

ভৌত আলোক বিজ্ঞান

Type-01 : তড়িত চৌম্বক তরঙ্গ

<p>FORMULA :</p> <p>❶ $E = E_0 \sin(x-ct)$ ❷ $B = B_0 \sin(x-ct)$</p> <p>❸ $C = \frac{E_0}{B_0} = \frac{E}{B}$ ❹ $C = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$</p> <p>❺ $V = \frac{1}{\sqrt{\mu_r k}}$</p>	<p>$E = t$ সময়ে x অবস্থানে তড়িৎক্ষেত্র</p> <p>$E_0 =$ তড়িৎ ক্ষেত্রের শীর্ষমান</p> <p>$C =$ আলোর বেগ</p> <p>$B = t$ সময়ে x অবস্থানে চৌম্বক ক্ষেত্র</p> <p>$B_0 =$ চৌম্বক ক্ষেত্রের শীর্ষমান</p>
--	---

সূত্র: গাউসের সূত্র : তড়িৎ ক্ষেত্রের জন্য: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = 0$; চৌম্বক ক্ষেত্রের জন্য: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$

ফ্যারাডের সমীকরণ: $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{d\phi_B}{dt}$, অ্যাম্পিয়ারের সমীকরণ: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = 0$

তড়িৎ ক্ষেত্রের সমীকরণ: $E = E_0 \sin(kx - \omega t) \rightarrow y$ অক্ষের সমান্তরাল

চৌম্বক ক্ষেত্রের সমীকরণ: $E = E_0 \sin(kx - \omega t) \rightarrow z$ অক্ষের সমান্তরাল

যেখানে, $\omega \rightarrow$ কৌণিক কম্পাংক, $k = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow$ তরঙ্গ সংখ্যা, $c =$ তরঙ্গের বেগ $= \frac{E_0}{B_0} = \frac{E}{B}$

আলোর বেগ c নির্ণয়ে ম্যাক্সওয়েলের প্রমাণ : $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \rightarrow$ তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ বেগ

যেখানে, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$ (শূন্য মাধ্যমে চৌম্বক প্রবেশ্যতা).

$\epsilon_0 = 8.8541 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} - \text{m}^2 = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9} \text{ C}^2\text{N}^{-1}, \text{m}^{-2}$

\rightarrow ভেদ্যতা বা ভেদনযোগ্যতা বা পরাবৈদ্যুতিক প্রবক)

আলোর গতিবেগের বিভিন্নতা: $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ (শূন্য মাধ্যমে), $v = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}}$ (অন্য মাধ্যমে)

$\mu = \mu_0 \mu_r$; $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$. $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$, যে সমস্ত মাধ্যমে $\mu_r = 1$ সেক্ষেত্রে $v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_r}}$

$\therefore \frac{v_a}{v_b} = \sqrt{\frac{\epsilon_b}{\epsilon_a}}$; $\epsilon_b < \epsilon_a$ হলে $v_a < v_b$ হবে।

Note: শূন্য মাধ্যমে পরাবৈদ্যুতিক প্রবক অন্য যেকোন মাধ্যমের চেয়ে কম বলে অন্য যেকোন মাধ্যমের চেয়ে শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ বেশি।

* আলোর বেগ ও মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক: $a\mu_b = \frac{v_a}{v_b}$

পানির প্রতিসরাঙ্ক বায়ুর চেয়ে কম বিধায় পানিতে আলোর বেগ সর্বাধিক।

* তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক: $v_a = \lambda_a V$, $v_b = \lambda_b V$, $\frac{v_a}{v_b} = \frac{\lambda_a}{\lambda_b} = a\mu_b$

যে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের জন্য প্রতিসরাঙ্ক বেশি হবে সে আলোকের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের জন্য আলোর বেগ কম হবে।

শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, 1 আলোক বর্ষ $= 9.46 \times 10^{12} \text{ km}$.

EXAMPLE – 01: কোনো তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গের সাথে সংশ্লিষ্ট তড়িৎ ক্ষেত্রের তরঙ্গের সমীকরণটি হলো $E = 60 \sin(x - ct)$ তড়িৎ ক্ষেত্র ও চৌম্বক ক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান কত? চৌম্বক ক্ষেত্রকে কিভাবে প্রকাশ করা যায়?

