্নতার কারণ তুলে ধর।

৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

■ একটি প্রিজমের ক্ষেত্রে বিচ্যুতি কোণের একটি সর্বনিম্ন মান আছে। এ মানকে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ বলে।

■ অস্ফীমী সূর্যের সময় সূর্য দিগন্তের খার কাছাকাছি থাকে। এ সময় সূর্য হতে আগত সাদা আলো যখন বায়ুমণ্ডলে প্রবেশ করে তখন এক স্ফীম হতে অপর স্ফীম প্রবেশ করতে বেগুনী, নীল, আসমানী, সবুজ, হলুদ-এ সকল রশ্মির খুব বেশি বিক্ষেপণ ঘটে বলে এরা দর্শকের চোখ পর্যন্ত পৌঁছায় না। কিন্তু লাল এবং কমলা বর্ণের রশ্মির বিক্ষেপণ অনেক কম ঘটে, তাই এরা শেষ পর্যন্ত দর্শকের চোখে এসে পৌঁছায় এবং প্রবেশ করে। এ কারণে অস্ফীমী সূর্য লাল দেখা যায়।

■ ড. রাজন সাহেবের প্রথম পরীক্ষাটি হলো- একক চিরের দরশন অপবর্তনের পরীক্ষা।

এ পরীক্ষণে, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5000\text{\AA}$

$$= 5000\text{\AA} \times 10^{-10}\text{m}$$

$$= 5 \times 10^{-7}\text{m}$$

চিরের প্রস্থ, $a = 1\text{mm} = 10^{-3}\text{m}$

\therefore অবমের ক্রমসংখ্যা, $n = 2$ (\therefore দ্বিতীয় অবম)

বের করতে হবে, বিচ্যুতি কোণ বা অপবর্তন কোণ, $\theta = ?$

আমরা জানি, একক চিরের দরশন অপবর্তনের অবমের শর্ত অনুযায়ী

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

$$\text{বা, } \sin \theta = \frac{n \lambda}{a} = \frac{2 \times 5 \times 10^{-7}\text{m}}{10^{-3}\text{m}} = 10^{-3}$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(10^{-3}\text{m}) = 0.057^\circ \text{ (Ans.)}$$

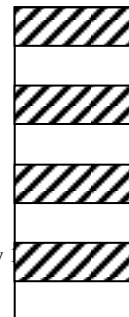
■ ড. রাজন সাহেবের প্রথম পরীক্ষাটি ছিল- একক চিরের দরশন অপবর্তন। এ পরীক্ষায় চিরের সংখ্যা একটি। কিন্তু দ্বিতীয় পরীক্ষায় অনুরূপ আরেকটি চির পাশাপাশি রাখার পরীক্ষাটি হয়ে গেলো ইয়ং-এর দ্বিচির পরীক্ষা।

একক চিরের দরশন অপবর্তনের পরীক্ষায় পর্দায় যে উজ্জ্বল ও অনুজ্জ্বল ডোরাসমূহ পাওয়া যায় সেগুলোর প্রশস্ততা সমান হয় না। কেন্দ্রীয় ডোরার প্রশস্ততা এবং উজ্জ্বল সবচেয়ে বেশি হয়। কিন্তু পরবর্তী উল্লম্ব ডোরার প্রশস্ততা এবং উজ্জ্বল ব্যাপক হারে কমতে থাকে। নিচে এ বিষয়টি আপেক্ষিক তীব্রতা বনাম অপবর্তন কোণের লেখ দেখানো হলো:



কিন্তু ইয়ং-এর দ্বিচির পরীক্ষায়, উজ্জ্বল ও অনুজ্জ্বল সবগুলো ডোরার প্রস্থ সমান হয় এবং পর্দার ওপর নিম্নোক্ত ধরণের সজ্জাব্যবস্থা পাওয়া যায়।

এখানে সবগুলো উজ্জ্বল ডোরার উজ্জ্বল্য সমান হয়। উদ্দীপকের তথ্য ব্যবহার করে ইয়ং-এর দ্বিচির পরীক্ষায় প্রাপ্ত ডোরার প্রস্থ এখানে নির্ণয় করি।



চিত্র-২

উদ্দীপকমতে, চিরদূরত্ব হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1\text{m}$
 চিরদূরত্বের ব্যবধান, $a = 10.5\text{ mm} = 10.5 \times 10^{-3}\text{m}$
 ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5 \times 10^{-7}\text{m}$

$$\therefore \text{প্রতিটি ডোরার প্রস্থ, } \Delta x = \frac{\lambda D}{2a} = \frac{5 \times 10^{-7} \times 1\text{m}}{2 \times 10.5 \times 10^{-3}\text{m}} = 2.38 \times 10^{-5}\text{m}$$

প্রশ্ন ২৫ ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় দুটি চিরের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.5 mm । চির হতে পর্দার দূরত্ব 1.5m । কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টি হতে 15 -তম উজ্জ্বল পট্টির দূরত্ব 12.6 mm । [ড. মাহবুবুর রহমান মোল-এ কলেজ]

- ক. সমাবর্তন কী? ১
- খ. বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহার করা হয় কেন? ২
- গ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত একবর্ণী আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? ৩
- ঘ. উদ্দীপকের বর্ণিত পরীক্ষণটি পানিতে ($\mu_w = \frac{4}{3}$) সম্পন্ন করলে ডোরা প্রস্থের পরিবর্তন ঘটবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমাবর্তন বলে।

