

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

Physical Optics



এ অধ্যায়ে
অনন্য
সংযোজন

শিখনফলের
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

পাঠ্যবইয়ের সুস্থিত
প্রশ্ন ও উত্তর

সমন্বিত অধ্যায়ের
প্রশ্ন ও উত্তর

দেরা কলেজের
প্রশ্ন বিশ্লেষণ

HSC
MCQ Exam

ডু.মি.কা (Introduction)

আলো এক ধরনের তাড়িতচৌমুছকীয় তরঙ্গ। তাড়িৎ ও চৌমুছক ক্ষেত্রের পর্যাপ্ত পরিবর্তনের ফলে যে বিকিরণের উভ হয় তাকে তাড়িতচৌমুছকীয় বিকিরণ বলে। এসব বিকিরণ যে বর্ণালি সৃষ্টি করে তাকে তাড়িতচৌমুছকীয় স্পেক্ট্রাম বা বর্ণালি বলে। বেতার তরঙ্গ, মাইক্রোওয়েভ, অবলোহিত বিকিরণ, দৃশ্যমান বিকিরণ, অতিবেগুনি রশ্মি, এক্স-রে, গামা রশ্মি ইত্যাদি বিভিন্ন ধরনের বর্ণালি। আলোকবিজ্ঞানের যে শাখা আলোকের প্রকৃতি ও আলোকের বিস্তার কৌশল, তথ্য ও তত্ত্বের সাহায্যে আলোচনা করে তাকে ভৌত বা প্রাকৃতিক আলোকবিজ্ঞান বলে। আলোকের ব্যতিচার (Interference), অপবর্তন (Diffraction), সমবর্তন বা পোলারান (Polarisation) ইত্যাদি এ শাখার অন্তর্ভুক্ত।

► এক নজরে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদের সেরা প্রস্তুতির জন্য এ অধ্যায়টি পাঁচটি ধারাবাহিক পার্টে বিভক্ত করে উপস্থাপন করা হলো। সহজে ঝুঁজে বের করার জন্য প্রতিটি পার্টের সাথে পৃষ্ঠা নম্বর দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীরা পার্টসমূহ অনুসরণে প্রস্তুতি গ্রহণ করলে পরীক্ষায় যেভাবেই প্রশ্ন আসুক না কেন, সহজেই ১০০% কমন নিশ্চিত করতে পারবে।

PART 01 অনুশীলন [Practice]

১০০% সঠিক ফরম্যাট অনুসরণে শিখনফলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

সূজনশীল অংশ
কমন উপযোগী প্রশ্ন ও উত্তর
পৃষ্ঠা : ৪৬৭-৫৯২

বহুনির্বাচনি অংশ
১০০% নির্ভুল প্রশ্ন ও উত্তর
পৃষ্ঠা : ৫৯৩-৫০৮

PART 02 যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সূজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্বব্যাক্. পৃষ্ঠা ৫০৫

PART 03 একাকুসিত সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও ইচ্ছাক্ষেত্রে সূজনশীল প্রশ্বব্যাক্. পৃষ্ঠা ৫০৭

PART 04 বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধারার গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্বের সময়ে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ৫০৭

PART 05 একাকুসিত টিপস [Exclusive Tips]

পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি নিশ্চিতকরে অভিনব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ৫০৭

EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

- মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রশ্বের পৃষ্ঠা ৫০৮

চিচার্স ম্যানুয়াল অনুসরণে
ভিন্ন ধারায় উপস্থাপন

শিখনফল

শিখন যাচাই

উপকরণ

অধ্যায় সংশ্লিষ্ট ৩ বিজ্ঞানীর পরিচিতি



হেজে পদার্থবিজ্ঞানী
মাইক্রোওয়েভ, অবলোহিত বিকিরণের ধারণা প্রদান করেন। তাড়িৎ রশ্মিগুলে তাঁর অবদান অসামান্য। ফ্যারাডে প্রতিষ্ঠা করেন যে, চুম্বক আলোক রশ্মিকে প্রভাবিত করে।



লন্দাজ গণিতবিদ ও
পদার্থবিজ্ঞানী ক্রিচিয়ান
হাইগেনের উরোখ্যোগ্য কাজের মধ্যে
রয়েছে টেলিকোপিক পর্যবেক্ষণ ও
আলোকবিজ্ঞান সক্রান্ত গবেষণা। তাকে
আলোক তরঙ্গ তত্ত্বের জনক বলা হয়।



হেজে পদার্থবিদ টমাস ইয়ং
তরঙ্গ প্রক্রিয়ার সাথে
শব্দের নির্বিড় সম্পর্কিতিক
ব্যতিচারের নীতি প্রদান করেন।
আলো, শক্তি, কঠিন বলবিদ্যা
ইত্যাদি শাখায়ও তাঁর অবদান
পরিলক্ষিত হয়।



ও.য়ে.ব.সা.ই.ট তথ্য সংযোগ

অধ্যায়টিকে বিষয়বস্তুর ওপর শিখনফলের
ধারাবাহিকতায় প্রশ্ন তৈরিতে এবং উত্তরকে
তথ্যবহুল ও নির্ভুলতা নিশ্চিতকরণে বোঝ বইয়ের পাশাপাশি
নিম্নোক্ত ওয়েব লিংকের সহায়তা নেওয়া হয়েছে—

en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_radiation

en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_spectrum

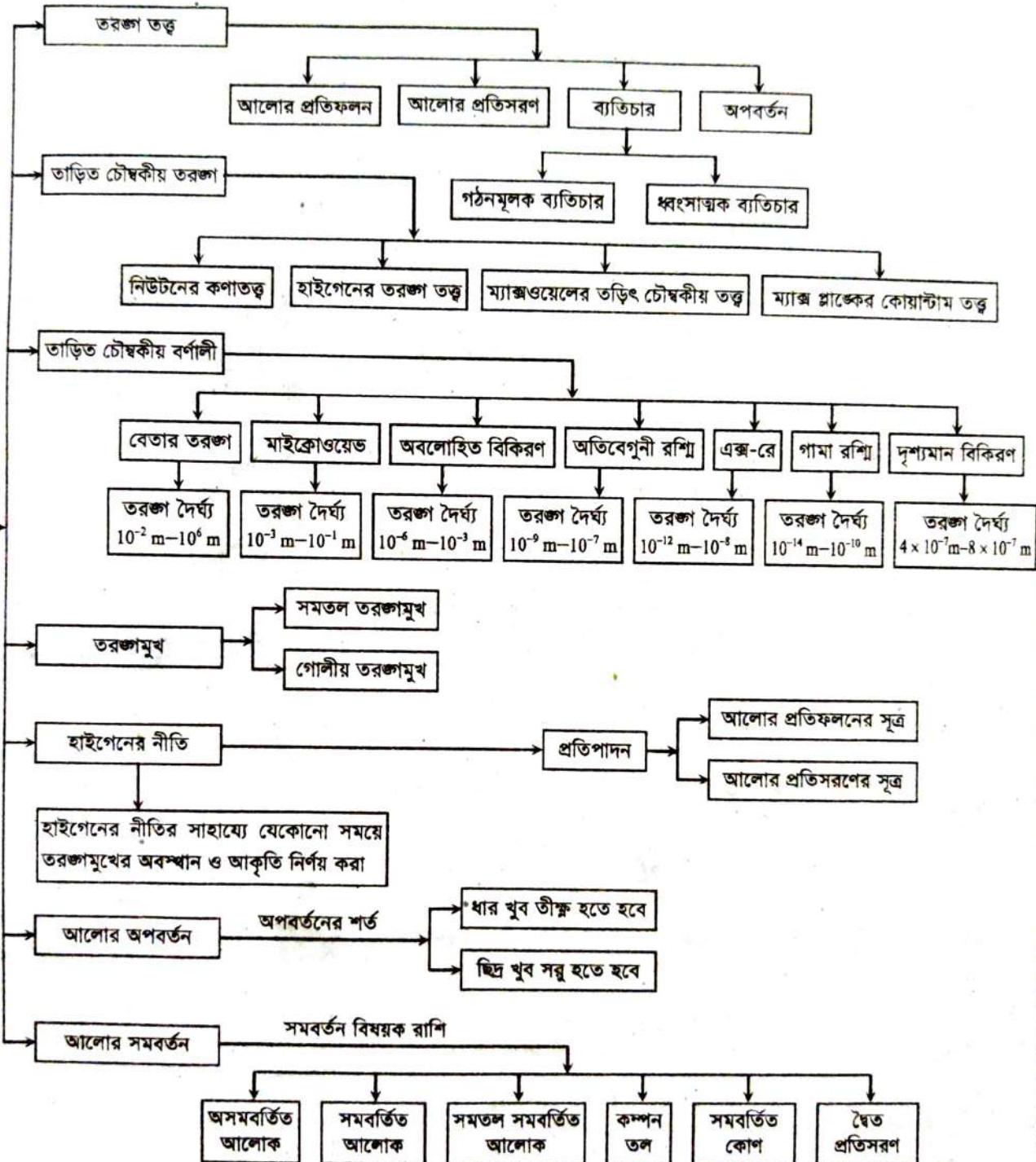
en.wikipedia.org/wiki/Wavefront

en.wikipedia.org/wiki/Huygens-Fresnel_principle

[en.wikipedia.org/wiki/Interference_\(wave_propagation\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Interference_(wave_propagation))


 অধ্যায়ের
প্রবাহ চিত্র

প্রিয় শিক্ষার্থী বন্ধুরা, কোনো অধ্যায়ের বিষয়বস্তুর বিন্যাস ও ধারাবাহিকতা সম্পর্কে পূর্ব হতে ধারণা থাকলে প্রশ্ন ও উত্তর আস্ত্রণ করা সহজ হয়। নিম্নে এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ বিষয়বস্তু প্রবাহ চিত্র (Flow Chart) আকারে উপস্থাপন করা হলো, যা তোমাদের সহজেই এক নজরে অধ্যায়টি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পেতে সহায়তা করবে।



অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis)

- ৫৬ টি সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ১১টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩৫টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ৪টি + কলেজ প্রশ্ন ৫টি + সমর্পিত প্রশ্ন ১টি)
- ২৬২ টি বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ৬৮টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ৮২টি + কলেজ প্রশ্ন ৭৩টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩৯টি)



অনলাইনে প্রস্তুতি যাচাই

**INTERNET
BASE**

 www.lecturepathshala.com
 সূজনশীল মডেল টেস্ট ০৫টি
 বহুনির্বাচনি মডেল টেস্ট ০৫টি

PART

01



অনুশীলন
Practice

প্রিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পূর্ণরূপে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দুটি অংশে বিভক্ত— সৃজনশীল অংশ ও বহুনির্বাচনি অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুযোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও উত্তরের পাশাপাশি ইইচএসসি পরীক্ষা, মাট্টার ট্রেইনার প্যানেল, শীর্ষস্থানীয় কলেজ ও সম্বর্তিত অধ্যায়ের প্রশ্নোত্তর সংযোজন করা হয়েছে। প্রশ্ন ও উত্তরে সর্বশেষ সংশোধিত ফরমাট অনুসৃত হয়েছে।

অধ্যায়ের শিখনফল

- তাড়িতচৌমুক্তীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- আলো তরঙ্গ তাড়িতচৌমুক্তীয় স্পেক্ট্রামের অংশ ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- তরঙ্গমুখের ধারণায় ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- তরঙ্গমুখ সৃষ্টিতে হাইগেনের নীতির ব্যবহার করতে পারবে।
- হাইগেনসের নীতি ব্যবহার করে আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র বিশ্লেষণ করতে পারবে।
- আলোর ব্যতিচার ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- ইয়ং-এর ছি-চিড় পরীক্ষা ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- আলোর অপবর্তন ব্যাখ্যা করতে পারবে।
- আলোর সম্বর্তন ব্যাখ্যা করতে পারবে।

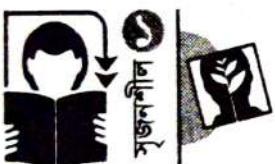
শিখন অর্জন যাচাই

- তাড়িতচৌমুক্ত তরঙ্গ সম্পর্কে জানতে পারব।
- তাড়িতচৌমুক্তীয় বর্ণালি সম্পর্কে শিখতে পারব।
- হাইগেনের নীতির সাহায্যে আলোর প্রতিফলনের সূত্র প্রতিপাদন করতে পারব।

- আলোর ব্যতিচারের শর্তগুলো শিখতে পারব।
- দশা পার্থক্য ও পথ পার্থক্যের সম্পর্ক বের করতে পারব।
- আলোর অপবর্তন কী তা জানতে পারব।
- ফ্রেনেল অপবর্তন ও ফ্রনহফার অপবর্তনের মধ্যে তুলনা করতে পারব।
- ব্যতিচার ও অপবর্তনের মধ্যে পার্থক্য বের করতে পারব।
- সম্বর্তিত আলোক ও অসম্বর্তিত আলোকের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করতে পারব।

শিখন সহায়ক উপকরণ

- তাড়িতচৌমুক্তীয় বর্ণালি সংবলিত ছবি।
- বর্ণ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য উল্লেখপূর্বক একটি ছবি।
- সমতল ও গোলীয় তরঙ্গমুখের ছবি।
- দশা পার্থক্য ও পথ পার্থক্যের ছবি।
- ফ্রেনেল অপবর্তন ও ফ্রনহফার অপবর্তনের পার্থক্য সংবলিত ছবি।
- ব্যতিচার ও অপবর্তনের পার্থক্য উল্লেখপূর্বক ছবি।
- একক চিঠ্ঠি অপবর্তনের ছবি।
- ক্যালকুলেটর, পেসিল, কাগজ।
- পাঠ সংশ্লিষ্ট বিভিন্ন ধরনের ভিডিওক্লিপ।