SOLVE : দেওয়া আছে, $E = 60 \sin(x - ct)$ (i)

আমরা জানি, $E = E_0 \sin(x - ct)$ (ii)

(i) ও (ii) তুলনা করে পাই, তড়িৎক্ষেত্রের সর্বোচ্চ, $E_0 = 60 \text{ NC}^{-1}$

$$\therefore \text{চৌম্বক ক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান } B_0 \text{ হলে } C = \frac{E_0}{B_0} \Rightarrow B_0 = \frac{E_0}{C} = \frac{60}{3 \times 10^8} \text{ T} = 2 \times 10^{-7} \text{ T}$$

$$\therefore \text{চৌম্বকক্ষেত্র প্রকাশের সমীকরণটি হল- } B = B_0 \sin(x - ct) = 2 \times 10^{-7} \sin(x - ct) \quad [\text{Ans.}]$$

EXAMPLE – 02: শূন্য মাধ্যমের সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরাঙ্ক 1.00029 বায়ুতে আলোর বেগ $2.99 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ হলে শূন্য

$$\text{মাধ্যমে আলোর বেগ } {}_0\mu_b = \frac{v_a}{v_0} = 1.00029 \times 2.99 \times 10^8 = 2.9909 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

EXAMPLE – 03: পানি ও হীরকের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে $\frac{4}{3}$ ও 2.4 হলে হীরকে

আলোর বেগ নির্ণয় কর। ধর শূন্য মাধ্যমের সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরাঙ্ক 1.00029 এবং বায়ুতে আলোর বেগ $2.99 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।

$${}_a\mu_w = \frac{v_a}{v_w} = \frac{1.0029 \times 2.99 \times 10^8}{v_w} = \frac{4}{3} \Rightarrow v_w = 2.24 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$${}_a\mu_d v_d = {}_a\mu_w \times v_w = v_a = {}_0\mu_a v_a \Rightarrow v_d = \frac{1.0029 \times 2.99 \times 10^8}{2.4} = 1.2462 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

Try : পানির ও কাচের প্রতিসরাঙ্ক $\frac{4}{3}$ ও $\frac{3}{2}$ । কাচে আলোর বেগ কত? ধর, পানিতে আলোর বেগ $2.28 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ Ans: $2.02 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

EXAMPLE – 04: বাতাসে সোডিয়াম আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $5.89 \times 10^{-7} \text{ m}$ । যে কাচের প্রতিসরাঙ্ক 1.52 তাতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?

$${}_a\mu_g = \frac{c_a}{c_g} = \frac{\lambda_a}{\lambda_g} = \frac{5.89 \times 10^{-7}}{1.52} = 3.875 \times 10^{-7} \text{ m}$$

EXAMPLE – 05: বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাঙ্ক 1.5। বায়ুতে আলো এক বৎসরে $9.4 \times 10^{12} \text{ km}$ দূরত্ব অতিক্রম করলে কাচ মাধ্যমে আলোকবর্ষ কত?

$${}_a\mu_g = \frac{s_a}{s_g} \Rightarrow S_g = \frac{9.4 \times 10^{12}}{1.5} = 6.27 \times 10^{12} \text{ m}$$

TRY YOURSELF

EXERCISE – 01: একটি কার্বন ডাই অক্সাইড লেজার X অভিমুখে ভ্যাকুয়ামে সাইন সদৃশ তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ

নিঃসরণ করছে। এ তরঙ্গের সর্বোচ্চ তড়িৎক্ষেত্র E_0 হলো 1.5 MVm^{-1} , এর সর্বোচ্চ চৌম্বক ক্ষেত্র কত? [Ans. $5 \times 10^{-3} \text{ T}$]

EXERCISE – 02: বাতাসের আপেক্ষিক প্রবেশ্যতা 1.0000036 এবং ডাই ইলেক্ট্রিক ধ্রুবক 1.0005 . বায়ুতে

আলোর বেগ নির্ণয় কর। শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ । [Ans. $2.9993 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$]