খ বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহার করার প্রধান কারণ এর কম বিচ্যুতি।

এখন দৃশ্যমান যে কোন বর্ণের আলোর মধ্যে লাল বর্ণের আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি, অর্থাৎ যে কোন মাধ্যমে লাল আলোর জন্য মাধ্যমের প্রতিসরাংক কম হয়। সুতরাং প্রতিসরণের ফলে লাল বর্ণের আলোর বিচ্যুতি সবচেয়ে কম, অর্থাৎ বায়ু মাধ্যমে আলোর যাওয়ার পথে প্রতিসরিত হলেও সবচেয়ে কম বাঁকবে। এজন্য বিপদ সংকেতের আলো অনেক দূর হতে দেখা যাবে।

এসব কারণে বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহার করা হয়।

গ এখানে, ডোরার ক্রম, $n = 15$
 চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 0.5\text{ mm} = 5 \times 10^{-4}\text{m}$
 চির হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1.5\text{ m}$
 কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টি হতে 15 তম উজ্জ্বল পট্টির দূরত্ব,
 $\Delta x = 12.6\text{mm} = 12.6 \times 10^{-3}\text{m}$
 ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \Delta x = \frac{n\lambda D}{2d}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \lambda &= \frac{2d\Delta x}{nD} \\ &= \frac{2 \times 5 \times 10^{-4} \times 12.6 \times 10^{-3}}{15 \times 1.5} \\ &= 5.6 \times 10^{-7}\text{m (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ উদ্দীপকের বর্ণিত পরীক্ষণটি পানিতে সম্পন্ন করলে ডোরার প্রস্থ পরিবর্তন হবে কারণ পানিতে প্রতিসরাংক পরিবর্তন হওয়াতে আলোর বেগ এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য পরিবর্তন হয়।

এখন পরীক্ষণটিতে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5.6 \times 10^{-7}\text{m}$

জানা আছে, আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8\text{ms}^{-1}$

সুতরাং ব্যবহৃত আলোর কম্পাংক f হলে,

$$\begin{aligned} f &= \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{5.2 \times 10^{-7}} \\ &= 5.357 \times 10^{14}\text{Hz} \end{aligned}$$

এখন পানিতে প্রতিসরাংক $\mu_w = \frac{4}{3} = 1.33$

ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক, $f = 7.143 \times 10^{13}\text{Hz}$

\therefore পানিতে আলোর বেগ C_w এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ_w হলে,

$$C_w = f\lambda_w$$

$$\text{এখন, } \mu_w = \frac{c}{C_w} = \frac{c}{f\lambda_w}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \lambda_w &= \frac{c}{f\mu_w} = \frac{3 \times 10^8}{5.357 \times 10^{14} \times 1.33} \\ &= 4.21 \times 10^{-7}\text{m} \end{aligned}$$

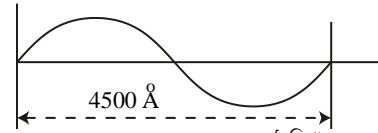
তাহলে, পানিতে পরীক্ষণটি সম্পন্ন করলে পরিবর্তিত ডোরার প্রস্থ x_n হলে,

$$\begin{aligned} x_n &= \frac{n\lambda_w D}{2d} \\ &= \frac{15 \times 4.21 \times 10^{-7} \times 1.5}{2 \times 5 \times 10^{-4}} = 9.473 \times 10^{-3}\text{m} \end{aligned}$$

অর্থাৎ স্পষ্টত: $9.473 \times 10^{-3}\text{m} < 12.6 \times 10^{-3}\text{m}$

\therefore দেখা যাচ্ছে পানিতে পরীক্ষণটি সম্পন্ন করলে ডোরার প্রস্থ পূর্বের তুলনায় হ্রাস পাচ্ছে।

প্রশ্ন ২৬ ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4nm এবং পরপর 12 টি অন্ধকার ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব 10mm পরীক্ষায় চিত্রের ন্যায় তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোর ব্যবহার করা হয়।



[বরিশাল সরকারি মহিলা কলেজ]

- ক. হাইগেনের নীতিটি বিবৃত কর। ১
- খ. কিভাবে একটি লেন্স শনাক্ত করা যায়? ২
- গ. পরীক্ষায় চিড় ও পর্দার মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. পরীক্ষাটিকে 1.40 প্রতিসরাংক বিশিষ্ট মাধ্যমে নিয়ে গেলে ব্যতিচার সজ্জার কি পরিবর্তন হবে গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো একটি তরঙ্গমুখের উপর অবস্থিত প্রতিটি বিন্দু কম্পন বা আন্দোলনের এক একটি উৎস হিসেবে কাজ করে। ঐ গৌণ উৎস থেকে সৃষ্ট তরঙ্গমালা মূল তরঙ্গের সমান বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যেকোনো সময়ে ঐসব গৌণ তরঙ্গমালাকে স্পর্শ করে একটি তল অঙ্কন করলে ঐ তলই ঐ সময়ের তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

খ লেন্সের অতি নিকটে একটি বস্তু রাখলে যে অবাস্তব ও সোজা প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়, তার আকার দেখে লেন্স চেনা যায়। প্রতিবিম্ব বস্তুর আকারের চেয়ে বড় হলে লেন্সটি উত্তল। পক্ষাঙ্গুড়ের, প্রতিবিম্ব বস্তুর আকারের চেয়ে ছোট হলে লেন্সটি অবতল।