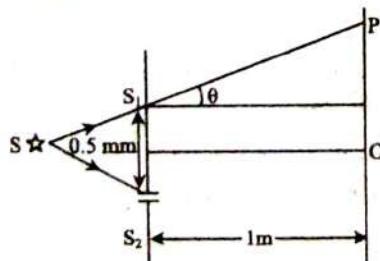


সকল বোর্ডের ইইচএসসি পরীক্ষার সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, সারা দেশের ৮টি শিক্ষা বোর্ডের ইইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯, ২০১৮, ২০১৭, ২০১৬ ও ২০১৫-এ আসা এ অধ্যায়ের সৃজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের যথাযথে তোমরা ইইচএসসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

ইইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯ এর প্রশ্ন ও উত্তর

- প্রশ্ন ১। চিত্রে ইয়ং-এর ছি-চিড় পরীক্ষার ব্যবস্থা দেখানো হয়েছে।
ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5500 Å , চিঠ্ঠিয়ের প্রস্থ 0.1 mm এবং
মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.5 mm । পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33 এবং পানিতে
আলোর দুটি 1450 m s^{-1}



- ক. অপবর্তন কাকে বলে?
খ. কৃষ্ণগহরের থেকে আলো নির্গত হতে পারে না কেন?
ব্যাখ্যা কর।
গ. ব্যতিচারের ডোরা প্রস্থ কত?
ঘ. S_2 চিঠ্ঠি বন্ধ করলে কেন্দ্রীয় চরমের বিস্তৃতি কোণ
পাওয়া সম্ভব কি-না যাচাই কর।

(জ. বো. '১৯)

হলেও এর মধ্যাকর্ষণ শক্তির কারণে এটি মুক্ত হতে পারে না। এজন্য কৃষ্ণগহর থেকে আলো নির্গত হতে পারে না।

প্রশ্ন ২। এখানে, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5500 \text{ Å}$
 $= 5500 \times 10^{-10} \text{ m}$

চিরছয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 0.5 \text{ mm} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$
পর্দার দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$

$$\therefore \text{ব্যতিচার ডোরার প্রস্থ}, \Delta x = \frac{\lambda D}{2d}$$

$$= \frac{5500 \times 10^{-10} \times 1}{2 \times 0.5 \times 10^{-3}} \text{ m}$$

$$\therefore \Delta x = 5.5 \times 10^{-4} \text{ m}$$

অতএব, ব্যতিচারের ডোরা প্রস্থ $5.5 \times 10^{-4} \text{ m}$ ।

- প্রশ্ন ৩। S_2 চিঠ্ঠি বন্ধ করলে S_1 চিঠ্ঠিটি একটি একক উৎস হিসাবে কাজ করবে এবং পর্দায় অপবর্তন পরিসংক্ষিত হবে।

এখন, অপবর্তনের ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় চরমের কৌণিক বিস্তৃতি = কেন্দ্রীয় চরম হতে ১ম অবমের কৌণিক দূরত্ব

আমরা জানি,

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

$$\therefore a \sin \theta_1 = 1 \times \lambda$$

$$\text{বা, } \sin \theta_1 = \frac{\lambda}{a}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_1 = \frac{5500 \times 10^{-10}}{0.1 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore \theta_1 = 0.32^\circ$$

অতএব, উকীলকের পরীক্ষণে S_2 চিঠ্ঠি বন্ধ করলে গঠিত অপবর্তনে কেন্দ্রীয় চরমের বিস্তৃতি কোণ পাওয়া সম্ভব। এর মান 0.32° ।

১২ প্রশ্নের উত্তর

- ক. কোনো প্রতিবন্ধকের ধার থেকে বা সরু ছিদ্রের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় আলোর কিছুটা বেঁকে যাওয়ার ঘটনাকে অপবর্তন বলে।

- খ. কৃষ্ণগহরের ভর এবং ঘনত্ব অসীম হয়। এ কারণে এর মাধ্যাকর্ষণ শক্তি এত প্রবল যে কোনো বস্তু এর মধ্যে প্রবেশ করলে তা আর বাইরে আসতে পারে না। এমনকি আলোর কণিকা ফোটন নির্গত

প্রম ২ পরীক্ষাগারে ইয়ং এর ছি-চিড় পরীক্ষা সম্পন্ন করতে পুর-বি
এর শিক্ষার্থীরা 5460 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের স্বৃজ আলো ধারা একটি পর্দাকে
আলোকিত করল। ফলে প্লিটগুলো হতে 1 m দূরে পর্দার উপর যে
বাতিচার পষ্টি দেখা গেল তার চারিটি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধান 5 mm ।

- ক. বায়োট-স্যাভার্ট সূত্রটি বিস্তৃত কর। ১
 - খ. চৌম্বক ফ্লাজ একটি ক্ষেলার রশি— ব্যাখ্যা কর। ২
 - গ. উদ্বীপকে ব্যবহৃত প্লিট দুটোর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? ৩
 - ঘ. উদ্বীপকের পরীক্ষণটি পানিতে রেখে সম্পন্ন করলে
ডোরার প্রস্থের কোনোরূপ পরিবর্তন হতো কি-না?
গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪
- [য. বো. '১৯]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক বায়োট-স্যাভার্টের সূত্রটি হলো— ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের কোনো পরিবাহীর
মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে যে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি
হয় তার কোনো বিদ্যুতে চৌম্বকীয় আবেশের মান—

১. বিদ্যুৎ প্রবাহিতার সমানুপাতিক;
২. পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক;
৩. পরিবাহীর মধ্যবিদ্যু হতে ঐ বিদ্যুত সংযোগ রেখা এবং পরিবাহীর
অন্তর্ভুক্ত কোণের সাইনের সমানুপাতিক এবং
৪. পরিবাহীর মধ্যবিদ্যু হতে ঐ বিদ্যুত দূরত্বের বর্গের ব্যাপ্তানুপাতিক।

খ আমরা জানি, দুটি ভেট্টেরের ক্ষেলার গুণনে গুণফল একটি ক্ষেলার
রশি পাওয়া যায়। এখন, চৌম্বক ফ্লাজ, $\phi = \vec{B} \cdot \vec{A}$ অর্থাৎ, চৌম্বক
ফ্লাজ হচ্ছে চৌম্বকক্ষেত্র ভেট্টের এবং ক্ষেত্রফল ভেট্টেরের ক্ষেলার
গুণফল। অতএব, উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে চৌম্বক ফ্লাজ একটি
ক্ষেলার রশি।

গ এখানে,
ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5460 \text{ \AA} = 5460 \times 10^{-10} \text{ m}$
পর্দার দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$

$$\text{দুটি উজ্জ্বল ডোরার ব্যবধান}, x = \frac{5}{3} \text{ mm} = 1.67 \times 10^{-3} \text{ m}$$

প্লিট দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = ?$

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

$$\text{বা, } a = \frac{\lambda D}{x} = \frac{5460 \times 10^{-10} \times 1}{1.67 \times 10^{-3}} \text{ m} = 3.276 \text{ m}$$

$$\therefore a = 0.33 \text{ mm}$$

অতএব, উদ্বীপকে ব্যবহৃত প্লিট দুটোর মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.33 mm ।

ঘ ‘গ’ হতে পাই, ডোরা ব্যবধান, $x = 1.67 \times 10^{-3} \text{ m}$
উদ্বীপকের পরীক্ষণে ডোরা প্রস্থ,

$$\Delta x = \frac{x}{2} = \frac{1.67 \times 10^{-3} \text{ m}}{2} = 8.35 \times 10^{-4} \text{ m}$$

পানিতে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda' = \frac{5460 \times 10^{-10}}{1.33} \text{ m} = 4.1 \times 10^{-7} \text{ m}$$

পর্দার দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$

‘গ’ হতে, চির ব্যবধান, $a = 0.33 \text{ mm} = 3.3 \times 10^{-4} \text{ m}$

আমরা জানি, পানিতে ডোরা প্রস্থ,

$$\Delta x' = \frac{\lambda' D}{2a} = \frac{4.1 \times 10^{-7} \times 1}{2 \times 3.3 \times 10^{-4}}$$

$$\therefore \Delta x' = 6.2 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{এখন, } \frac{\Delta x'}{\Delta x} = \frac{6.2 \times 10^{-4}}{8.35 \times 10^{-4}} = 0.74$$

সুতরাং $\Delta x' < \Delta x$

অতএব, উদ্বীপকের পরীক্ষণটি পানিতে রেখে সম্পন্ন করলে ডোরার
প্রস্থ ছাপ পাবে।

প্রম ৩ সুমি প্রতি সেকেন্ডিমিটারে 6000 দাগবিশিষ্ট অপবর্তন হোটিং
এর 5890 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেলল। অপরদিকে বৃমি প্রতি
সেকেন্ডিমিটারে 1.25×10^5 সংখ্যক দাগবিশিষ্ট অপবর্তন হোটিং-এ 2200 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেলল।

- ক. ফার্মাটের নীতিটি লিখ। ১
 - খ. অসীম দূরত্বে অবস্থিত বস্তুর আকার অত্যন্ত ছোট হয়
কেন? ২
 - গ. সুমির পরীক্ষণে প্রথম চরমের জন্য অপবর্তন কোণ
নির্ণয় কর। ৩
 - ঘ. বৃমির পরীক্ষণে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্রিপ পরিবর্তন আলো
বিতীয় চরমের জন্য সুমি ও বৃমি উভয়ের ক্ষেত্রে অপবর্তন
কোণ একই পাওয়া যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪
- [য. বো. '১৯]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফার্মাটের নীতিটি হলো— একটি নির্দিষ্ট বিদ্যুত পরিভ্রমণকালে আলোক রশ্য এমন একটি পথ
অনুসরণ করে যা অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য
পথের তুলনায় হয় সর্বনিম্ন বা অবম নতুবা সর্বোচ্চ বা চরম অথবা
অপরিবর্তিত তথা স্থির থাকে।

খ বীক্ষণ কোণের জন্য অসীম দূরে অবস্থিত বস্তুর আকার অত্যন্ত
ছোট হয়।

একটি বস্তু কত বড় বা ছোট দেখাবে তা নির্ভর করে বীক্ষণ কোণের
উপর। আমরা জানি, $b = a\theta$ । কিন্তু রেটিনা হতে চক্ষু লেসের দূরত্ব a
নির্দিষ্ট হওয়ায় $b \propto \theta$ । অর্থাৎ θ এর মান যত ক্ষুদ্র হয় b এর মানও
তত ক্ষুদ্র হয়। অতএব বলা যায় যে, অসীম দূরত্বে θ এর মান অত্যন্ত
ক্ষুদ্র হওয়ায় বস্তুর আকার অত্যন্ত ছোট হয়।

ঘ এখানে, দাগ সংখ্যা, $N_s = 6000 \text{ cm}^{-1} = 600000 \text{ m}^{-1}$
তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_s = 5890 \text{ \AA} = 5890 \times 10^{-10} \text{ m}$

ক্রমসংখ্যা, $n = 1$

অপবর্তন কোণ, $\theta_s = ?$

আমরা জানি, $d \sin \theta_s = n \lambda_s$

$$\text{বা, } \frac{1}{N_s} \sin \theta_s = n \lambda_s$$

$$\text{বা, } \sin \theta_s = n N_s \lambda_s$$

$$\text{বা, } \theta_s = \sin^{-1}(n N_s \lambda_s) \\ = \sin^{-1}(1 \times 600000 \text{ m}^{-1} \times 5890 \times 10^{-10} \text{ m}) \\ = 20.7^\circ$$

সুতরাং, সুমির পরীক্ষণে প্রথম চরমের জন্য অপবর্তন কোণের মান 20.7°

ঘ সুমির ক্ষেত্রে, দাগসংখ্যা, $N_s = 6000 \text{ cm}^{-1} = 6 \times 10^5 \text{ m}^{-1}$

ক্রমসংখ্যা, $n = 2$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5890 \text{ \AA} = 5890 \times 10^{-10} \text{ m}$

অপবর্তন কোণ, $\theta = ?$

আমরা জানি,

$$\sin \theta = n N_s \lambda_s$$

$$\text{বা, } \theta = \sin^{-1}(n N_s \lambda_s)$$

$$= \sin^{-1}(2 \times 6 \times 10^5 \text{ m}^{-1} \times 5890 \times 10^{-10} \text{ m}) \\ = 44.98^\circ$$

আবার, বৃমির ক্ষেত্রে,

$$\text{দাগ সংখ্যা, } N_R = 1.25 \times 10^5 \text{ cm}^{-1} = 1.25 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

ক্রমসংখ্যা, $n = 2$

অপবর্তন কোণ, $\theta = 44.98^\circ$

প্রাথমিক তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_R = 2200 \text{ \AA}$

পরিবর্তিত তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

সপ্তম অধ্যায় (ৰে) ভৌত আলোকবিজ্ঞান

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

$$\text{বা, } \lambda = \frac{\sin\theta}{n N_R} = \frac{\sin 44.98^\circ}{2 \times 1.25 \times 10^7 \text{ m}^{-1}}$$

$$= 282.7 \times 10^{-10} \text{ m} = 282.7 \text{ Å}$$

\therefore তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিবর্তন $= (2200 \text{ Å} - 282.7 \text{ Å}) = 1917.3 \text{ Å}$

অর্থাৎ বুমি তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1917.3 Å হাস করলে দ্বিতীয় চরমের জন্য উভয়ের পরীক্ষায় একই অপবর্তন কোণ পাওয়া যাবে।

একাধিক প্রশ্ন ইয়ৎ এর ছিটড়ি পরীক্ষায় ঢিড় দুটির ব্যবধান 0.4 mm এবং পর্দায় দূরত্ব 1 m। 3100 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ঢিড়ের উপর ফেলা হলে পর্দায় কেন্দ্র হতে ডানে বা বায়ে 12টি উজ্জ্বল ডোরা দেখা যায়। ঢিড়ের মধ্যবর্তী ব্যবধান কমানো হলে পর্দায় দৃশ্যমান ডোরার পরিবর্তন হয়।

১ ক. তড়িৎ ছিমেরু কাকে বলে?