EXERCISE – 03: শূন্য বৈদ্যুতিক ভেদনযোগ্যতা $8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$ এবং আলোর বেগ $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-2}$

হলে শূন্যের চৌম্বক ভেদনযোগ্যতা কত হবে? [Ans. $1.26 \times 10^{-6} \text{ NC}^{-2}$]

EXERCISE – 04: কোরোসিন ও গ্লিসারিনের প্রতিসরাঙ্ক 1.44 ও 1.47 । কোরোসিন আলোর বেগ $2.08 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ হলে গ্লিসারিনে আলোর বেগ কত? Ans: $2.038 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

EXERCISE – 05: বায়ুতে একটি আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5896 Å হলে কাচের তার বেগ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর। বায়ুতে আলোর বেগ $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ এবং আলোকের জন্য কাচের প্রতিসরাঙ্ক 1.5 । Ans: (i) $2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, (ii) 3930.67 Å

Type: আলোকের ব্যাতিচার :

$y = R \sin(\omega t + \theta)$ R বিস্তারে কম্পিত সরল দোলগতির সমীকরণ যেখানে, $R = 4a^2 \cos^2 \frac{\delta}{2} \therefore R \propto a^2$

লব্ধি বিস্তার, $I_\theta = 4ka^2 \cos^2 \frac{\delta}{2} = 4I_0 \cos^2 \frac{\delta}{2}$ $I_\theta = 4I_0$ হলে তীব্রতা সর্বোচ্চ হবে, দশা পার্থক্য $\delta = 0, 2\pi, 4\pi, \dots, 2n\pi$; পথ

পার্থক্য $x = 0, \lambda, 2\lambda, \dots, n\lambda$.

$d \sin \theta = n\lambda$. $n = 0, 1, 2, 3, \dots, n$

সর্বনিম্ন তীব্রতার ক্ষেত্রে, $\delta = \pi, 3\pi, \dots, (2n+1)\pi$, $x = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \dots, (2n+1)\frac{\lambda}{2}$.

পরপর দুটি উজ্জ্বল বিন্দু অথবা দুটি অন্ধকার বিন্দুর মধ্যকার ব্যবধান : দশা পার্থক্য = $\frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{x_n d}{D} \right)$

উজ্জ্বল বালরের ক্ষেত্রে: $x_n = \frac{n\lambda D}{d}$, অন্ধকার বালরের ক্ষেত্রে $x_n = \frac{(2n+1)\lambda D}{d}$

পরপর দুটি উজ্জ্বল বা অন্ধকার বালরের মধ্যবর্তী দূরত্ব : $\Delta x_n = \frac{\lambda D}{d} = \beta$ (জোড়ার প্রস্থ)

Phase -03. সমতল অপবর্তন খ্রেটিং এর জন্য:

n তম গৌণ চরম বিন্দুর ক্ষেত্রে : পথ পার্থক্য : $(a + b) \sin \theta_n = n\lambda$

n-তম অবমের জন্য : পথ পার্থক্য : $(a + b) \sin \theta_n = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$ $a + b = \frac{1}{N} \rightarrow N \rightarrow$ একই দৈর্ঘ্যে রেখার সংখ্যা

EXAMPLE - 06: $\frac{4}{3}$ প্রতিসরাংক বিশিষ্ট একটি তরল তলে একটি আলোক রশ্মি সমবর্তন কোণে আপতিত হলো।

সমবর্তন কোণ কত?

$$\mu = \tan i_p \Rightarrow i_p = \tan^{-1} \frac{4}{3} = 53^\circ$$

Type 02: ইয়ংয়ের দ্বিচির পরীক্ষা

<p>FORMULA :</p> <p>❶ $x_n = n\lambda \frac{D}{a}$ ❷ $\Delta x = \lambda \frac{D}{a}$</p> <p>❸ $x = \frac{\lambda D}{2a}$</p>	<p>x_n = কেন্দ্রীয় উজ্জল ডোরা থেকে n তম উজ্জল ডোরার দূরত্ব</p> <p>D = চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব</p> <p>a = দুটি চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব</p> <p>Δx = উজ্জল বা অন্ধকার ডোরার প্রস্থ</p> <p>x = একটি উজ্জল বা অন্ধকার ডোরার প্রস্থ</p> <p>λ = তরঙ্গ দৈর্ঘ্য</p>
--	--