গ দেওয়া আছে,
 চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 0.4\text{ nm} = 0.4 \times 10^{-9}\text{m}$
 পরপর 12 টি অন্ধকার ডোরার

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $x_{12} = 10\text{ mm} = 10 \times 10^{-3}\text{m}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 4500\text{ Å} = 4500 \times 10^{-10}\text{m}$

চির ও পর্দার মধ্যবর্তী দূরত্ব, $D = ?$

এখন, ডোরা প্রস্থ, $x = \frac{x_{12}}{12 \times 2} = \frac{10 \times 10^{-3}}{12 \times 2}$

$$\therefore x = 4.17 \times 10^{-4} \text{ m} \\ = 0.417 \text{ mm}$$

আবার, $x = \frac{D\lambda}{2d}$

$$\text{বা, } D = \frac{2xd}{\lambda}$$

$$\text{বা, } D = \frac{2 \times 4.17 \times 10^{-4} \times 0.4 \times 10^{-9}}{4500 \times 10^{-10}}$$

$$\therefore D = 7.41 \times 10^{-7} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

চিড়ঘরের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 0.4 \text{ nm}$

$$= 0.4 \times 10^{-9} \text{ m}$$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 4500 \text{ Å} = 4500 \times 10^{-10} \text{ m}$

প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = 1.4$

এখন, তরঙ্গ শূন্য মাধ্যম থেকে μ

প্রতিসরাঙ্ক বিশিষ্ট মাধ্যম প্রবেশ করলে,

$$\mu = \frac{kfb\text{Å} gva\text{Å} Gg Zi\ddot{a} \text{ } ^eM}{Aci gva\text{Å} Gg Zi\ddot{a} \text{ } ^eM}$$

$$\text{বা, অপর মাধ্যমে তরঙ্গ বেগ, } c' = \frac{3 \times 10^8}{1.4} \\ = 2.14 \times 10^8 \text{ m/s}$$

আবার শূন্য মাধ্যমে

তরঙ্গ বেগ = কম্পাঙ্ক \times তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

$$\text{বা, } c = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{3 \times 10^8}{4500 \times 10^{-10}}$$

$$\therefore f = 6.67 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

আবার, অপর মাধ্যমে,

তরঙ্গ বেগ = কম্পাঙ্ক \times তরঙ্গদৈর্ঘ্য

$$\text{বা, } C' = f\lambda'$$

$$\text{বা, } \lambda' = \frac{2.14 \times 10^8}{6.67 \times 10^{14}}$$

$$\therefore \lambda' = 3.21 \times 10^{-7} \text{ m}$$

অতএব, ডোরা প্রস্থ, $x = \frac{D\lambda}{2d}$

$$= \frac{7.4 \times 10^{-7} \times 3.21 \times 10^{-7}}{2 \times 0.4 \times 10^{-9}}$$

$$= 2.96 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$= 0.296 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{পরিবর্তিত ডোরা প্রস্থ} = (0.417 - 0.296) \text{ mm} \\ = 0.121 \text{ mm (Ans.)}$$

প্রশ্ন ▶ ২৭ ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.03 cm। একটি একবর্ণী আলো দ্বারা এদের আলোকিত করা হলো। চিড় হতে 0.3m দূরত্বে পর্দার ওপর ডোরার প্রস্থ $2.95 \times 10^{-4} \text{ m}$ পাওয়া গেল।

[চট্টগ্রাম কলেজিয়েট স্কুল]

ক. সমতল তরঙ্গমুখ কাকে বলে?

১

খ. ব্যতিচারের সাথে সুসঙ্গত উৎসের সম্পর্ক কী?

২

গ. ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?

৩

ঘ. 8850 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোর ব্যবহার করে একই ডোরা প্রস্থ পাওয়ার ক্ষেত্রে পর্দার দূরত্বের কীরূপ পরিবর্তন করতে হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলোক উৎস প্রকৃতপক্ষে (Really) বা কার্যত (virtually) অনেক দূরে অবস্থান করলে এরূপ উৎস হতে আগত আলোক তরঙ্গের ক্ষেত্রে একেকটি সমতলের উপরস্থ মাধ্যমের কণাসমূহ সমদশায় থাকে। তখন এ সমতলগুলোর প্রতিটিকে একেকটি সমতল তরঙ্গমুখ বলে।

খ আলোর ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য ব্যবহার্য আলোক উৎসদ্বয়ের ক্ষেত্রে (i) আলোক তরঙ্গদ্বয়ের একই তরঙ্গদৈর্ঘ্য থাকতে হবে।

(ii) আলোক তরঙ্গদ্বয় একই দশায় বা নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যে নিঃসৃত হতে হবে।

এ দশা-পার্থক্য সবসময়ের জন্য বজায় থাকতে হবে। এগুলো সুসঙ্গত আলোক উৎসের বৈশিষ্ট্য। সুতরাং আলোর ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য দুটি সুসংগত আলোক উৎস অপরিহার্য।

গ দেওয়া আছে, ইয়ং-এর দ্বিচির পরীক্ষায়,

চিরদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব, $a = 0.03 \text{ cm} = 0.03 \times 10^{-2} \text{ m}$