২ খ. আকাশ নীল দেখায় কেন? ব্যাখ্যা কর।

৩ গ. পর্দায় 12 তম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক সরণ নির্ণয় কর।

৪ ঘ. ঢিড় দুটির ব্যবধান অর্ধেক করা হলে পূর্ববর্তী 12টি উজ্জ্বল ডোরার স্থানে পরিবর্তিত ডোরার সংখ্যার কি পরিবর্তন হবে? উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

[কু. বো. '১৯]

প্রশ্ন ৫ বায়ু মাধ্যমে সম্পর্ক পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5400 Å । চিরবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.5 mm এবং পর্দার দূরত্ব 2.0 m ।

ক. বহির্জ্ঞাত অর্ধপরিবাহী কাকে বলে?

খ. উভোত্তল লেস দ্বারা আলোক রশ্মিকে অপসারী করা যায় কি না ব্যাখ্যা কর।

গ. পর্দায় সৃষ্টি 10^{th} উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক সরণ নির্ণয় কর।

ঘ. পরীক্ষণটি পানিতে সম্পর্ক করা হলে ডোরা প্রস্থের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর।

৮

[ব. বো. '১৯]

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক এক জোড়া সমান ও বিপরীত বিন্দু আধান অল্প দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে তড়িৎ ছিমেরু বলে।

খ আলোর বিক্ষেপণের কারণে আকাশ নীল দেখায়। কারণ সূর্যের আলো সাতটি রঙের সমষ্টি। মূলত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ভিত্তার কারণে আমাদের চোখে রঙের তারতম্য ঘটে এবং আমরা বিভিন্ন রং দেখতে পাই। সূর্য থেকে পৃথিবীতে আলো আসার সময় আলোকরশ্মি বায়ুমণ্ডলে প্রবেশ করার পর সূক্ষ্ম ধূলিকণা ও গ্যাসীয় অণুর উপর আপত্তি হয়। এক্ষেত্রে সূর্য রশ্মির বিক্ষেপণ ঘটে। যে আলো তরঙ্গদৈর্ঘ্য যত কম তা তত বেশি বিক্ষেপিত হয়। নীল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম। তাই নীল আলো বায়ুমণ্ডল ভেদ করে আমাদের চোখে এসে পৌছায়। এজন্যই আকাশ নীল দেখায়।

গ আমরা জানি,

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

$$= \frac{12 \times 3100 \times 10^{-10} \times 1}{4 \times 10^{-4}} \text{ m}$$

$$\therefore x_n = 9.3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

এখন, 12 তম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক সরণ θ হলে,

$$\tan \theta = \frac{x_n}{D}$$

$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{9.3 \times 10^{-3}}{1} \right) = 0.53^\circ$$

অতএব, উদ্দীপকের পর্দায় 12-তম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক সরণ 0.53° ।

ঘ 'গ' হতে পাই, কেন্দ্রীয় চরম হতে 12-তম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব,
 $x_n = 9.3 \times 10^{-3} \text{ m}$

ধরি, পূর্বের 12টি উজ্জ্বল ডোরার স্থানে n' সংখ্যক উজ্জ্বল ডোরা দেখা যাবে।
 এখন,

$$x_{n'} = \frac{n'\lambda D}{a'}$$

$$\text{বা, } n' = \frac{x_n a'}{\lambda D} = \frac{9.3 \times 10^{-3} \times 0.2 \times 10^{-3}}{3100 \times 10^{-10} \times 1} \text{ টি}$$

$$\therefore n' = 6$$

অতএব, ঢিড় দুটির ব্যবধান অর্ধেক করা হলে পূর্ববর্তী 12টি উজ্জ্বল ডোরার স্থানে 6টি উজ্জ্বল ডোরা দেখা যাবে।

এখনে,

$$\begin{aligned} n &= 12 \\ \lambda &= 3100 \text{ Å} \\ &= 3100 \times 10^{-10} \text{ m} \\ D &= 1 \text{ m} \\ a &= 0.4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-4} \text{ m} \end{aligned}$$

এখনে,

$$\begin{aligned} a' &= \frac{a}{2} = \frac{0.4}{2} \text{ mm} \\ &= 0.2 \times 10^{-3} \text{ m} \\ \lambda &= 3100 \times 10^{-10} \text{ m} \\ D &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

ক যেসব অর্ধ পরিবাহীতে অপন্দব্য মিশ্রিত থাকে তাদেরকে বহির্জ্ঞাত অর্ধপরিবাহী বলে।

খ উভোত্তল লেস দ্বারা আলোক রশ্মিকে অপসারী করা যায়। আলোক উৎস যখন উভোত্তল লেসের প্রধান ফোকাসের ভিতরে অবস্থান করে তখন লেসটি আলোক রশ্মিকে অপসারী করে।

গ এখনে, $n = 10$

$$\begin{aligned} \lambda &= 5400 \text{ Å} = 5400 \times 10^{-10} \text{ m} \\ D &= 2 \text{ m} \\ a &= 1.5 \text{ mm} = 1.5 \times 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } x_{10} = \frac{10 \times 5400 \times 10^{-10} \times 2}{1.5 \times 10^{-3}} \text{ m}$$

$$\therefore x_{10} = 7.2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

এখন, 10th উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক সরণ θ হলে,

$$\tan \theta = \frac{x_{10}}{D}$$

$$\text{বা, } \tan \theta = \frac{7.2 \times 10^{-3}}{2}$$

$$\text{বা, } \theta = \tan^{-1} (3.6 \times 10^{-3}) = 0.2^\circ$$

অতএব, পর্দায় সৃষ্টি 10th উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক সরণ 0.2° ।

ঘ বায়ু মাধ্যমে সম্পর্ক পরীক্ষণে ডোরা প্রস্থ,

$$\begin{aligned} \Delta x &= \frac{\lambda D}{2a} \\ &= \frac{5400 \times 10^{-10} \times 2}{2 \times 1.5 \times 10^{-3}} \text{ m} \\ \therefore \Delta x &= 3.6 \times 10^{-4} \text{ m} \end{aligned}$$

এখনে, বায়ু মাধ্যমে আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,

$$\begin{aligned} \lambda' &= \frac{\lambda}{1.33} \\ &= \frac{5400 \times 10^{-10}}{1.33} = 4.06 \times 10^{-7} \text{ m} \end{aligned}$$

পরীক্ষণটি পানিতে সম্পর্ক করলে ডোরা প্রস্থ,

$$\Delta x' = \frac{\lambda' D}{2a} = \frac{4.06 \times 10^{-7} \times 2}{2 \times 1.5 \times 10^{-3}} \text{ m}$$

$$\therefore \Delta x' = 2.7 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{তোরা প্রস্থ হাস পাবে} &= \Delta x - \Delta x' \\ &= (3.6 \times 10^{-4} - 2.7 \times 10^{-4}) \text{ m} \\ &= 9 \times 10^{-5} \text{ m} \end{aligned}$$

অতএব, পরীক্ষণটি পানিতে সম্পর্ক করা হলে ডোরা প্রস্থ $9 \times 10^{-5} \text{ m}$ হাস পাবে।

এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৮ এর প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৬ ইয়ৎ-এর টি-ডি পরীক্ষায় 5000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো প্রয়োগ করা হলো। টিডুবের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.1 mm এবং টিডু হতে পর্দার দূরত্ব 2m ।

ক. আলোর বিচ্ছুরণ কাকে বলে?

খ. আলোক রশ্মির বিচ্যুতি কি প্রিজম কোণের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা কর।

গ. কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. দশম উজ্জ্বল ডোরা এবং দশম অন্ধকার ডোরার মধ্যকার কৌণিক অবস্থান তুলনা কর।

[সকল বোর্ড '১৮]

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাদা আলোকরশ্মি প্রিজমের মধ্যদিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণের আলোকে বিভক্ত হওয়াকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে।

খ সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে আলোক রশ্মির বিচ্যুতি কোণের মান প্রিজমের প্রতিসারক কোণ ও প্রিজম পদার্থের প্রতিসরণাঙ্কের উপর নির্ভর করে।

যেসব প্রিজমের প্রতিসারক কোণ 6° এবং চেয়ে ছোট তাদের সরু প্রিজম বলে। কোনো সরু প্রিজমের উপর একটি রশ্মি খুব ছোট কোণে আপত্তি হলে অর্থাৎ প্রায় লম্বভাবে আপত্তি হলে বিচ্যুতি কোণ,

$$\delta = i_1 + i_2 - A \quad \text{এবং} \quad \mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

এখন i_1 ও r_1 খুব ছোট হওয়ায় i_2 ও r_2 ও খুব ছোট হয়। কাজেই

$$\mu = \frac{i_1}{r_1} = \frac{i_2}{r_2}$$

$$\therefore \delta = \mu r_1 + \mu r_2 - A = \mu (r_1 + r_2) - A = \mu A - A$$

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

অর্থাৎ সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে, আলোকরশ্মির বিচ্যুতি প্রিজম কোণের উপর নির্ভর করে।

গ এখানে, আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 5000 \text{ Å} = 5000 \times 10^{-10} \text{ m}$

চিডু ব্যবধান, $a = 0.1 \text{ mm} = 0.1 \times 10^{-3} \text{ m}$

চিডু ও পর্দার মধ্যবর্তী দূরত্ব, $D = 2 \text{ m}$; উজ্জ্বল ডোরার ক্রম, $n = 10$

কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব, $x_n = ?$

$$\text{আমরা জানি, } x_n = \frac{n\lambda D}{a} = \frac{10 \times 5000 \times 10^{-10} \times 2}{0.1 \times 10^{-3}} \text{ m}$$

$$\therefore x_n = 0.1 \text{ m}$$

অতএব, কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 0.1 m

ঘ 'প' হতে পাই, কেন্দ্রীয় চরম থেকে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব, $x_n = 0.1 \text{ m}$

দশম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক অবস্থান,

$$\theta_n = \tan^{-1} \left(\frac{x_n}{D} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0.1}{2} \right)$$

$$\therefore \theta_n = 2.86^\circ$$

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

পর্দার দূরত্ব, $D = 2 \text{ m}$

চির ব্যবধান, $a = 0.1 \times 10^{-3} \text{ m}$

ডোরার ক্রম, $n = 10$

আমরা জানি, কেন্দ্রীয় চরম হতে n তম অন্ধকার ডোরার দূরত্ব,

$$x'_n = \frac{(2n+1)\lambda D}{2a} = \frac{(2 \times 10 + 1) \times 5000 \times 10^{-10} \times 2}{2 \times 0.1 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore x'_n = 0.105 \text{ m}$$

দশম অন্ধকার ডোরার কৌণিক অবস্থান,

$$\theta'_n = \tan^{-1} \left(\frac{x'_n}{D} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0.105}{2} \right) = 3.0053^\circ.$$

অতএব, দশম উজ্জ্বল ও দশম অন্ধকার ডোরার মধ্যবর্তী কৌণিক ব্যবধান $= 3.0053^\circ - 2.86^\circ = 0.1453^\circ$

এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৭ এর প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৬ ইয়ৎ-এর টি-ডি পরীক্ষায় 5000 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো প্রয়োগ করা হলো। টিডুবের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.1 mm এবং টিডু হতে পর্দার দূরত্ব 2m ।

ক. আলোর বিচ্ছুরণ কাকে বলে?

খ. আলোক রশ্মির বিচ্যুতি কি প্রিজম কোণের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা কর।

গ. কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. দশম উজ্জ্বল ডোরা এবং দশম অন্ধকার ডোরার মধ্যকার কৌণিক অবস্থান তুলনা কর।

[সকল বোর্ড '১৮]

সি. বো. '১৭]

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ হলো শূন্যস্থান দিয়ে আলোর দুটিতে গতিশীল তড়িৎ ও চুম্বকীয় আলোড়ন, যাতে তড়িৎ ও চুম্বক ক্ষেত্র পরস্পর লম্ব এবং এরা উভয়ে তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিযুক্তের সাথে লম্ব বরাবর থাকে।

খ একটি চশমার ক্ষমতা -5 D এর অর্থ-

১. লেসের ক্ষমতা ঝণাঝক হওয়ায় এর প্রকৃতি অবতল।

২. লেসের ফোকাস দূরত্ব $\frac{1}{5} \text{ m}$ বা, 0.2 m বা, 20 cm .