EXAMPLE - 07: 6.2×10^{-7} m তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের লাল আলো দ্বারা পরস্পর 1mm দূরত্বে অবস্থিত দুটি চিড়কে আলোকিত করা হলো। চিড় থেকে 2m দূরে একটি পর্দায় ব্যতিচার ডোরা পাওয়া যায়। কেন্দ্রীয় উজ্জল ডোরা থেকে যে কোন দিকে চতুর্থ ডোরার দূরত্ব কত?

$$\text{SOLVE : } x_n = n\lambda \frac{D}{a} = \frac{4 \times 6.2 \times 10^{-7} \times 2}{1 \times 10^{-3}} \text{ m}$$

$$= 4.96 \times 10^{-3} \text{ m} = 4.96 \text{ mm}$$

$$n = 4$$

$$\lambda = 6.2 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$D = 2 \text{ m}$$

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

EXAMPLE - 08: 0.4 mm ব্যবধান বিশিষ্ট দুটি চিড় হতে 1 m দূরত্বে অবস্থিত পর্দার উপর ব্যতিচার সজ্জা সৃষ্টি হল। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5000Å হলে, পরস্পর দুটি উজ্জল ও অন্ধকার পট্টির কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত?

$$\text{SOLVE : } x = \frac{\lambda D}{2a} = \frac{5 \times 10^{-7} \times 1}{2 \times 4 \times 10^{-4}} = 0.625 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 0.625 \text{ mm}$$

$$\lambda = 4 \text{ 5000Å}$$

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

$$D = 1 \text{ m}$$

$$a = 0.4 \text{ mm}$$

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

EXAMPLE – 09: ইয়ং এর দ্বিচিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 2.0mm। এই চিড় হতে 1m দূরত্বে ডোয়ার প্রস্থ 0.295mm পাওয়া গেল। আলোকের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

$$x_n = \frac{D\lambda}{2d} \Rightarrow \lambda = \frac{2dx_n}{D} = \frac{0.295 \times 2 \times 10^{-3}}{1} = 5900\text{\AA}$$

TRY YOURSELF

EXERCISE – 01: পরস্পর থেকে 0.03 cm দূরে অবস্থিত দুইটি চিড়ের জন্য 1.5 m ব্যতিচার ডোরা সৃষ্টি হলো

কেন্দ্রীয় চরম ডোরা হতে 1 cm দূরে চতুর্থ উজ্জল ডোরা পাওয়া গেল। আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [Ans. 5000\AA]

EXERCISE – 02: দুটি আলোক উৎসের ইয়ং এর পরীক্ষাতে দহিটি রেখা চিড়ের 0.9 m পিছনে ডোরার পরিমাপ করা

হয়। 20টি ডোরা 10.91×10^{-3} m দূরত্ব জুড়ে থাকলে দুইটি চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? [Ans. 0.097×10^{-2} m]

EXERCISE – 03: ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় আলোর কম্পাঙ্ক 6×10^{14} Hz. পার্শ্ববর্তী দুটি ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী

দূরত্ব 0.75mm পর্দাটি যদি 1.55 m দূরে থাকে তবে চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? [Ans. 1.033 mm]

EXERCISE – 04: ইয়ং এর পরীক্ষায় দুটি চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 mm. চিড়ের সমান্তরালে 1 m দূরত্বে অবস্থিত পর্দায় ডোরা

দেখা গেল। কেন্দ্রীয় চরম থেকে 12তম ডোরার দূরত্ব 9.3 mm ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বের কর। [Ans. 3100\AA]

Type 03: একক চিড়ের দরুন অপবর্তন

FORMULA :

- ❶ $a \sin \theta = n\lambda$ [অবমের শর্ত]
- ❷ $a \sin \theta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$ [চরমের শর্ত]