চিরদ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 0.3 \text{ m}$

ডোরার প্রস্থ, $\Delta x = 2.95 \times 10^{-4} \text{ m}$

বের করতে হবে, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$$

$$\therefore \lambda = \frac{(\Delta x)2a}{D} = \frac{2.95 \times 10^{-4} \text{ m} \times 2 \times 0.03 \times 10^{-2} \text{ m}}{0.3 \text{ m}} \\ = 5.9 \times 10^{-7} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ পরিবর্তিত অবস্থায়,

$$\text{ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda' = 8850 \text{ Å} = 8850 \times 10^{-10} \text{ m} \\ = 8.85 \times 10^{-7} \text{ m}$$

ডোরা প্রস্থ, $\Delta x = 2.95 \times 10^{-4} \text{ m}$ (অপরিবর্তিত)

$$\text{এক্ষেত্রে চিরদ্বয় হতে পর্দার দূরত্ব } D' \text{ হলে, } \Delta x = \frac{\lambda' D'}{2a}$$

$$\therefore D' = \frac{(\Delta x)2a}{\lambda'} = \frac{2.95 \times 10^{-4} \text{ m} \times 2 \times 0.03 \times 10^{-2} \text{ m}}{8.85 \times 10^{-7} \text{ m}} \\ = 0.2 \text{ m}$$

সুতরাং, 8850 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করে একই ডোরা প্রস্থ পাওয়ার ক্ষেত্রে পর্দার দূরত্ব পরিবর্তন করতে হবে $\sigma = D - D'$ $= 0.3 \text{ m} - 0.2 \text{ m} = 0.1 \text{ m}$

প্রশ্ন ▶ ২৮ ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তনে সমান্তরাল আলোকরশ্মি ব্যবহার করা হয়। তোমার কাছে 10cm এবং 20cm বক্রতার ব্যাসার্ধের একটি উভোত্তল লেন্স এবং 560nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলোক উৎস ও প্রতি সেন্টিমিটারে 4000 দাগ যুক্ত একটি অপবর্তন গ্রেটিং আছে। লেন্সটির সাহায্যে তুমি সমান্তরাল রশ্মি উৎপন্ন করে অপবর্তন পরীক্ষা করলে। কাঁচের ক্ষেত্রে $\mu = 1.50$ । [সরকারি হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ]

ক. আলোক কেন্দ্র কাকে বলে?

১

খ. উভয়মান উভোজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না কেন?

২

গ. উদ্দীপকে গ্রেটিং এ ৩য় ক্রমের জন্য অপবর্তন কোণ কত হবে?

৩

ঘ. উৎসটিকে লেন্স থেকে কত দূরে কিভাবে রেখে তুমি পরীক্ষাটি করবে- ব্যাখ্যা কর।

৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক লেন্সে তির্যকভাবে আপতিত রশ্মি প্রতিসরণের পর যদি আপতিত রশ্মির সমান্তরালে নির্গত হয় তাহলে তা প্রধান অক্ষের উপরস্থ যে বিন্দু দিয়ে গমন করে তাকে ঐ লেন্সের আলোক কেন্দ্র বলে।

খ উভয়মান উভোজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না আলোর অপবর্তনের জন্য। এক্ষেত্রে অপবর্তিত রশ্মিগুলো বেঁকে জ্যামিতিক

ছায়া অঞ্চলে উজ্জ্বলতার সৃষ্টি করে। ফলে ছায়া অঞ্চল ক্রমশ সংকীর্ণ হতে থাকে এবং তা ভূমির উপরেই এক সময় বিলুপ্ত হয়ে যায়। এজন্য উভয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না।

গ এখানে,

একক দৈর্ঘ্যে দাগ সংখ্যা, $N = 4000 \text{ cm}^{-1} = 400000 \text{ m}^{-1}$
ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 560 \text{ nm} = 560 \times 10^{-9} \text{ m}$

তৃতীয় ক্রমের জন্য অপবর্তন কোণ, $\theta = ?$

তৃতীয় ক্রমের জন্য অপবর্তন কোণ, $n = 3$

চরমের জন্য,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{N} \sin \theta = n \lambda \quad [\therefore d = \frac{1}{N}]$$

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

$$\text{বা, } \sin \theta = 400000 \times 3 \times 560 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\therefore \theta = 42.22^\circ$$

আবার, অবমের জন্য,

$$d \sin \theta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{N} \sin \theta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{বা, } \sin \theta = 400000 \times (2 \times 3 + 1) \times \frac{560 \times 10^{-9}}{2}$$

$$\therefore \theta = 51.63^\circ$$

\therefore তৃতীয় ক্রমের চরমের জন্য অপবর্তন কোণ 42.22° ও তৃতীয় ক্রমের অবমের জন্য অপবর্তন কোণ 51.63° ।

ঘ ফনহফার শ্রেণীর অপবর্তনে সমান্দ্ভাল আলোকরশ্মি প্রয়োজন।

আমরা জানি, উত্তল লেন্সের প্রধান ফোকাস হতে নির্গত আলোক রশ্মিগুচ্ছ লেন্সে আপতিত হলে প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের সমান্দ্ভাল রশ্মিগুচ্ছ পরিণত হয়। এক্ষেত্রে, উৎসটিকে লেন্সের প্রধান ফোকাসে রাখতে হবে।