৩. লেসটি 40 cm দূরে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে একগুচ্ছ আলোকরশ্মিকে অপসারী করে।

গ এখানে, আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 600 \text{ nm} = 600 \times 10^{-9} \text{ m}$

ক্রম সংখ্যা, $n = 1$

চিরের বেধ, $a = 2 \mu\text{m} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$

মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব, $2\theta_n' = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \sin \theta_n' = (2n+1) \times \frac{600 \times 10^{-9} \text{ m}}{2 \times 2 \times 10^{-6} \text{ m}} = 0.45$$

$$\text{বা, } \theta_n' = \sin^{-1}(0.45) = 26.74^\circ$$

$$\therefore 2\theta_n' = 2 \times 26.74 = 53.48^\circ$$

অতএব, ১ম ক্রম চরমগুলোর মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব 53.48° ।

ঘ উদ্বীপক হতে পাই,

আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 600 \text{ nm} = 600 \times 10^{-9} \text{ m}$

চিরের বেধ, $a = 2 \mu\text{m} = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$

অপবর্তন কোণ সর্বোচ্চ $\theta = 90^\circ$ হতে পারে। এক্ষেত্রে যে কোনো এক পাশে সর্বোচ্চ ক্রমের চরম বিন্দু সৃষ্টি হলে,

$$a \sin 90^\circ = (2n+1) \frac{\lambda}{2}; n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\text{বা, } 2n+1 = \frac{2a}{\lambda}$$

$$\text{বা, } 2n = \frac{2a}{\lambda} - 1$$

$$\text{বা, } n = \frac{a}{\lambda} - \frac{1}{2} = \frac{2 \times 10^{-6}}{600 \times 10^{-9}} - \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } n = 2.83 \approx 2 \text{ যেহেতু } n \text{ এর মান ভগ্নাংশ হতে পারে না।}$$

রায়হান কেন্দ্রীয় চরম ও এর উভয় পাশে দুটি করে চরম দেখতে পাবে।

অর্থাৎ রায়হান মোট $2 + 2 + 1 = 5$ টি চরম বিন্দু দেখতে পাবে।

অতএব, রায়হানের ধারণা সঠিক ছিল না।

৩ এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৬ এর প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৮ ইয়ং এর হিটিড পরীক্ষায় চিঠের মধ্যবর্তী দূরত্ত ০.৩ mm। পর্দা থেকে চিঠি দুটির দূরত্ত ১ m। বায়ু মাধ্যমে পরীক্ষায় উৎপন্ন কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পটি থেকে ৮ম উজ্জ্বল পটির দূরত্ত ৬.২ mm। এই ব্যবস্থাটিকে পানির মধ্যে স্থাপন করে পর্যবেক্ষণ করা হলো $(\mu_w = \frac{4}{3})$ ।

ক. সরু প্রিজম কাকে বলে?

খ. অপূর্বীক্ষণ এবং দূরবীক্ষণ যন্ত্রের গঠনগত পার্থক্য লিখ।

গ. পরীক্ষায় ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্য বের কর।

ঘ. উদ্ধীপকের ব্যবস্থাটি পানির মধ্যে থাকলে পটি বা ঝালরের কী পরিবর্তন হবে? বিশ্লেষণ কর।

[রা. বো. '১৬]

৪ ৮নং প্রশ্নের উত্তর

প্রশ্ন কোনো প্রিজমের প্রিজম কোণ 60° অপেক্ষা বড় না হলে তাকে সরু প্রিজম বলে।

ঘ অপূর্বীক্ষণ যন্ত্র ও দূরবীক্ষণ যন্ত্রের গঠনগত পার্থক্য হলো—

অপূর্বীক্ষণ যন্ত্র	দূরবীক্ষণ যন্ত্র
১. অভিন্নের সাপেক্ষে অভিলক্ষ্যের লেসের উন্মেষ ও ফোকাস দূরত্ত ছোট হয়।	১. অভিন্নের সাপেক্ষে অভিলক্ষ্যের লেসের ফোকাস দূরত্ত ও উন্মেষ বড় হয়।
২. অভিলক্ষ্যে লক্ষ্যক্ষুর প্রতিবিম্ব তার ফোকাস দূরত্ত অপেক্ষা অধিক দূরত্তে গঠিত হয়।	২. অভিলক্ষ্যে লক্ষ্যক্ষুর প্রতিবিম্ব তার ফোকাস তলে গঠিত হয়।

১ ধরি, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্য λ .

উদ্ধীপক হতে, চিঠের মধ্যবর্তী দূরত্ত, $a = 0.3 \text{ mm} = 3 \times 10^{-4} \text{ m}$
চিঠি থেকে পর্দার দূরত্ত, $D = 1 \text{ m}$

ক্রম সংখ্যা, $n = 8$

কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পটি থেকে ৮ম উজ্জ্বল পটির দূরত্ত, $x = 6.2 \text{ mm} = 6.2 \times 10^{-3} \text{ m}$

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

$$\text{বা, } x = 8 \frac{\lambda D}{a}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{8x}{8D} = \frac{3 \times 10^{-4} \text{ m} \times 6.2 \times 10^{-3} \text{ m}}{8 \times 1 \text{ m}} = 2325 \times 10^{-10} \text{ m} = 2325 \text{ Å.}$$

সুতরাং ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্য 2325 Å.

২ উদ্ধীপক হতে, বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্গক, $\mu_w = \frac{4}{3}$

বায়ু মাধ্যমে আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্য, $\lambda_w = 2325 \text{ Å} = 2325 \times 10^{-10} \text{ m}$ ['গ' হতে প্রাপ্ত] ধরি, পানি মাধ্যমে আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্য λ_w

$$\text{এখন, } \mu_w = \frac{4}{3}$$

$$\text{বা, } \frac{\mu_w}{\mu_a} = \frac{4}{3}$$

$$\therefore \frac{\lambda_w}{\lambda_w} = \frac{4}{3} = 1.33$$

আবার, বায়ু মাধ্যমে পটি বা ঝালরের প্রস্থ Δx_w হলে,

$$\Delta x_w = \frac{\lambda_w D}{2a} \quad \dots \dots \dots (1)$$

এবং পানি মাধ্যমে পটি বা ঝালরের প্রস্থ Δx_a হলে,

$$\Delta x_a = \frac{\lambda_a D}{2a} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(1) \div (2) নং সমীকরণ হতে পাই,

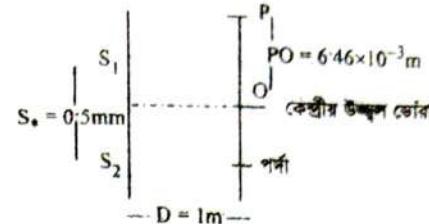
$$\frac{\Delta x_a}{\Delta x_w} = \frac{\lambda_a}{\lambda_w} = 1.33$$

$$\therefore \Delta x_a = 1.33 \times \Delta x_w$$

অর্থাৎ $\Delta x_a > \Delta x_w$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, উদ্ধীপকের ব্যবস্থাটি পানির মধ্যে থাকলে পটি বা ঝালরের প্রস্থ হ্রাস পাবে।

৫ ৯নং প্রশ্নের উত্তর



উদ্ধীপকে 3800 Å তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করে ইয়ং-এর হিটিড পরীক্ষা সম্পন্ন করা হচ্ছে। চিত্রে $S_1S_2 = 0.5 \text{ mm}$, $OP = 6.46 \times 10^{-3} \text{ m}$, $D = 1 \text{ m}$.

ক. ফার্মাটের নীতি লিখ।

খ. সাদা আলো প্রিজমের মধ্য দিয়ে যাবার সময় বিচ্ছুরিত হয় কেন?

গ. উদ্ধীপকে কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে পঞ্চম অন্ধকার ডোরার দূরত্ত কত?

ঘ. উদ্ধীপকের P বিন্দুতে গঠনমূলক ব্যতিচার না ধর্মসাত্ত্বক ব্যতিচার হবে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

[কু. বো. '১৬]

৬ ৯নং প্রশ্নের উত্তর

প্রশ্ন ফার্মাটের নীতিটি হলো— একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে অপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে পরিভ্রমণকালে আলোকরশ্মি এমন একটি পথ অনুসরণ করে যা অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য পথের তুলনায় হয় সর্বনিম্ন বা অবম নতুবা সর্বোচ্চ বা চরম অথবা অপরিবর্তিত তথ্য স্থির থাকে।

ঘ সাদা আলো সাতটি বর্ণের সমষ্টি। এ সাতটি বর্ণের প্রতিটি বর্ণের তরঙ্গাদৈর্ঘ্য ভিন্ন ভিন্ন। যে বর্ণের তরঙ্গাদৈর্ঘ্য যত বেশি সে বর্ণ তত বেশি বাঁকে। এজন্য সাদা আলো প্রিজমের মধ্য দিয়ে গমন করলে প্রতিস্তৃত রশ্মি সাতটি বর্ণে বিভক্ত হয়ে প্রিজমের দিকে বেঁকে যায় অর্থাৎ বিচ্ছুরিত হয়।

১ ধরি, কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে পঞ্চম অন্ধকার ডোরার দূরত্ত x উদ্ধীপক হতে,

$$\text{তরঙ্গাদৈর্ঘ্য, } \lambda = 3800 \text{ Å} = 3800 \times 10^{-10} \text{ m}$$

চিঠের মধ্যবর্তী দূরত্ত, $a = 0.5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$

চিঠি হতে পর্দার দূরত্ত, $D = 1 \text{ m}$

কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে পঞ্চম অন্ধকার ডোরার দূরত্ত,

$$x = \frac{11}{2} \cdot \frac{D\lambda}{a} = \frac{11}{2} \times \frac{1 \times 3800 \times 10^{-10}}{5 \times 10^{-4}} \text{ m} \\ = 4.18 \times 10^{-3} \\ = 4.18 \text{ mm}$$

অর্থাৎ কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে পঞ্চম অন্ধকার ডোরার দূরত্ত 4.18 mm .

ঘ উদ্ধীপক অনুসারে,

কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে P বিন্দুর দূরত্ত, $OP = x_a = 6.46 \times 10^{-3} \text{ m}$

চিঠের মধ্যবর্তী দূরত্ত, $a = 0.5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}$

চিঠি হতে পর্দার দূরত্ত, $D = 1 \text{ m}$

$$\text{আমরা জানি, } a = \frac{x_a D}{D} = \frac{6.46 \times 10^{-3} \text{ m} \times 5 \times 10^{-4}}{1 \text{ m}}$$

$$\therefore a = 3.23 \times 10^{-6} \text{ m} = 32300 \times 10^{-10} \text{ m} = 32300 \text{ Å}$$

আবার, দশা পার্থক্য হলো,

$$\frac{\delta}{2\pi} = \frac{\sigma}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \frac{\delta}{2\pi} = \frac{32300 \text{ \AA}}{3800 \text{ \AA}}$$

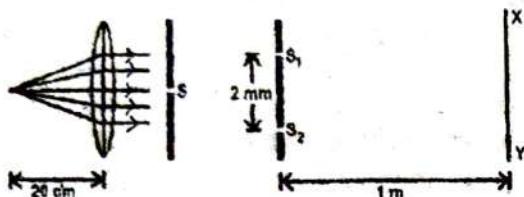
$$\text{বা, } \frac{\delta}{2\pi} = 8.5$$

$$\text{বা, } \delta = 17\pi = (8 \times 2\pi + \pi)$$

$$\therefore \delta = \pi$$

যেহেতু দশা পার্থক্য π -এর অযুগ্ম গুণিতক সেহেতু P বিন্দুতে ধৰ্মসংস্থাক ব্যৱচার হবে।

প্ৰমৰ্শ ১০ নিচেৰ চিত্ৰে ইয়ং-এৰ ছি-ছি পৰীক্ষাৰ একটি ব্যৱস্থা দেখানো হয়েছে। যেখানে S_1 ও S_2 দুটি সুসংগত উৎস। ব্যৱহৃত আলোৰ তৰঙ্কাদৈৰ্ঘ্য 5800 \AA ।



- ক. ফাৰ্মাটেৰ নীতিটি লিখ। ১
 খ. সৱল অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ ফোকাস দূৰত্ব হাস পেলে এৱে বিবৰ্ধন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়— ব্যাখ্যা কৰ। ২
 গ. উদ্বীপকে ব্যৱহৃত লেসেৰ ক্ষমতা নিৰ্ণয় কৰ। ৩
 ঘ. পৰ্দাৰ দূৰত্ব 20 cm বৃদ্ধি কৰে একই প্ৰম্ভেৰ ডোৱা পাওয়া সন্দৰ্ভে কি? গুণিতক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪
 বি. বো. '১৬]

১০৮ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক. ফাৰ্মাটেৰ নীতিটি হলো— একটি নিৰ্দিষ্ট বিন্দু হতে অপৰ একটি নিৰ্দিষ্ট বিন্দুতে পৰিভ্ৰমণকালে আলোক রশ্মি এমন একটি পথ অনুসৰণ কৰে যা অতিৰিক্তে প্ৰয়োজনীয় সময় নিকটবৰ্তী অন্যান্য পথেৰ তুলনায় হয় সৰ্বনিম্ন বা অবয় নতুবা সৰ্বোচ্চ বা চৰম অথবা অপৰিবৰ্তিত তথা স্থিৰ থাকে।

খ. সৱল অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ বিবৰ্ধনেৰ সমীকৰণ হলো—

$$M = 1 + \frac{D}{f}$$

এই সমীকৰণ হতে দেখা যায় যে, স্পষ্ট দৰ্শনেৰ ন্যূনতম দূৰত্ব D এৰ মান সুনিৰ্দিষ্ট। অৰ্থাৎ M এৰ মান f এৰ উপৰ নিৰ্ভৰশীল। সমীকৰণ অনুসৰে f এৰ মান বৃদ্ধি পেলে M এৰ মান হাস পায় এবং f এৰ মান হাস পেলে M এৰ মান বৃদ্ধি পায়।