এখানে,

a = চিড়ের প্রস্থ

EXAMPLE - 10: কোন চিড়ের প্রস্থ 6×10^{-4} cm যে আলো দিয়ে একে আলোকিত করা হচ্ছে তার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6000\AA কেন্দ্রীয় চরমের উৎস পার্শ্বে প্রথমক্রম অবমগুলোর মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব কত?

$$\text{SOLVE : } a \sin \theta = n\lambda \Rightarrow \alpha \sin \theta = \frac{n\lambda}{a} = \frac{6000 \times 10^{-10}}{6 \times 10^{-6}} = 0.1$$

$$\therefore \theta = 5.74^\circ$$

\therefore কেন্দ্রীয় চরমের উভয় পার্শ্বের প্রথম ক্রম নিম্নতমের মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব-

$$2\theta = 2 \times 5.74^\circ = 11.48^\circ \text{ (Ans.)}$$

$$n = 1$$

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

$$\lambda = 6000 \text{ \AA}$$

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

EXAMPLE - 11: কোন চিড়ের প্রস্থ 4×10^{-4} m । 6000\AA তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলো দিয়ে একে আলোকিত করলে কেন্দ্রীয় চরমের উভয় পার্শ্বে প্রথম ক্রম অবমগুলোর মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব নির্ণয় কর ।

$$a \sin \theta = n\lambda \Rightarrow \theta = \sin^{-1} \frac{n\lambda}{a} = \sin^{-1} \frac{1 \times 6000 \times 10^{-7}}{4 \times 10^{-6}} = 8.626^\circ \therefore \text{কৌণিক ব্যবধান} = 2\theta = 17.252^\circ \text{ Ans:}$$

EXAMPLE - 12: 5000\AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কোন আলো একটি চিড়ের উপর পতিত হল । অপবর্তন প্যাটার্নের প্রথম অবম (minimum) 2 m দূরত্বে স্থাপিত পর্দায় কেন্দ্রীয় চরম থেকে 5 mm দূরত্বে দেখা গেল । চিড়ের প্রস্থ বের কর ।

$$\text{SOLVE : } \text{আমরা জানি, } a \sin \theta = n\lambda \Rightarrow \alpha = \frac{n\lambda}{\sin \theta}$$

$$= 1 \times 5000 \times 10^{-10} \times 400 = 2 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.02 \text{ cm (Ans.)}$$

$$n = 1;$$

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

$$\sin \theta = \tan \theta = \frac{0.5 \text{ cm}}{200 \text{ cm}} = \frac{1}{400}$$

$$\alpha = ?$$

EXAMPLE - 13: 12×10^{-5} cm প্রস্থের কোণ একক রেখা হিদ্দকে 6000\AA তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো দ্বারা আলোকিত করা হয় । কেন্দ্রীয় চরমের অর্ধ কৌণিক বিস্তার নির্ণয় কর ।

$$\theta \sin \theta_n = n\lambda \Rightarrow \theta_n = \sin^{-1} \frac{n\lambda}{a} = \sin^{-1} \frac{1 \times 6000 \times 10^{-10}}{12 \times 10^{-5} \times 10^{-2}} = 0.5 \therefore \theta = 30^\circ$$

EXAMPLE – 14: একটি ফ্রাণহফার শ্রেণির চিড়ের দরুন অপবর্তন পরীক্ষায় 5890Å তরঙ্গের আলোর ব্যবহার করা হয়। চিড়ের বেধ 0.2 mm হলে প্রথম অবমের জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর।

$$a \sin \theta = n\lambda \therefore \theta = \sin^{-1} \frac{n\lambda}{a} = \sin^{-1} \frac{1 \times 5890 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-4}} = 0.17^\circ$$

TRY YOURSELF

EXERCISE – 01: একটি ফ্রাণহফার শ্রেণির একক চিড়ের দরুন অপবর্তন পরীক্ষায় 5600 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো

ব্যবহার করা হলো। প্রথম ক্রমের অন্ধকার পট্টির জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। চিড়ের বেধ 0.2 mm [Ans. 0.16°]