এখানে, $\mu = 1.50$

$$r_1 = 10 \text{ cm}$$

$$r_2 = -20 \text{ cm}$$

ধরি, লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f ।

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{f} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = (1.50 - 1) \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{20} \right)$$

$$\therefore f = 13.33 \text{ cm}$$

সুতরাং, লেন্স থেকে 13.33 cm দূরত্বে একবর্ণী আলোর উৎসটিকে রেখে নির্গত সমান্দ্ভাল রশ্মিগুচ্ছের সাথে লম্বভাবে গ্রেটিং স্থাপন করে পরীক্ষাটি সম্পন্ন করতে হবে।

প্রশ্ন ২৯ পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরীতে একটি গ্রেটিং রয়েছে যার প্রতি সে. মি. তে 6000 রেখা আছে। এর উপর 5000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো পতিত হলো। ২য় একটি গ্রেটিং এর প্রতি সে. মি. তে 8000 রেখা আছে। এর উপর 4000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো আপতিত হলো।

[ক্যান্টমেন্ট পাবলিক কলেজ, ঢাকা]

ক. অর্ধায়ু কী?

১

খ. বোর কক্ষ পদার্থগুলোকে স্থায়ী কক্ষপথ বলা হয় কেন?

২

গ. ১ম গ্রেটিং এর জন্য ২য় চরমের জন্য অপবর্তন কোন নির্ণয় কর।

৩

ঘ. ১ম ও ২য় গ্রেটিং এ ২য় চরমের জন্য একই অপবর্তন কোণ সৃষ্টিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের কি পরিবর্তন করতে হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সময়ে কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরমাণুর সংখ্যা প্রাথমিক সংখ্যার অর্ধেক পরিণত হয়, তাকে ঐ তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু বলে।

খ বোর কক্ষপথগুলোকে স্থায়ী কক্ষপথে বলা হয় কারণ ঐ কক্ষপথগুলোকে প্রদক্ষিণ করার সময় ইলেকট্রন কোন শক্তি বিকিরণ করে না। যদিও প্রদক্ষিণকালে এদের গতিতে ত্বরণ থাকে তথাপি বোরের স্বীকার্য অনুযায়ী ইলেক্ট্রনগুলো শক্তি ক্ষয় না করে কক্ষপথে আবর্তন করে।

গ এখানে, রেখার সংখ্যা, $N = 6000 \text{ cm}^{-1}$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = 5000 \times 10^{-10} \text{ m} = 5000 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$\text{ক্রম সংখ্যা } n = 2$$

$$\text{অপবর্তন কোণ } = \theta$$

আমরা জানি, $d \sin \theta = n \lambda$

$$\text{বা, } \frac{1}{N} \sin \theta = n \lambda$$

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

$$\text{বা, } \sin \theta = (600 \times 5000 \times 10^{-8} \times 2)$$

$$\text{বা, } \sin \theta = 0.6$$

$$\therefore \theta = \sin^{-1}(0.6) = 36.86^\circ \text{ Ans.}$$

ঘ ১ম গ্রেটিং এর রেখা সংখ্যা, $N = 6000 \text{ cm}^{-1}$

$$\therefore d_1 = \frac{1}{N} = 1.6 \times 10^{-4} \text{ cm হয়}$$

গ্রেটিং এর, রেখা সংখ্যা, $N = 8000 \text{ cm}^{-1}$

$$\therefore d_2 = 1.25 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_1 = 5000 \text{ Å}$$

$$\therefore \text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_2 = 4000 \text{ Å}$$

১ম গ্রেটিং এর $d_1 \sin \theta_1 = n \lambda_1 - (i)$

২য় গ্রেটিং এর $d_2 \sin \theta_2 = n \lambda_2 - (ii)$

শর্তমতে, $\sin \theta_1 = \sin \theta_2$

$$n_1 = n_2$$

$$(i) \div (ii)$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\text{বা, } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1.6 \times 10^{-4}}{1.25 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore \lambda_1 = 1.28 \lambda_2$$

\therefore ১ম ও ২য় গ্রেটিং এর ২য় চরমের একই অপবর্তন কোণের জন্য ১ম গ্রেটিংয়ের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হতে হবে $= 4000 \times 1.28 = 5120 \text{ Å}$

\therefore ১ম গ্রেটিংয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বাড়াতে হবে $= (5120 - 5000) \text{ Å} = 120 \text{ Å}$

প্রশ্ন ৩০ ইয়ং এর দ্বি-চির পরীক্ষায় চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 mm এবং চিরের তল হতে পর্দার দূরত্ব 1 m । কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে 12 তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 9.3 mm ।

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. ফার্মাটের নীতি বিবৃত কর।

১

খ. সরল প্রিজমের ক্ষেত্রে বিচ্যুতি কোণ আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না কেন?