গ. ধৰি, লেসেৰ ক্ষমতা P

উদ্বীপক হতে, লেসেৰ ফোকাস দূৰত্ব, $f = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

$$\text{আমৱা জানি, } P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.2 \text{ m}} = 5 \text{ D}$$

সুতৰাং উদ্বীপকে ব্যৱহৃত লেসেৰ ক্ষমতা 5 D ।

ঘ. উদ্বীপক অনুসৰে, ছি-ছিৱেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব, $a = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

ছি-ছি হতে পৰ্দাৰ দূৰত্ব, $D = 1 \text{ m}$

আলোৰ তৰঙ্কাদৈৰ্ঘ্য, $\lambda = 5800 \text{ \AA} = 5800 \times 10^{-10} \text{ m}$

ডোৱা প্ৰস্থ, $\Delta x = ?$

$$\text{আমৱা জানি, } \Delta x = \frac{D\lambda}{2a} = \frac{1 \text{ m} \times 5800 \times 10^{-10} \text{ m}}{2 \times 2 \times 10^{-3}} \\ = 1.45 \times 10^{-4} \text{ m}$$

পৰ্দাৰ দূৰত্ব 20 cm বৃদ্ধি কৰে একই প্ৰম্ভেৰ ডোৱা পাওয়া সন্দৰ্ভত তবে সেকেতে ছি-ছিৱেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব বাঢ়াতে হবে।

ধৰি, ছি-ছিৱেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব a'

$$\text{ছি-ছি হতে পৰ্দাৰ দূৰত্ব, } D' = 1 \text{ m} + 20 \text{ cm} = 1.2 \text{ m}$$

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

$$\text{বা, } a' = \frac{D'\lambda}{2 \Delta x} = \frac{1.2 \text{ m} \times 5800 \times 10^{-10} \text{ m}}{2 \times 1.45 \times 10^{-4} \text{ m}}$$

$\therefore a' = 2.4 \times 10^{-3} \text{ m} = 2.4 \text{ mm}$
 অতএব উপৰেৰ গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায়, ছি-ছিৱেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব 2.4 mm হলে ছি-ছি হতে পৰ্দাৰ দূৰত্ব 20 cm বৃদ্ধি কৰলেও একই প্ৰম্ভেৰ ডোৱা পাওয়া যাবে।

এইচএসসি পৰীক্ষা ২০১৫ এৰ প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

প্ৰমৰ্শ ১১ প্ৰতি মিটাৱে 6×10^5 সংখ্যক রেখাসম্পন্ন কোনো অপৰ্বতন গ্ৰেটিং এৰ মধ্য দিয়ে 450 nm তৰঙ্কাদৈৰ্ঘ্যেৰ আলো কোনো ফিল্টাৱেৰ সাহায্যে লম্বভাৱে আপত্তি কৰা হলো।

ক. চাৰ্জেৰ কোয়ান্টায়ন কাকে বলে?

খ. কোনো পৰিবাহীৰ মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্ৰবাহ চলাৰ সময় তাপ উৎপন্ন হয় কেন?

গ. 450 nm তৰঙ্কাদৈৰ্ঘ্যেৰ আলোৰ প্ৰথম ক্ৰমেৰ অপৰ্বতন কোণ কৰ?

ঘ. উদ্বীপকেৰ আলোকে চতুৰ্থ ক্ৰমেৰ অপৰ্বতন সন্দৰ্ভকি-না— বিশ্লেষণ কৰ।

[ৱা. বো. '১৫]

১১৯ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

প্ৰমৰ্শ ১২ পৰমাণু তথা যেকোনো বস্তুৰ ন্যূনতম চাৰ্জ e-এৰ পূৰ্ণসংখ্যাৰ গুণিতক হিসেবে চাৰ্জিত হতে পাৱে এবং চাৰ্জেৰ মান কখনো ভগ্নাংশ হবে না। একে চাৰ্জেৰ কোয়ান্টায়ন বলে।

প্ৰমৰ্শ ১৩ পৰিবাহীতে তড়িৎ প্ৰবাহেৰ সময় পৰিবাহী উত্পন্ন হয়।

ধৰত পৰিবাহীতে অণুগুলো স্থিৰ নয়। এৱা সৰ্বদা কম্পনৰত অবস্থায় থাকে। পৰিবাহীৰ মধ্যে মুক্ত ইলেকট্ৰনেৰ প্ৰবাহেৰ ফলে তড়িৎ প্ৰবাহ সৃষ্টি হয়। মুক্ত ইলেকট্ৰন প্ৰবাহেৰ সময় পৰিবাহীৰ অণু পৰমাণুৰ সাথে সংঘৰ্ষ লিঙ্গ হয় ফলে পৰিবাহীতে রোধেৰ উন্নত ঘটে। এ কাৰণে প্ৰবাহ বাধাগ্রস্ত হয়। ফলে পৰিবাহী উত্পন্ন হয়। অৰ্থাৎ প্ৰবাহ চলাকালে পৰিবাহীতে তাপেৰ উন্নত ঘটে।

প্ৰমৰ্শ ১৪ ধৰি, অপৰ্বতন কোণ, θ

উদ্বীপক থেকে পাই,

$$\text{তৰঙ্কাদৈৰ্ঘ্য, } \lambda = 450 \text{ nm} = 450 \times 10^{-9} \text{ m; ক্ৰম, } n = 1$$

$$\text{প্ৰতিমিটাৱেৰ রেখাৰ সংখ্যা, } N = 6 \times 10^5$$

$$\text{আমৱা জানি, } d \sin \theta = n\lambda$$

$$\text{বা, } \sin \theta = \frac{n\lambda}{d} = Nn \lambda = 6 \times 10^5 \times 1 \times 450 \times 10^{-9}$$

$$\text{বা, } \sin \theta = 0.27$$

$$\text{বা, } \theta = \sin^{-1}(0.27) = 15.66^\circ$$

প্ৰথম ক্ৰমেৰ অপৰ্বতন কোণ 15.66° ।

প্ৰমৰ্শ ১৫ এখনে, চতুৰ্থ ক্ৰমেৰ জন্য, $n = 4$

$$\text{তৰঙ্কাদৈৰ্ঘ্য, } \lambda = 450 \text{ nm} = 450 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{প্ৰতিমিটাৱেৰ রেখাৰ সংখ্যা, } N = 6 \times 10^5$$

$$\text{অপৰ্বতন কোণ} = \theta$$

$$\text{আমৱা জানি, } \sin \theta = nN\lambda$$

$$\text{বা, } \sin \theta = 4 \times 6 \times 10^5 \times 450 \times 10^{-9}$$

$$\text{বা, } \sin \theta = 1.08$$

$$\text{আমৱা জানি, } \sin \theta \text{ এৰ সৰ্বোচ্চ মান} = 1$$

$$\therefore \sin \theta \neq 1.08$$

অতএব, চতুৰ্থ ক্ৰমেৰ অপৰ্বতন সন্দৰ্ভ নয়।

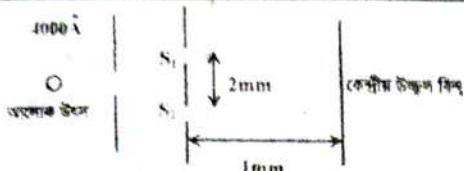


NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নয়না সৃজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্নগুলির মাধ্যমে তোমরা কলেজ ও ইচ্যুটিসি পরীক্ষার প্রস্তুতি ও উত্তরের ধরন ও মান সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

৩ এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তোহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

১২নং প্রশ্ন



উপরের চিত্রে ইয়ং এর ছি-চির পরীক্ষা দেখানো হলো।

- ক. কৃক্ষ বিবর কী?

খ. স্থায়ী ব্যতিচার সৃষ্টিতে সুসংজ্ঞাত উৎসের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্ধীপকের তথ্যানুসারে কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল বিন্দুর উভয় পাশে দ্বিতীয় ক্রমের দুটি কালো রেখার ব্যবধান নির্ণয় কর।

ঘ. উৎসছয়ের ব্যবধান ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের হিপুণ হলে সর্বোচ্চ কতগুলো উজ্জ্বল রেখা পাওয়া যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

১ ২ ৩ ৪ ৫ ৬ ৭ ৮

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সুপারনোভা বিস্ফোরণের পর নক্ষত্রের ভর যদি খুব বেশি হয় তখন এর অভ্যর্তু অনিদিষ্টভাবে সংকুচিত হতে থাকে। এভাবে যে বস্তু তৈরি হয় তাকে কৃক্ষ বিবর বলে।

খ. স্থায়ী দশাপার্থক্য ও সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোক নির্গমনকারী দুটি আলোক উৎসকে পরস্পরের সুসংজ্ঞাত উৎস বলা হয়। দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতন ঠিক সমদশায় বা বিপরীত দশায় না হলে, উপরিপাতন বিন্দুটিতে একবার সমদশায় পরক্ষণে আবার বিপরীত দশায় মিলিত হওয়ায় বিন্দুটি একবার উজ্জ্বল পরক্ষণে অস্থিকার হবে এবং স্টেট এতো দূর ঘটে (10^{-8} s) যে, দর্শনাভূতির স্থায়ীত্বকালের (10^{-1} s) মধ্যে ঘটার কারণে আমরা ব্যতিচার ডোরা না দেখে সম্ভাবে আলোকিত সাধারণ উজ্জ্বলতাই দেখতে পাব। তাই স্থায়ী ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য সুসংজ্ঞাত উৎস অপরিহার্য।

সুতরাং বলা যায়, সুসংজ্ঞাত উৎস ব্যতীত ব্যতিচার সৃষ্টি হয় না।

গ. কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল হতে দ্বিতীয় ক্রমের কালো রেখার দূরত্ব,

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

$$= (2.2+1) \frac{4 \times 10^{-7} \times 1}{2 \times 2 \times 10^{-3}}$$

$$= 5 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.5 \text{ mm}$$

$$a = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

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

$$\lambda = 4 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$\Delta x = ?$$

$$n = 2$$

∴ কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরার উভয় পাশে কালো রেখার ব্যবধান, $\Delta x = 2 \times 0.5 \text{ mm} = 1 \text{ mm}$

ঘ. উজ্জ্বল ডোরার ক্ষেত্রে,

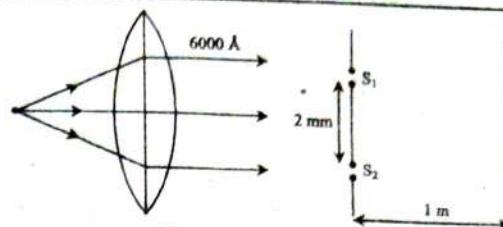
$$a \sin \theta = n \lambda$$

$$\text{বা, } 2 \lambda \sin 90^\circ = n \lambda$$

$$\text{বা, } n = 2$$

$$\therefore \text{কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরার উভয় পাশে দুটি করে মোট 5 টি উজ্জ্বল রেখা পাওয়া যাবে।$$

ইয়ং এর ছি-চির পরীক্ষায় 20 cm ব্যাসার্ধের একটি সমোক্ত লেস ব্যবহার করে সমগ্র ব্যবস্থাটি $\frac{4}{3}$ প্রতিসরাঙ্কের একটি তরলে স্থাপন করা হলো। লেসের প্রতিসরাঙ্ক $\mu_g = \frac{3}{2}$.



- ক. সুপারনোভা বিস্ফোরণ কাকে বলে?