EXERCISE – 02: কোনো চিড়ের প্রস্থ 4 cm একে 1.5×10^{10} Hz কম্পাঙ্ক মাইক্রোওয়েভ দ্বারা বিকিরিত করা

হলো। এর কেন্দ্রীয় চরমের কৌণিক বিস্তার বের কর। [Ans. 60°]

EXERCISE – 03: 0.2 m বেধ বিশিষ্ট চিড়ে 6000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্য আলো আপতিত হলো। তৃতীয় চরমের জন্য

অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। [Ans. 0.60°]

Type 04: অপবর্তন গ্রাটিং

<p>FORMULA :</p> <p>❶ $N = \frac{1}{d} = \frac{1}{a + b}$</p> <p>❷ $d \sin \theta = n\lambda$ [চরমের শর্ত]</p> <p>❸ $d \sin \theta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$ [অবমের শর্ত]</p>	<p>এখানে,</p> <p>N = প্রতি একক দৈর্ঘ্য রেখা সংখ্যা</p> <p>a = চিড়ের প্রস্থ</p> <p>b = রেখার প্রস্থ</p> <p>d = গ্রাটিং ধ্রুবক</p>
---	---

EXAMPLE – 15: প্রতি মিটারে 10^5 রেখা বিশিষ্ট অপবর্তন গ্রাটিং এর উপর 6000 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোক লম্বভাবে আপতিত হলে এতে কয়টি অপবর্তন ক্রম সৃষ্টি হবে?

SOLVE : $N = 10^5 \text{ m}^{-1}$; $\lambda = 6000 \text{ Å} = 6000 \times 10^{-10} \text{ m}$; $\theta = 90^\circ$

আমরা জানি, $\sin \theta = Nn\lambda \Rightarrow n = \frac{\sin \theta}{N\lambda} = \frac{\sin 90}{10^5 \times 6000 \times 10^{-10}} = 16.6$

= 16 [n ক্রম সংখ্যা ভগ্নাংশ হতে পারে না]

EXAMPLE – 16: কোন অপবর্তন গ্রেটিংয়ের প্রতি সেন্টিমিটারে 6000 টি রেখা রয়েছে। এর ভিতর দিয়ে 6000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেললে দ্বিতীয় অবমের জন্য অপবর্তন কোণ বের করো।

SOLVE : আমরা জানি, $d \sin \theta = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$
 $\Rightarrow \sin \theta = \frac{(2n + 1)\lambda}{2d} = \frac{(2 \times 2 + 1)6000 \times 10^{-10}}{2 \times \frac{10^{-2}}{6000}} = 0.9$
 $\therefore \theta = \sin^{-1} (0.9) = 64.158^\circ \text{ (Ans.)}$

$$\begin{aligned} \lambda &= 6000 \text{ Å} \\ &= 6000 \times 10^{-10} \text{ m} \\ N &= 6000 \text{ cm}^{-1} \\ d &= \frac{10^{-2}}{6000} \text{ m} \\ n &= 2 \end{aligned}$$

EXAMPLE – 17: কোন অপবর্তন গ্রেটিং এ প্রতি সেন্টিমিটারে 5000 রেখা রয়েছে। এর ভিতরে 5896 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো ফেললে দ্বিতীয় চরমের জন্য অপবর্তন কোণ বের কর।

n-তম গৌণ চরমের জন্য অপবর্তন কোণ θ_r' $\therefore a \sin \theta_r' = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$
 $\Rightarrow \theta_r' = \sin^{-1} \frac{(2n+1)\lambda}{2a} = \sin^{-1} \frac{5\lambda}{2a} = \sin^{-1} \frac{5 \times 5896 \times 10^{-10}}{2 \times 2 \times 10^{-6}} = 47.5^\circ$