২

গ. উদ্দীপকে ব্যবহৃত একবর্ণী আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত সমস্যা ব্যবস্থাতিকে যদি পানির মধ্যে নেয়া হয় তবে ডোরার প্রস্থের কোন পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফার্মাটের নীতিটি হলো “যখন কোন আলোক রশ্মি প্রতিফলন বা প্রতিসরণের সূত্র মেনে কোন সমতল পৃষ্ঠে প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয় তখন তা সর্বদা ক্ষুদ্রতম পথ অনুসরণ করে।”

খ যে কোনো প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাংক, $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$ সরাসরি প্রিজমের ক্ষেত্রে আপতন কোণ (i_1) এবং নির্গমন কোণ (i_2) অতি ক্ষুদ্রমানের হয়। তখন r_1 এবং r_2 ও ক্ষুদ্রমানের হয়।

এক্ষেত্রে $\sin i_1 \approx i_1$, $\sin i_2 \approx i_2$, $\sin r_1 \approx r_1$, এবং $\sin r_2 \approx r_2$, হয়,

$$\therefore \mu = \frac{i_1}{r_1} = \frac{i_2}{r_2} \text{ বা, } i_1 = \mu r_1 \text{ এবং } i_2 = \mu r_2$$

$$\therefore \text{বিচ্যুতি, } \delta = i_1 + i_2 - A = \mu r_1 + \mu r_2 - A = \mu(r_1 + r_2) - A$$

$$= \mu A - A = A(\mu - 1)$$

A, μ প্রবমানের হওয়ায় বিচ্যুতি, δ প্রবমানের হয়।

সুতরাং, সরাসরি প্রিজমের ক্ষেত্রে বিচ্যুতি কোণ আপতন কোণের ওপর নির্ভর করে না, এর মূল কারণ হলো, এরূপ প্রিজমের ক্ষেত্রে আপতন কোণ ও নির্গমন কোণ ক্ষুদ্রমানের হয়।

গ দেওয়া আছে,

চিরধয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 0.4 \text{ mm} = 0.4 \times 10^{-3} \text{ m}$

চিরের তল হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$

কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে 12 তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 9.3 mm

$$\text{অর্থাৎ ডোরাব্যবধান, } \Delta z = \frac{9.3 \text{ mm}}{12} = 0.775 \text{ mm} = 0.775 \times 10^{-3} \text{ m}$$

বের করতে হবে, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \Delta z = \frac{\lambda D}{a}$$

$$\lambda = \frac{(\Delta z)a}{D} = \frac{(0.775 \times 10^{-3} \text{ m}) \times 0.4 \times 10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ m}}$$

$$= 3.1 \times 10^{-7} \text{ m (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকে বর্ণিত সমস্ত ব্যবস্থাটিকে যদি পানির মধ্যে নেয়া হয় তবে ডোরার প্রস্থের পরিবর্তন ঘটবে, কারণ আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তন ঘটবে।

আমরা জানি, বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাংক,

$$\mu_w = 1.333$$

এবং বায়ুতে আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 3.1 \times 10^{-7} \text{ m}$

$$\therefore \text{পানিতে তরঙ্গদৈর্ঘ্য হবে, } \lambda' = \frac{\lambda}{\mu_w}$$

$$= \frac{3.1 \times 10^{-7} \text{ m}}{1.333} = 2.32 \times 10^{-7} \text{ m}$$

\therefore পানির মধ্যে ডোরা প্রস্থ $\Delta x'$ হলে,

$$\Delta x' = \frac{\lambda' D}{2a} = \frac{2.32 \times 10^{-7} \text{ m} \times 1 \text{ m}}{2 \times 0.4 \times 10^{-3} \text{ m}} = 2.9 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{কিন্তু বায়ুর মধ্যে ডোরা প্রস্থ ছিল, } \Delta x = \frac{\Delta z}{2} = \frac{0.775 \times 10^{-3} \text{ m}}{2}$$

$$= 3.875 \times 10^{-4} \text{ m}$$

লক্ষ্যকরি, $3.875 \times 10^{-4} \text{ m} \neq 2.9 \times 10^{-4} \text{ m}$

অর্থাৎ, $\Delta x' \neq \Delta x$

সুতরাং, উদ্দীপকে বর্ণিত সমস্ত ব্যবস্থাটিকে যদি পানির মধ্যে নেয়া হয় তবে ডোরা প্রস্থের পরিবর্তন ঘটবে।

অধ্যায়টির গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর
(নির্বাচনি পরীক্ষার প্রশ্ন বিশেষ-মণে প্রাপ্ত)

EXERCISE 12

► ক নং প্রশ্ন (জ্ঞানমূলক)

প্রশ্ন-১. তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালী কাকে বলে?

উত্তর: তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের কম্পাঙ্কের বা তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাল-এ বিস্তৃত। এর প্রসারতা 10^4 Hz এর কম থেকে 10^{23} Hz এর বেশি পর্যন্ত বিস্তৃত। বিস্তৃত এ পরিসরকে তড়িৎচৌম্বকীয় বর্ণালী বলে।

প্রশ্ন-২. প্রতিফলনের প্রথম সূত্রটি বিবৃত কর।

উত্তর: আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব এবং প্রতিফলিত রশ্মি একই সমতলে অবস্থান করে।

প্রশ্ন-৩. প্রতিফলনের দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ।

উত্তর: এক জোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য অপবর্তন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি।

প্রশ্ন-৪. ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তন কী?

উত্তর: যখন উৎস এবং পর্দা তাদের মধ্যবর্তী বাধা হতে অল্প দূরে (তুরণের মধ্যে) অবস্থান করে তখন ঐ বাধার দরশন পর্দায় আলোকের যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হয় তাকে ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তন বলে।

প্রশ্ন-৫. ব্যতিচার কালর কী?