খ. কী কী কারণে নিউটন তারকা পালসার তারকায় পরিণত হয়— ব্যাখ্যা কর।

গ. বর্ণিত অবস্থায় লেসের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

ঘ. সমগ্র ব্যবস্থাটি বায়ুতে স্থাপিত হলে কোনো ব্যবস্থা গ্রহণ করে ডোরা প্রস্তুত সমান রাখা সম্ভব কীনা— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত ব্যাখ্যা কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সূর্যের ভরের তুলনায় অনেক ভরী নক্ষত্রগুলোর জ্বালানি শেষ হলে সংকোচন অত্যন্ত তীব্র হয় এবং মূল অংশের ঘনত্ব এত বেড়ে যায় যে প্রচন্ড বিস্ফোরণের মধ্য দিয়ে মৃত্যুবরণ করে। এই প্রচন্ড বিস্ফোরণকে সুপারনোভা বিস্ফোরণ বলে।

খ. ঘূর্ণায়মান নিউটন নক্ষত্র বা নিউটন স্টারকে পালসার বলে। দুটি ধর্মের কারণে নিউটন তারকা পালসারে পরিণত হয়।

- i) এর অত্যন্ত দূর আবর্তন
ii) অতি শক্তিশালী চৌমুক ক্ষেত্রে।

গ. উদ্ধীপক অনুসারে, লেসের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = \frac{3}{2}$
লেসটি সমোক্ত বলে, $r_1 = r_2 = r = 0.2 \text{ m}; r_1 = r; r_2 = -r$

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

$$= \left(\frac{\mu_g - 1}{\mu_g + 1} \right) \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r} \right)$$

$$= \left(\frac{3}{2} \times \frac{3}{4} - 1 \right) \left(\frac{2}{r} \right) = \left(\frac{9}{8} - 1 \right) \left(\frac{2}{0.2} \right) = 1.25 \text{ m}$$

$$\therefore f = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{লেসটির ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f(\text{cm})} = \frac{1}{0.8} = + 1.25 \text{ D}$$

ঘ. উদ্ধীপক অনুসারে,
চিত্রয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

পর্দার দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 6000 \text{ Å} = 6000 \times 10^{-10} \text{ m}$ (বায়ুতে)

তরলের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_w = \frac{4}{3}$

$$\therefore \frac{\lambda_w}{\lambda_w} = 1.33$$

তরলে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_w = \frac{\lambda_w}{1.33} = \frac{6000 \times 10^{-10}}{1.33} = 4.5 \times 10^{-10} \text{ m}$

$$\text{তরলে ডোরা প্রস্তুত, } \Delta x_w = \frac{D \lambda_w}{2a} = \left(\frac{1 \times 4.5 \times 10^{-10}}{2 \times 2 \times 10^{-3}} \right) = 1.125 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$\text{বায়ুতে ডোরা প্রস্থ}, \Delta x_a = \frac{D \lambda_a}{2a} = \frac{1 \times 6000 \times 10^{-10}}{2 \times 2 \times 10^{-3}} = 0.15 \text{ m} = 1500 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$\therefore \Delta x_a > \Delta x_w$ ইয়ং এর ছি-চিড় পরীক্ষাটি বায়ুতে করলে ডোরা প্রস্থ বেড়ে যাবে।

এক্ষেত্রে পর্দার দূরত্ত পরিবর্তন করে ডোরা প্রস্থ সমান রাখা যাবে।

$$\text{সেক্ষেত্রে, } D' = \frac{2a \times \Delta x_a}{\lambda_a} = \frac{2 \times 2 \times 10^{-3} \times 1.125 \times 10^{-4}}{6000 \times 10^{-10}} \text{ m} = 0.75 \text{ m}$$

\therefore পর্দার দূরত্ত কমাতে হবে $=(1 - 0.75) \text{ m} = 0.25 \text{ m}$

প্রশ্ন ১৪ আলোর বাতিচার সম্পর্কিত ইয়ং-এর ছি-চিড় পরীক্ষার দুটি চিড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ত 2.0 mm নেওয়া হলো এবং চিড় হতে 1 m দূরত্তে পর্দা স্থাপন করা হলো। একবৰ্ণী সমান্তরাল আলোকরশ্মি চিরের মধ্যবর্তী অঞ্চলে আপত্তি করার ফলে পর্দার উপর পর্যায় ক্রমে উজ্জ্বল ও অন্ধকার পটি (Fring) সৃষ্টি হলো এবং দেখা গেল যে কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পটি থেকে প্রথম উজ্জ্বল পটির মধ্যবিন্দুর দূরত্ত 0.295 mm ।

- ক. আলো কাকে বলে? ১
 খ. তরঙ্গ সঞ্চালন সম্পর্কিত হাইগেনের নীতি বর্ণনা কর। ২
 গ. উজ্জ্বলকে ব্যবহৃত একবৰ্ণী আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গাণিতিকভাবে নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. কেন্দ্রীয় চরম থেকে 12-তম উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ত নির্ণয় করা সম্ভব কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলো এক ধরনের শক্তি যা আমাদের দর্শনের অনুভূতি জাগায়।

খ তরঙ্গ সঞ্চালন সম্পর্কিত হাইগেনের নীতি হলো— কোনো তরঙ্গমুখের প্রতিটি বিন্দু এক একটি অণুতরঙ্গের বা গৌণ তরঙ্গের উৎস হিসেবে গণ্য হয়। ঐ অণুতরঙ্গসমূহ মূল তরঙ্গের সমান বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যেকোনো মুহূর্তে এ অণুতরঙ্গসমূহকে স্পর্শ করে যে সাধারণ স্পর্শক তল পাওয়া যায়, তাই-ই ঐ সময়ে তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে। এ নীতির সাহায্যে আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণ সূত্র প্রতিপাদন করা যায়।

গ ধরি, আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $= \lambda$
 আমরা জানি, $\Delta x = \frac{D\lambda}{a}$
 বা, $\lambda = \frac{\Delta x \cdot a}{D}$
 $= \frac{0.295 \times 10^{-3} \text{ m} \times 2 \times 10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ m}}$
 $= 5.9 \times 10^{-7} \text{ m}$
 $= 5900 \times 10^{-10} \text{ m} = 5900 \text{ Å}$

আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 5900 Å

উজ্জ্বল থেকে পাই,
 চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ত,
 $a = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$
 চিড় হতে পর্দার দূরত্ত, $D = 1 \text{ m}$
 পটি দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ত,
 $\Delta x = 0.295 \text{ mm}$
 $= 0.295 \times 10^{-3} \text{ m}$

ঘ উজ্জ্বলকের আলোর ব্যতিচারের কেন্দ্রীয় চরম থেকে 12-তম উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ত নির্ণয় করা সম্ভব, যা নিচে গাণিতিকভাবে উপস্থাপন করা হলো—

এখনে, $n = 12$

কেন্দ্রীয় চরম থেকে 12-তম উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ত, $\Delta x_n = ?$
 'গ' নং হতে, আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5900 \text{ Å} = 5900 \times 10^{-10} \text{ m}$

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

$$\text{বা, } \Delta x_{12} = \frac{12 \times 5900 \times 10^{-10} \times 1}{2 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore \Delta x_{12} = 3.54 \times 10^{-3} \text{ m}$$

কেন্দ্রীয় চরম থেকে 12-তম উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ত $3.54 \times 10^{-3} \text{ m}$ হয়। অর্থাৎ ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ত নির্ণয় করা সম্ভব।

(১৪) সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্র একাদশ-বাদশ শ্রেণি

প্রশ্ন ১৫ সুসংগত উৎস থেকে সমদশা সম্পর্ক দুটি আলোক তরঙ্গ নির্গত হচ্ছে যাদের প্রত্যেকের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 6000 Å . তরঙ্গান্তরের পথ পার্থক্য 9000 Å .

- ক. সুসংগত উৎস কী? ১
 খ. ডোরা ব্যবধান ও ডোরা প্রস্থের মধ্যে পার্থক্য কী? ২
 গ. উপরের উজ্জ্বলকের আলোকে তরঙ্গান্তরের শেষ দুটি বিন্দুতে দশা পার্থক্য বের কর। ৩
 ঘ. পথ পার্থক্য $\frac{5}{4} \lambda$ এর জন্য দশা পার্থক্য পূর্বের অর্ধেক হবে কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক একই তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোক তরঙ্গ দুটি উৎস হতে সমদশায় বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যে নির্গত হলে এবং তা সর্বদা বজায় থাকলে এরূপ দুটি আলোক উৎসকে সুসংগত উৎস বলে।

খ পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্তকে ডোরা ব্যবধান বলে। আবার একটি উজ্জ্বল বা একটি অন্ধকার ডোরার প্রস্থ পরপর দুটি উজ্জ্বল বা পরপর দুটি অন্ধকার ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্তকে ডোরা প্রস্থ বলে। অর্থাৎ ডোরা প্রস্থ ডোরা ব্যবধান এর অর্ধেক।

গ উজ্জ্বলকের পাই, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 6000 \text{ Å} = 6000 \times 10^{-10} \text{ m}$ পথ পার্থক্য, $x = 9000 \text{ Å} = 9000 \times 10^{-10} \text{ m}$ দশা পার্থক্য, $\phi = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \phi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x = \frac{2\pi \times 9000 \times 10^{-10} \text{ m}}{6000 \times 10^{-10} \text{ m}} = 3\pi = (2\pi + \pi) = \pi$$

3π দশা পার্থক্য এবং π দশা পার্থক্য একই।
 \therefore তরঙ্গান্তরের শেষ দুটি বিন্দুতে দশা পার্থক্য $= \pi$ ।

ঘ উজ্জ্বলকের পথ পার্থক্য $\frac{5}{4} \lambda$ এর জন্য দশা পার্থক্য পূর্বের অর্ধেক হবে কি-না নিচে তার গাণিতিক যুক্তি উপস্থাপন করা হলো—
 'গ' নং হতে, দশা পার্থক্য, $\delta = \pi$
 এখনে, পথ পার্থক্য, $x' = \frac{5}{4} \lambda$

দশা পার্থক্য, $\delta' = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \delta' = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot x' = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{5\lambda}{4} = \frac{5\pi}{2}$$

$$\text{বা, } \delta' = \frac{5\pi}{2} = \left(2\pi + \frac{\pi}{2}\right)$$

$\frac{5\pi}{2}$ দশা পার্থক্য এবং $\frac{\pi}{2}$ দশা পার্থক্য একই।

\therefore তরঙ্গের দশা পার্থক্য $= \frac{\pi}{2}$

সুতরাং বলা যায় যে, এক্ষেত্রে দশা পার্থক্য পূর্বের অর্ধেক হওয়া খুবই সম্ভব।

প্রশ্ন ১৬ একটি নিম্নলিখিত সমতল ছেটিং $8 \times 10^{-7} \text{ m}$ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলোর প্রথম ক্রমে 30° কোণ উৎপন্ন করে।

- ক. ব্যতিচার সজ্জা কাকে বলে? ১
 খ. ছেটিং খুবক ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. ছেটিং-এ প্রতি মিলিমিটারে রেখার সংখ্যা কত? ৩
 ঘ. যদি 5952 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো এবং প্রতি সেটিমিটারে রেখার সংখ্যা 5200 ব্যাখ্যার করা হয় তবে ছিটায় ক্রমের অপবর্তন কোণ 30° হবে কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পর্দার উপর ব্যতিচার ঘটানো হলে, পর্দায় আলো অংশারের একটি সজ্জা পাওয়া যায়, এ সজ্জাকে ব্যতিচার সজ্জা বলে।

খ যেকোনো একটি চিঠের শুরু থেকে পরবর্তী চিঠের শুরু পর্যন্ত দূরত্বকে গ্রেটিং খুবক বলে। অন্যভাবে বলা যায় যে, যেকোনো চিঠের শেষ প্রান্তের দূরত্বকে গ্রেটিং খুবক বলে।

ব্যাখ্যা : ধরি, একটি অপবর্তন গ্রেটিং-এর প্রতিটি চিঠের বেথ = a
এবং প্রতিটি রেখার বেথ = b

$$\therefore \text{সংজ্ঞানুসারে } g = a + b$$

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

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

$$\text{বা, } \sin \theta = Nn\lambda$$

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

$$\therefore N = \frac{\sin 30^\circ}{1 \times 8 \times 10^{-4} \text{ mm}} = 625/\text{mm}$$

\therefore প্রতি মিলিমিটারে রেখার সংখ্যা 625।

ঘ প্রদত্ত তথ্যের আলোকে বিভীয় ক্রমের অপবর্তন কোণ 30° হবে কিনা তা নিম্ন গাণিতিকভাবে উপস্থাপন করা হলো—
এখানে, প্রতি সেন্টিমিটারে রেখার সংখ্যা,

$$N = 5200 \text{ cm}^{-1} = \frac{5200}{\text{cm}} = \frac{5200}{\frac{1}{100}} \text{ m}^{-1}$$

$$\therefore N = 5.2 \times 10^5 \text{ m}^{-1}$$

ক্রম, $n = 2$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = 5952 \text{ Å} = 5952 \times 10^{-10} \text{ m}$$

অপবর্তন কোণ, $\theta = 30^\circ$

$$\text{আমরা জানি, } d = \frac{1}{N}$$

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

$$\text{বা, } \sin \theta_1 = Nn\lambda = (5.2 \times 10^5 \times 2 \times 5952 \times 10^{-10}) = 0.619$$

$$\text{বা, } \theta_1 = \sin^{-1}(0.619) = 38.24^\circ$$

$$\therefore \theta \neq \theta_1$$

\therefore ২য় ক্রমের জন্য অপবর্তন কোণ 30° হওয়া স্বত্ব নয়।

১৭নং জারিক পদাৰ্থবিজ্ঞান ব্যবহারিক ক্লাসে ইয়ং এর ছি-চিড় পরীক্ষায় 2 mm ব্যবধানে দুটি চিঠে আলো ফেললো। চিড় হতে 1 m দূরত্বে পর্দার পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.3 mm পেল। কিন্তু সে ডোরা দুটির দূরত্ব আরও বাড়াতে চাইলো। তাই সে চিঠের ব্যবধান কমিয়ে চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব বাড়িয়ে দিল।

ক সমবর্তিত আলো কী?

খ স্থায়ী ব্যতিচার সৃষ্টির শর্তগুলো লিখ।

গ জারিক এর ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক কত?