EXAMPLE – 18: দ্বিতীয় ক্রমের সোডিয়াম আলো কর্ণালী পাওয়ার জন্য একটি সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং ব্যবহার করা হলো। যার প্রতি সেন্টিমিটারের রেখাছদ্দের সংখ্যা 6000। সোডিয়াম আলোর দুটি বর্ণের কৌণিক পার্থক্য নির্ণয় কর যাদের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 5890 Å ও 5896 Å।

$$\begin{aligned} (a + b) \sin \theta_1 &= n\lambda_1 \quad \lambda_1 = 5890 \times 10^{-8} \text{ cm}, (a + b) \sin \theta_2 = n\lambda_2 \quad \lambda_2 = 5896 \times 10^{-8} \text{ cm} \\ \theta_1 - \theta_2 &= \sin^{-1} Nn\lambda_2 - \sin^{-1} Nn\lambda_1 \quad] \quad a + b = \frac{1}{N} = \frac{1}{6000} \\ &= \sin^{-1} 6000 \times 2 \times 5896 \times 10^{-8} - \sin^{-1} 6000 \times 2 \times 5890 \times 10^{-8} \\ &= 45.0230 - 44.975^\circ = 0.05^\circ \end{aligned}$$

TRY YOURSELF

EXERCISE – 01: একটি গ্রেটিং এর প্রতি সেন্টিমিটারে 600 টি দাগ আছে। কোনো একটি একরঙা সমতল আলো

গ্রেটিং তলে লম্বভাবে আপতিত হলে দেখা যায় যে, দ্বিতীয় ক্রমের রেখার অপবর্তন কোণ 45° হয়। আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?

[Ans. 5892 Å]

EXERCISE – 02: একটি সমতল অপবর্তন গ্রেটিং এ প্রতি সেন্টিমিটারে 3000 টি রেখা আছে। এ গ্রেটিংকে 5.556

$\times 10^{-7} \text{ m}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একবর্ণী আলোক রশ্মি দ্বারা আলোকিত করা হলো। তৃতীয় ক্রমের অপবর্তন কোণ কত হবে? [Ans. 30°]

EXERCISE – 03: একটি গ্রেটিং এ 3 cm জায়গায় 15000 টি দাগ আছে। যদি ঐ গ্রেটিং এর ওপর 6000 Å তরঙ্গ

দৈর্ঘ্যের আলো লম্বভাবে আপতিত হয় তবে সর্বাধিক কত ক্রমের অপবর্তন দেখা যেতে পারে? [Ans. 3]

EXERCISE – 04: একটি সমতল গ্রেটিং এ 6×10^{-7} m তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোক রশ্মি প্রথম ক্রমে 30° অপবর্তন

কোণ উৎপন্ন করে। গ্রেটিং এর প্রতিমিটার দৈর্ঘ্যে রেখার সংখ্যা ও গ্রেটিং ধ্রুবক নির্ণয় কর। [Ans. 8333×10^2 , 12×10^{-7} m]

EXERCISE – 05: সাদা আলো একক রেখাছিদ্রে আপতিত হয়ে ফ্রনহফার অপবর্তন নকশা গঠন করে। ঐ নকশার

6000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্য লাল আলোর দ্বিতীয় চরম বিন্দু অন্য একটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তৃতীয় চরম বিন্দুর সাথে মিলে যায়। অঙ্কিত

তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [Ans. 4333 Å]

EXERCISE – 06: ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুইটিকে 546 nm দৃশ্যমান আলো দ্বারা আলোকিত করায় 55cm দূরে পর্দায় ব্যতিচার সজ্জা পাওয়া গেল। (ক) প্রথম অবমের কৌণিক বিস্তার কত? (খ) পর্দায় পাশাপাশি দুটি চরমের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। (গ) দশম চরমের কৌণিক বিস্তার কত? Ans: (ক) 0.13° (খ) 2.5 mm (গ) 2.6°

EXERCISE – 07: 10^4 রেখা বিশিষ্ট একটি গ্রেটিং এ গ্রোটিং ধ্রুবক হলো 25mm। একটি সোডিয়াম আলো দ্বারা আলোকিত করা হল। সোডিয়াম আলো 5890Å ও 5896Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুটি আলোকরশ্মি সমন্বয়ে গঠিত যৌগিক আলো। প্রথম ক্রমের চরমের জন্য উক্ত রেখা দুটির কৌণিক ব্যবধান নির্ণয় কর। Ans: 0.014°