উত্তর: সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দু'টি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়। ফলে কোনো তলে বা পর্দায় অনেকগুলো পরস্পর সমান্তরাল উজ্জ্বল ও অন্ধকার রেখা পাওয়া যায়। এই উজ্জ্বল ও অন্ধকার বা ডোরাগুলোকে আলোকের ব্যতিচার কালর বলে।

প্রশ্ন-৬. সমবর্তন তল কাকে বলে?

উত্তর: কম্পন তলের সাথে যে তল লম্ব ভাবে অবস্থান করে তাকে সমবর্তন তল বলে।

প্রশ্ন-৭. সমবর্তন কোণ কাকে বলে?

উত্তর: কোনো প্রতিফলক মাধ্যমে আপতন কোণের যে সুনির্দিষ্ট মানের জন্য সমবর্তন সর্বাধিক হবে সেই আপতন কোণকে সমবর্তন কোণ বলে।

প্রশ্ন-৮. প্রধান তল কী?

উত্তর: কোনো রশ্মির সাপেক্ষে প্রধান তল বলতে আমরা এমন একটি তলকে বুঝি যা ঐ রশ্মি এবং কেলসের সরলাক্ষের মধ্যে দিয়ে গঠন করে।

প্রশ্ন-৯. সমবর্তিত আলোক কাকে বলে?

উত্তর: একটি তলে কিংবা এর সমান্তরাল তলে কম্পান আড়তরঙ্গবিশিষ্ট আলোককে সমবর্তিত আলোক বলে।

প্রশ্ন-১০. ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তন কাকে বলে?

উত্তর: যখন উৎস এবং পর্দা তাদের মধ্যবর্তী বাধা হতে অসীম দূরত্বে অবস্থান করে তখন ঐ বাধার দরশন পর্দায় যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে তাকে ফ্রনহফার শ্রেণি অপবর্তন বলে।

প্রশ্ন-১১. তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ কাকে বলে?

উত্তর: শূন্যস্থান দিয়ে আলোর দ্রুতিতে গতিশীল তড়িৎ ও চৌম্বক আলোড়ন যাতে তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র পরস্পর লম্ব এবং এরা উভয়ে তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখের সাথে লম্ব বরাবর থাকে তাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ বলে।

► খ নং প্রশ্ন (অনুধাবনমূলক)

প্রশ্ন-১. সুসংগত উৎস বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: যে উৎস হতে আলোক তরঙ্গসমূহ সর্বদা সমদশায় নিঃসৃত হয়, তাকে সুসংগত আলোক উৎস বলে।

প্রকৃতিতে কোনো আলোক-উৎসই সুসংগত নয়। কারণ, যে কোনো বাতি হতে আলোক তরঙ্গসমূহ বিভিন্ন দশায় নিঃসৃত হয় এবং প্রত্যেকটি তরঙ্গের দশা সময়ের সাথে দ্রুত পরিবর্তিত হতে থাকে।

প্রশ্ন-২. আলোর তড়িৎচৌম্বক তত্ত্ব ব্যাখ্যা করো।

উত্তর: বিজ্ঞানী ম্যাক্সওয়েল আলোর তড়িৎচৌম্বক তত্ত্বের অবতারণা করেন। এই তত্ত্ব অনুসারে যখন গতিশীল চৌম্বক ও তড়িৎ ক্ষেত্রের দ্রুত পর্যাবৃত্ত ঘটে তখন দৃশ্য ও অদৃশ্য বিকিরণের উদ্ভব হয় যা তরঙ্গ আকারে $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ বেগে চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। এই অনুপ্রস্থ বা আড়তরঙ্গ এবং সম্ভবলনের জন্য কোনো মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না। ফলে ইথারের অস্তিত্বের কল্পনার প্রয়োজন হয় না। এই তত্ত্বের সাহায্যে আলোর সমবর্তন ক্রিয়া ব্যাখ্যা করা গেলেও ফটো-তড়িৎ প্রক্রিয়ার কোনো ব্যাখ্যা পাওয়া যায় না।

প্রশ্ন-৩. শ্রেটিং এর সাহায্যে কী কী নির্ণয় করা যায়? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: (i) আলোকের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যায়।
(ii) একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি বর্ণালী রেখা পৃথক করা যায়।
(iii) তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সাপেক্ষে অপবর্তন কোণের পরিবর্তনের হার নির্ণয় করা যায়।

প্রশ্ন-৪. তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।

উত্তর : তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য:

- তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ তড়িৎক্ষেত্র \vec{E} ও চৌম্বকক্ষেত্র \vec{B} এর পর্যাবৃত্ত পরিবর্তনের ফলে উৎপন্ন হয়।
- তরঙ্গ সম্ভবলনের অভিমুখ \vec{E} ও \vec{B} উভয়ের উপর লম্ব। তাই তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ আড় তরঙ্গ।
- তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের সম্ভবলনের জন্য কোনো মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না।
- তড়িচ্চুম্বকীয় বিকিরণের তীব্রতা দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতে হ্রাস পায়। অর্থাৎ $E \propto \frac{1}{r^2}$, এখানে, E হলো তড়িচ্চুম্বকীয় বিকিরণের তীব্রতা এবং r হলো উৎস হতে দূরত্ব। সুতরাং দূরত্ব দ্বিগুণ বৃদ্ধি পেলে তীব্রতা চারগুণ হ্রাস পাবে।

প্রশ্ন-৫. ত্বরিত আধান বলতে কী বুঝ?