ঘ জারিক ডোরার প্রস্থ বাড়ানোর জন্য যে কাজটি করেছিল

তা যথোর্থ হয়েছে কি? গাণিতিক যুক্তি দাও।

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৬)

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি তলে বা এর সমান্তরাল তলে কম্পমান আড় তরঙ্গবিশিষ্ট আলোককে সমবর্তিত আলো বলে।

খ স্থায়ী ব্যতিচারের শর্তগুলো হলো :

১. আলোক উৎস দুটি সুসংলগ্ন হতে হবে।

২. উৎসবয় খুব কাছাকাছি অবস্থিত হতে হবে।

৩. যে দুটি তরঙ্গ ব্যতিচার ঘটবে তাদের বিভাব সমান বা প্রায় সমান হতে হবে।

৪. ব্যতিচার উজ্জ্বল গতি ও অন্ধকার পটিগুলোর অন্তর্ভুক্ত দূরত্বগুলো সমান থাকে।

৫. পর্যায়ক্রমিক উজ্জ্বল ও অন্ধকার বিশুর জন্য পথ পার্থক্য তথা দশা পার্থক্য যথাক্রমে অর্থ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের যুগ্ম ও অযুগ্ম গুণিতক হতে হবে।

গ আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 0.3 \times 10^{-3} = \frac{1}{2 \times 10^{-3}} \times \lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = 0.3 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3}$$

$$= 0.6 \times 10^{-6} \text{ m}$$

আবার, আমরা জানি, $C = f\lambda$

$$\text{বা, } f = \frac{C}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{0.6 \times 10^{-6}} = 5 \times 10^4 \text{ Hz}$$

অতএব, জারিফের ব্যবহৃত আলোর কম্পাঙ্ক $5 \times 10^4 \text{ Hz}$ ।

ঘ আমরা জানি, $\Delta x = \frac{D}{a} \lambda \dots \dots \dots (1)$

(১) নং সমীকরণ থেকে প্রতীয়মান হয় সে $\Delta x \propto \frac{1}{a}$ অর্থাৎ চিড়বয়ের দূরত্ব কমালে ডোরাবয়ের ব্যবধান বাঢ়বে। আবার $\Delta x \propto D$ অর্থাৎ চিড়বয় থেকে পর্দার দূরত্ব বাঢ়ালে ডোরাবয়ের প্রস্থ বাঢ়বে।
অতএব, জারিফের ডোরার প্রস্থ বাড়ানোর জন্য ব্যবহৃত কাজটি যথোর্থ হয়েছে।

১৮নং ১৮ ইয়ং এর ছি-চিড় পরীক্ষায় দুটি চিঠের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1.88 mm এবং চিড় হতে পর্দার দূরত্ব 1 m। ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4800 Å এবং পরীক্ষাটি বায়ু মাধ্যমে সম্পন্ন করা হয়েছে।

ক অসমবর্তিত আলো কী?

খ ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উৎসগুলোর পারম্পরিক ব্যবধান ক্ষুদ্র হতে হয় কেন?

গ পর্দায় যে ডোরা পাওয়া যায় তার যেকোনো একটির প্রস্থ কত?

ঘ যদি পরীক্ষাটি 1.44 প্রতিসরাঙ্কের কোনো তরলে করা হয় তবে ডোরার প্রস্থের কোনো পরিবর্তন হবে কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও।

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৭)

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাধারণ আলোকে যার কণাগুলোর কম্পন গতিপথের লম্ব অতিমুখ্য চারদিকে সমান বিভাবে কম্পিত হয় তাই অসমবর্তিত আলো।

খ আমরা জানি, একটি উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরার প্রস্থ, $x = \frac{D}{2a} \lambda$
 λ । x-এর মান যত বেশি হবে তত ভালো ডোরার প্রস্থ সৃষ্টি হবে। x-এর মান বেশি হওয়ার শর্ত হলো চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব D বাড়ানো অথবা চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব a কমানো। কিন্তু D এর মান ইচ্ছামতো বানানো সম্ভব নয়। কেবল D-এর মান বৃদ্ধির সাথে সাথে ডোরার উজ্জ্বলতা হ্রাস পায়। সেক্ষেত্রে a-এর মান হ্রাস পেলে x-এর মান বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উজ্জ্বল বা অন্ধকার ডোরা প্রস্থ পাওয়ার জন্য উৎসগুলোর পারম্পরিক ব্যবধান ক্ষুদ্র হতে হয়।

ঘ আমরা জানি,

একটি উজ্জ্বল বা একটি অন্ধকার ডোরার প্রস্থ পরপর দুটি উজ্জ্বল বা পরপর দুটি অন্ধকার ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব বা ডোরার ব্যবধান এর অর্থেক।
এখানে, চিরবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,
 $a = 1.88 \text{ mm} = 1.88 \times 10^{-3} \text{ m}$
চির হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$
তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda = 4800 \text{ Å}$
 $= 4800 \times 10^{-10} \text{ m}$
ডোরার প্রস্থ, $x = ?$

সূতরাং ডোরার প্রস্থ, $x = \frac{D}{2a} \lambda$

$$= \frac{1 \times 4800 \times 10^{-10}}{2 \times 1.88 \times 10^{-3}} = 1.277 \times 10^{-4} \text{ m}$$

অতএব, পর্দায় যে ডোরা পাওয়া যায় তার প্রস্থ $1.277 \times 10^{-4} \text{ m}$ ।

ঘ আমরা জানি, $\mu = \frac{C_0}{C_w}$

এখানে, $C_0 = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
 $\mu = 1.44$

$$\text{বা, } C_w = \frac{C_0}{\mu} = \frac{3 \times 10^8}{1.44} = 2.08 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

আবার,
পানিতে আলোর বেগ, $C_o = 2.08 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
বায়ুতে " " $C_a = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
বায়ুতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_a = 4800 \times 10^{-10} \text{ m}$
পানিতে " " $\lambda_o = ?$

আমরা জানি, $\frac{\lambda_o}{\lambda_a} = \frac{C_o}{C_a}$

$$\therefore \lambda_o = \frac{C_o}{C_a} \times \lambda_a = \frac{2.08 \times 10^8}{3 \times 10^8} \times 4800 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 3.328 \times 10^{-7} \text{ m}$$

পানিতে ডোরার প্রস্থ, $x' = \frac{D}{2a} \lambda_a$

$$= \frac{3.328 \times 10^{-7} \times 1}{2 \times 1.88 \times 10^{-3}}$$

$$= 8.851 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\therefore \frac{x}{x'} = \frac{1.277 \times 10^{-4}}{8.851 \times 10^{-5}} = 1.44$$

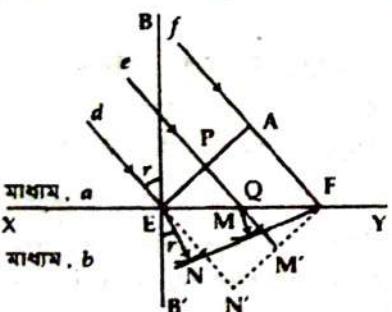
$$\therefore x = 1.44 \times x'$$

∴ বায়ুতে ডোরার প্রস্থ পানিতে ডোরার প্রস্থের 1.44 গুণ। অতএব, ডোরার প্রস্থের পরিবর্তন হবে।

প্রশ্ন ১৯] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

৩] ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ২৮] নিচের চিত্রে 'a' ও 'b' দুটি ব্রহ্ম সমস্ত মাধ্যম। 'a' মাধ্যমে আলোকের বেগ v_a এবং 'b' মাধ্যমে আলোকের বেগ v_b । d, e, f তিনটি সমান্তরাল রশ্মি তির্যকভাবে XY বিভেদে তলে আপত্তি হয়েছে।



- ক. তরঙ্গমুখ কী?
 খ. চিত্রসহ সমতল ও গোলকীয় তরঙ্গমুখ ব্যাখ্যা কর।
 ছন্দহোকার কালো রেখার উৎপত্তির কারণ কী?
 গ. একটি তরঙ্গের দৃটি বিন্দুর মধ্যে দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$ ।
 বিন্দুয়ের পথ পার্থক্য কত?
 ঘ. উদীপকের চিত্রটি হাইগেনের নীতির ওপর ভিত্তি করে অভিক্ষিত। চিত্রটির সাহায্যে আলোর কোন ধর্মের প্রমাণ করা যায়? জ্যামিতিক বর্ণনার সাহায্যে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

২৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক) যেকোনো সময়ে সমস্ত মাধ্যমে সমদশাসম্পর্ক করাগুলোর সংজ্ঞারপরই তরঙ্গমুখ।

ক) সমতল তরঙ্গমুখ: উৎস থেকে উৎপন্ন আলোর তরঙ্গমুখ উৎসের দূরে অবস্থানে সমতল হয়। চিত্রে, AB ও CD সমতল তরঙ্গমুখ।
 গোলকীয় তরঙ্গমুখ: উৎস থেকে উৎপন্ন আলোর তরঙ্গমুখ উৎসের কাছাকাছি অবস্থানে গোলকীয় হয়। চিত্রে, A'B' ও C'D' গোলকীয় তরঙ্গমুখ।

প্রশ্ন ২০] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২১] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২২] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

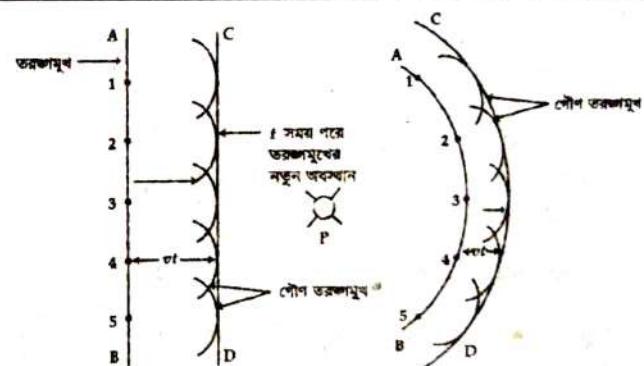
প্রশ্ন ২৩] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৪] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তরের জন্য ৪৮৮ পৃষ্ঠার ২ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৮৯ পৃষ্ঠার ২ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪৭০ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ৭-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৫] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তরের জন্য ৪৮৮ পৃষ্ঠার ৩ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৮৯ পৃষ্ঠার ৩ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪৭১ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৬] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য ৪৮৮ পৃষ্ঠার ৪ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৮৯ পৃষ্ঠার ৪ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪৭১ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ৯-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২৭] অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তরের জন্য ৪৮৮ পৃষ্ঠার ৫ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৯০ পৃষ্ঠার ৫ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪৭২ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।



চিত্র : (ক) সমতল তরঙ্গের বেলায়; (খ) গোলকীয় তরঙ্গের বেলায়

১] আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা}, \sigma = \frac{\lambda \delta}{2\pi} \dots\dots(1)$$

(১) নং সমীকরণ এ মান বসিয়ে পাই,

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

$$\therefore \text{পথ পার্থক্য}, \sigma = \frac{\lambda}{4}$$

এখানে,

$$\text{দশা পার্থক্য}, \delta = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{পথ পার্থক্য}, \sigma = ?$$

২] উদীপকের চিত্রের সাহায্যে আলোর প্রতিসরণের সূত্র প্রমাণ করা যায়। উদীপকে 'a' ও 'b' দুটি ব্রহ্ম সমস্ত মাধ্যম। XY এদের বিভেদতল। ধরি a মাধ্যমে আলোর বেগ v_a এবং b মাধ্যমে আলোর বেগ v_b । এখানে ধরি, $v_a > v_b$ । মনে করি, d, e, f তিনটি সমান্তরাল রশ্মি। এরা তির্যকভাবে XY তলে আপত্তি হলো। APE রশ্মিসমূহের তরঙ্গমুখ। মনে করি, EPA তরঙ্গমুখ প্রথমে বিভেদতলের E বিন্দুতে স্পর্শ করে। হাইগেনস এর নীতি অনুসারে এই E বিন্দুতে অবস্থিত এর কণাটি আলোড়িত হয়ে গোল তরঙ্গ উৎপন্ন করে এবং 'a' ও 'b'

৩০নং প্রশ্নের উত্তর

ক) তীক্ষ্ণ ধার ঘৰে যাওয়ার সময় বা সরু ছিন্দি দিয়ে যাওয়ার সময় আলো কিছুটা বেঁকে যায়। এ ধৰ্মকে আলোর অপৰ্বত্তন বলে।

খ) অপৰ্বত্তনের শর্তসমূহ :

- ধারের ক্ষেত্রে : ধার খুব তীক্ষ্ণ হতে হবে। এর প্রস্থ বা বেধ আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের (λ) সাথে তুলনীয় হতে হবে।
- ছিন্দির ক্ষেত্রে : ছিন্দি খুব ছোট হতে হবে। অর্থাৎ এর বাস বা প্রস্থ λ -এর সাথে তুলনীয় হতে হবে। (তুলনীয় মান হচ্ছে λ -এর সমান বা কাছাকাছি হওয়া)

অপৰ্বত্তন ঘৰালৰ উজ্জ্বল পটিগুলোৰ প্রতোকটিতে আলোক প্রাবল্য কখনই সমান থাকে না। কারণ প্রাবল্যের মান কেন্দ্ৰীয় পটিতে সর্বাধিক হয় এবং উভয় পার্শ্বস্থ পটিগুলোতে ক্রমশ হাস পায়।

গ) প্রথম অবমের জন্য অপৰ্বত্তন কোণ θ হলে,

আমৰা জানি, $a \sin \theta = n\lambda$

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

$$\text{বা, } \sin \theta = \frac{1 \times 5890 \times 10^{-10} \text{ m}}{0.2 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$\text{বা, } \sin \theta = 2.945 \times 10^{-3}$$

$$\text{বা, } \theta = \sin^{-1}(2.945 \times 10^{-3}) = 0.1687^\circ$$

অতএব, প্রথম অবমের জন্য অপৰ্বত্তন কোণ 0.1687° ।

ঘ) 'g' হতে পাই, অপৰ্বত্তন কোণ, $\theta = 0.1687^\circ$

উচ্চীপক অনুসারে, চিন্দিৰ বেধ, $a = 0.0004 \text{ cm} = 4 \times 10^{-6} \text{ m}$

দাগেৰ বেধ, $b = 0.00015 \text{ cm} = 1.5 \times 10^{-6} \text{ m}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 7000 \text{ Å} = 7000 \times 10^{-10} \text{ m}$

ক্রমসংখ্যা, $n = 1$

অপৰ্বত্তন কোণ, $\theta' = ?$

আমৰা জানি, $d \sin \theta' = n\lambda$

বা, $(a + b) \sin \theta' = n\lambda$

$$\text{বা, } \sin \theta' = \frac{n\lambda}{a+b} = \frac{1 \times 7000 \times 10^{-10} \text{ m}}{4 \times 10^{-6} \text{ m} + 1.5 \times 10^{-6} \text{ m}}$$

$$\text{বা, } \theta' = \sin^{-1}\left(\frac{7}{55}\right) = 7.312^\circ$$

যেহেতু $\theta \neq \theta'$ সেহেতু একক চিন্দিৰ অপৰ্বত্তন এবং প্রেটিং ঘাৱাৰ অপৰ্বত্তন একই হবে না।

জোড়া



অসমৰ্বত্তিত
আলোক উৎস

টুর্ম্যালিন কেলাস টুর্ম্যালিন কেলাস

সেখ

অসমৰ্বত্তিত আলোক গতিপথে দুইটি টুর্ম্যালিন কেলাস এমনভাৱে স্থাপন কৰা হয়েছে যে কেলাসৰ স্থানেৰ সৱলাক আলোকেৰ গতিপথেৰ সাথে লৱভাৱে অবস্থান কৰে।

ক) অসমৰ্বত্তিত আলোকেৰ সংজ্ঞা দাও।

খ) সুসংজ্ঞাত উৎসেৰ বৈশিষ্ট্য ব্যাৰ্থ্যা কৰ। বিপদ সংকেতে সবসময় লাল আলো ব্যবহাৰ কৰা হয়ে কেন?