EXERCISE – 08: একটি সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং এ প্রতি সেন্টিমিটারে 3000 রেখাছিদ্র আছে। একে 5.556×10^{-5} cm. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একবর্ণী আলো দ্বারা আলোকিত করা হল। তৃতীয় ক্রমের অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। Ans: 30°

EXERCISE – 09: হীরকের প্রতিফলিত তলে আলোকরশ্মি 600 আপাতন কোণে আপাতিত হয়ে 120 কোণে প্রতিসৃত হলো। হীরকের সমবর্তন কোণ নির্ণয় কর। Ans: 76.5°

Exercises

১। পানি ও হীরকের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.33 এবং 2.4 হলে হীরকে আলোর বেগ নির্ণয় কর। পানিতে আলোর বেগ $2.28 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ । [Ans: $1.26 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$]

২। কেরোসিন ও গ্লিসারিনের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.44 ও 1.47। কেরোসিনের মধ্যে আলো বেগ $2.08 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ হলে গ্লিসারিনের মধ্যে আলোর বেগ কত? $2.03 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

৩। একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $\lambda/2$ হলে বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য নির্ণয় কর। [Ans: π]

৪। একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{5\lambda}{4}$ হলে বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে পথ পার্থক্য কত? [Ans: $\frac{\lambda}{4}$]

৫। ফ্রেনেল দ্বি-প্রিজমের একটি পরীক্ষণে পর্যবেক্ষণ তল ও চিরের মধ্যবর্তী দূরত্ব 100 cm এবং যোরা ব্যবধান 0.0196 cm। উৎস দুইটি যদি 0.3 cm দূরত্বে থাকে তাহলে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর। [Ans: 5880 \AA]

৬। 0.4mm ব্যবধানে বিশিষ্ট দুটি চির হতে 1m দূরত্বে অবস্থিত পর্দার উপর ব্যতিচার সজ্জা সৃষ্টি হল। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $5000 \times 10^{-10} \text{ m}$ হলে পরপর দুটি উজ্জ্বল পট্টির মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? [Ans: 12 mm]

৭। একটি ইয়ং-এর পরীক্ষা পর পর দুটি উজ্জ্বল ডোবার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.75 mm। স্লিটগুলো হতে পর্দার দূরত্ব 0.8m। আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6200 \AA হলে স্লিট দুটির মধ্যকার দূরত্ব বের কর। [Ans: 0.66 mm]

৮। ইয়ংয়ের পরীক্ষণে দুটি চিরের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 mm। চিরে সমান্তরালে 1 m দূরত্বে অবস্থিত পর্দায় যোরা দেখা গেল। কেন্দ্রীয় চরম থেকে 12 তম ডোবার দূরত্ব 9.3 mm। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর। [Ans: 3100 \AA]

৯। 0.6 mm ব্যবধানে অবস্থিত দুটি ছিদ্র হতে 150 cm দূরে অবস্থিত পর্দার উপর ব্যতিচার ঝালার সৃষ্টি হল। ঝালার ব্যবধানে 1.5 mm হলে, আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? [Ans: 6000 \AA]

১০। ইয়ংয়ের দ্বি-চির পরীক্ষায় চির দুটির মধ্যে দূরত্ব 0.8 mm এবং চির গুলো থেকে পর্দার দূরত্ব 1 m। চির গুলোকে $5890 \times 10^{-10} \text{ m}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী আলো দ্বারা আলোকিত করা হলে একটি উজ্জ্বল ডোবার প্রস্থ নির্ণয় কর। [Ans: 0.3681 mm]

১১। 0.2 mm ব্যবধানবিশিষ্ট দুটি চির হতে 50 cm দূরত্বে অবস্থিত পর্দার উপর ব্যতিচার সজ্জা সৃষ্টি হল। পর পর দুটি উজ্জ্বল পট্টির মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.42 mm হলে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [Ans: 5680 \AA]

১২। কো চিরে প্রস্থ 4 cm। একে $1.5 \times 10^{10} \text{ Hz}$ কম্পাঙ্ক মাইক্রোওয়েভ দ্বারা বিকিরিত করা হল। কেন্দ্রীয় চরমের কৌণিক বিস্তার বের কর। [Ans: 60°]