উত্তর: ‘ত্বরিত’ কথাটি ত্বরণ হতে এসেছে। ত্বরিত আধান বলতে বোঝায় যে আধান নির্দিষ্ট ত্বরণ বা মন্দন সহকারে অবস্থান পরিবর্তন করে। অর্থাৎ এরূপ আধানের গতিবেগ প্রবৃদ্ধ থাকে না।

প্রশ্ন-৬. প্রবৃদ্ধ তরঙ্গ বেগের জন্য আলোর কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: $v = f\lambda$ সমীকরণ অনুসারে, প্রবৃদ্ধ তরঙ্গবেগের জন্য $f\lambda =$ প্রবৃদ্ধক বা, $f \propto \frac{1}{\lambda}$; সুতরাং কম্পাঙ্ক তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যস্তানুপাতিক হবে। এক্ষেত্রে তরঙ্গবেগ যত গুণ বাড়বে, কম্পাঙ্ক ততগুণ কমবে এবং বিপরীতক্রমেও সত্য।

প্রশ্ন-৭. ব্যতিচার সৃষ্টিকারী দুটি তরঙ্গের একটির পথে একটি পাতলা কাচ পে-ট রাখলে ঝালরের কী পরিবর্তন হবে ব্যাখ্যা করো?

উত্তর : ব্যতিচার সৃষ্টিকারী দুটি তরঙ্গের যে কোনো একটির পথে t বেধের একটি পাতলা কাচ পে-ট রাখলে তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে $(\mu - 1)t$ পরিমাণ অতিরিক্ত পথ-পার্থক্যের সৃষ্টি হবে। এখানে, $\mu =$ কাচের প্রতিসরাঙ্ক। ফলে সমগ্র ব্যতিচার ঝালর, কাচ পে-টের যেদিকে রাখা হয়েছে সেদিকে সরে যাবে। কিন্তু ব্যতিচার ঝালরে সরণ ঘটলেও ঝালর প্রস্থের কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন-৮. আলোর প্রকৃতি সমন্ধে বিভিন্ন তত্ত্ব লিখ।

উত্তর : আলোর প্রকৃতি সমন্ধে যে সব তত্ত্ব উদ্ভাভিত হয় সেগুলো হলো—

- নিউটনের কণিকা তত্ত্ব
- হাইগেনের তরঙ্গ তত্ত্ব
- ম্যাক্সওয়েলের তরঙ্গ তত্ত্ব
- আইনস্টাইনের কোয়ান্টাম তত্ত্ব

প্রশ্ন-৯. একক রেখাচ্ছিন্ন দ্বারা সৃষ্ট ফ্রনহফার অপবর্তন ঝালরের চরম ও অবম বিন্দুর শর্ত কী? ব্যাখ্যা করো।

উত্তর : একক রেখাচ্ছিন্নে ফ্রনহফার ব্যতিচার ঝালরে কেন্দ্রীয় পট্টি সর্বদা উজ্জ্বল। কিন্তু ফ্রেনেল ব্যতিচার ঝালরের কেন্দ্রীয় পট্টি উজ্জ্বল কিংবা অন্ধকার হতে পারে। যা নির্ভর করে একক রেখাচ্ছিন্নে অর্ধপর্যায়কাল অধঃলের সংখ্যার উপর।

প্রশ্ন-১০. আলোকের অপবর্তনের বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর : আলোকের অপবর্তনের বৈশিষ্ট্য :

- একটি তরঙ্গমুখের বিভিন্ন অংশ হতে নির্গত গৌণ তরঙ্গসমূহের ব্যতিচারের ফলে অপবর্তন সৃষ্টি হয়।
- অপবর্তন ঝালরে পট্টিগুলোর বেধ কখনও সমান হয় না।
- অপবর্তনে অন্ধকার পট্টিগুলো সম্পূর্ণ অন্ধকার থাকে না। এতে সর্বদা কিছু আলো থেকে যায়।
- অপবর্তনের ক্ষেত্রের উজ্জ্বল পট্টি ও অন্ধকার পট্টিগুলোর অস্ফুর্ভর্তী দূরত্বগুলো কমতে থাকে।

প্রশ্ন-১১. ইয়ংয়ের দ্বি-চিড় পরীক্ষায় দুটি ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব কীসের উপর নির্ভর করে?

উত্তর : ইয়ংয়ের দ্বি-চিড় পরীক্ষায় দুটি ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব নিম্নোক্ত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে।

- ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য
- দ্বি-চির থেকে পর্দার দূরত্ব।
- চির দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব।

প্রশ্ন-১২. আলোর ব্যতিচারের বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তর : আলোর ব্যতিচারের বৈশিষ্ট্য:

- দুটি সুসঙ্গত উৎস হতে একই মাধ্যমের কোনো বিন্দুতে আলোক তরঙ্গমালার উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়।
- ব্যতিচার ঝালরে সাধারণত পট্টিগুলোর বেধ সমান হয়। আবার কখনও অসমানও হয়।
- ব্যতিচারে উজ্জ্বল পট্টি ও অন্ধকার পট্টিগুলোর অস্ফুর্ভর্তী দূরত্বগুলো সমান থাকে।