গ) B কেলাসকে এমনভাৱে ঘূৱানো হলো যে এৰ সৱলাক A এৰ সৱলাকেৰ সাথে 45° কোণ উৎপন্ন কৰল। A ও B হতে নিৰ্গত আলোকেৰ তীব্ৰতাৰ অনুপাত বেৰ কৰ।

ঘ) A কেলাসকে স্থিৰ রেখে B কেলাসকে ঘূৱালৈ আলোকেৰ তীব্ৰতাৰ কীৰ্তি পৱিবৰ্তন হবে চিত্ৰ সহকাৰে বিপ্লবণ কৰ।

৩১নং প্রশ্নের উত্তর

ক) যদি কোনো আলোক তরঙ্গেৰ জন্য আলোক গতিৰ অভিমুখেৰ অভিলম্ব তলে তরঙ্গাজনিত কম্পন সবদিকে সমানভাৱে সম্পাদিত হয় তবে তাকে অসমৰ্বত্তিত আলো বলে।

খ) যে উৎস হতে আলোক তরঙ্গসমূহ সৰ্বদা সমদশায় নিঃসৃত হয়, তাকে সুসংজ্ঞাত আলোক উৎস বলে।

সুসংজ্ঞাত উৎসেৰ বৈশিষ্ট্য হলো— (i) নিঃসৃত আলোক তরঙ্গাগুলোৰ একই তরঙ্গাদৈৰ্ঘ্য থাকতে হবে। (ii) আলোক তরঙ্গাবৰ্ষ একই দশায় বা নিৰ্দিষ্ট দশা পাৰ্থক্যে নিঃসৃত হতে হবে। এ দশাপাৰ্থক্য সব সময়েৰ জন্য বজায় থাকতে হবে।

লাল আলোৰ কম বিচুতিৰ কাৰণে বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহাৰ কৰা হয়। মৌলিক দৃশ্যমান আলোসমূহেৰ মধ্যে লাল আলোৰ তরঙ্গাদৈৰ্ঘ্য সবচেয়ে বেশি এবং কাচেৰ মধ্যে লাল রঙেৰ বেগ সবচেয়ে বেশি। তাই লাল আলো অন্যান্য বৰ্চেৰ আলোৰ তুলনায় সবচেয়ে কম বাঁকে, অর্থাৎ বাযুৰ মধ্যদিয়ে লাল রঙেৰ আলোৰ বিচুতি সবচেয়ে কম। তাই বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহাৰ কৰা হয়।

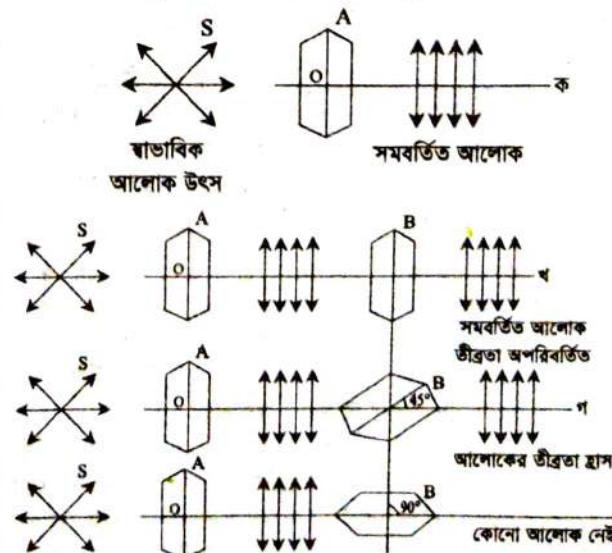
ঘ) দেওয়া আছে, A এৰ সৱলাক এবং B এৰ সৱলাকেৰ মধ্যকাৰ কোণ, $\phi = 45^\circ$ ।

A হতে নিৰ্গত আলোৰ তীব্ৰতা I হলে, B হতে নিৰ্গত আলোৰ তীব্ৰতা, $I' = I \times (\cos 45^\circ)^2$

$\therefore A \text{ ও } B \text{ হতে নিৰ্গত আলোকেৰ তীব্ৰতাৰ অনুপাত}$

$$= \frac{I}{I'} = \frac{I}{I \times (\cos 45^\circ)^2} \\ = \frac{1}{\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2} = 2 : 1$$

ঘ) মনে কৰি, S একটি আলোক উৎস। S হতে নিৰ্গত আলোক তরঙ্গসমূহ এদেৱ গতিপথেৰ অভিলম্ব তলে চাৰদিকে সমান বিস্তাৱে কম্পিত হবে। A এৰ টুর্ম্যালিন কেলাস যা আলোক তরঙ্গেৰ গতিপথে স্থাপন কৰা হয়েছে। S হতে আলোক তরঙ্গ কেলাসেৰ যেকোনো একটি সমতল পৃষ্ঠে আপত্তি হবে (চিত্ৰ ক)।



কেলাসেৰ অপৰ দিকে নজিৰ কৰলে একই প্রাবল্যেৰ বা তীব্ৰতাৰ আলোক দেখা যাবে। কেলাস হতে নিৰ্গত আলোকে কেলাসেৰ প্ৰকৃতিৰ ওপৰ নিৰ্ভৰ কৰবে এবং যৎসামান্য রঞ্জিন দেখাবে। এ অবস্থায় A কেলাসটিকে O বিন্দুৰ সাপেক্ষে ঘূৱাতে থাকলে একই

প্রাবল্যের আলোক দেখা যাবে। এখন A কেলাসের সমান্তরালে আলোকের গতিপথে আর একটি টুর্মালিন কেলাস B এমনভাবে স্থাপন করি যাতে এর সরলাক্ষ আলোকের গতিপথের সাথে সমতাবে অবস্থান করে (চিত্র খ)। এমতাবস্থায় B কেলাসের অপর পার্শ্ব হতে নজর করলে একই প্রাবল্যের আলোক দেখা যাবে।

এখন A কেলাসটিকে স্থির রেখে B কেলাসটিকে O বিন্দু বরাবর ধীরে ধীরে ঘূরাতে থাকলে দেখা যাবে যে, B কেলাসকে যত বেশি কোণে ঘূরানো হবে, আলোকের তীব্রতা তত হ্রাস পাবে। যখন B কে 90° কোণে ঘূরানো হবে, তখন কেলাস হতে কোনো আলোক নির্গত হবে না (চিত্র ঘ)। B কেলাসটিকে 90° -এর বেশি কোণে ঘূরাতে থাকলে পুনরায় B হতে আলোক নির্গত হবে এবং এর প্রাবল্য ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পেতে থাকবে। B কেলাস এর সরলাক্ষ পুনরায় A কেলাস -এর সরলাক্ষের সমান্তরাল হলে B হতে নির্গত আলোকের প্রাবল্য সর্বাপেক্ষা বেশি হবে। অর্থাৎ প্রাবল্য পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসবে।

প্রশ্ন ৩২। রিয়াদ ল্যাবরেটরীতে একক চিঠ্ঠের পরীক্ষায় 5600 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করে দেখল 0.5 mm বেধের চিঠ্ঠের ওপর পড়লে 0.4° কোণে অপবর্তন ঘটে।

- ক. আলোর বৈতন প্রতিসরণ বলতে কী বুঝ? ১
- খ. "সুসংগত আলো ছাড়া স্থায়ী ব্যতিচার সন্দৰ্ভ নয়"-
ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. কততম অন্ধকার পটির জন্য এই অপবর্তন ঘটল? ৩
- ঘ. কেন্দ্রীয় চরম বিন্দু হতে উভয় দিকে ১০ম এবং ১২শ বিন্দুয়ের মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব বেশি হবে—
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫)

৩২নং প্রশ্নের উত্তর

ক। এমন কতগুলো কেলাস আছে যাদের মধ্য দিয়ে আলোকরশ্মি গমন করলে এটা দুটি প্রতিসূত রশ্মিতে বিভক্ত হয়, এ পদ্ধতিকে বৈতন প্রতিরুণ বলে।

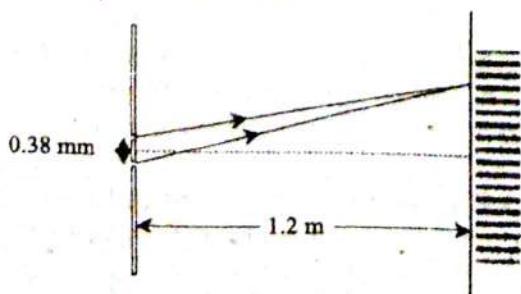
খ। স্থায়ী ব্যতিচার সৃষ্টির প্রাথমিক শর্ত হলো যে আলোক উৎস দুটিকে সুসংগত তে হবে। অর্থাৎ পারম্পরিক দশা পার্শ্বক্য সর্বাদ স্থির থাকতে হবে। কিন্তু দুটি তিনি উৎস থেকে নির্গত আলোতঙ্গের মধ্যে

গোলাম হোসেন প্রায়াশিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৩৩। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৪। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৫। নিচের চিত্রে শব্দ চিরাবয়কে একবীণী সমান্তরাল আলো দ্বারা আলোকিত করা হলে 1.2 m দূরত্বে পর্দায় চিত্রানুরূপ উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরা সৃষ্টি হতে দেখা যায়।



স্থির দশাপার্শ্বক্য থাকে না। সময়ের সাথে দশাপার্শ্বক্যের পরিবর্তন হওয়ার ফলে কোন নির্দিষ্ট স্থানে আলোর তীব্রতার অনবরত পরিবর্তন হবে। ফলে ব্যতিচারের নকশা তৈরি হবে না।

অতএব, স্থায়ী ব্যতিচার সুসংগত আলোক উৎস ছাড়া সন্দৰ্ভ নয়।

গ। আমরা জানি,

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

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

$$= \frac{0.5 \times 10^{-3} \times \sin 0.4^{\circ}}{5600 \times 10^{-10}}$$

$$\therefore n = 6.23$$

এখানে, আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

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

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

$$\text{চিরের বেধ, } a = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{অপবর্তন কোণ, } \theta = 0.4^{\circ}$$

$$\text{ক্রমসংখ্যা, } n = ?$$

$$n \text{ এর মান পূর্ণ সংখ্যায় হওয়ায় } n = 6$$

সুতরাং ৬ষ্ঠ ক্রমের অন্ধকার পটির জন্য এই অপবর্তন ঘটল।

ঘ। অতএব, ১০ম ও ১২শ বিন্দুয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,

$$= 1.54^{\circ} - 1.28^{\circ}$$

$$= 0.26^{\circ}$$

আবার, আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 0.5 \times 10^{-3} \times \sin \theta = 1 \times 5600 \times 10^{-10}$$

$$\text{বা, } \sin \theta = \frac{5600 \times 10^{-10}}{0.5 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore \theta = 0.06^{\circ}$$

অতএব প্রথম অক্ষের জন্য কেন্দ্রীয় চরমের উভয়পাশে নিম্নতম মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব হলো $2\theta = 2 \times 0.06 = 0.12^{\circ}$

$$\therefore 0.26^{\circ} > 0.12^{\circ}$$

অতএব, কেন্দ্রীয় চরমবিন্দু হতে উভয় দিকে ১০ম এবং ১২শ বিন্দুয়ের মধ্যবর্তী কৌণিক দূরত্ব বেশি হবে।

প্রশ্ন ৩৫। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৬ এর উত্তরের জন্য অধ্যায় ৬-এর সৃজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৬। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৭ এর উত্তরের জন্য ৪৮৮ পৃষ্ঠার ৭নং (জ্ঞানমূলক), অধ্যায়-৬ এর ২৩নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪৬০ পৃষ্ঠার সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৭। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য অধ্যায় ৮-এর সৃজনশীল প্রশ্ন ২৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

ক। আলোকতরঙ্গ গুচ্ছকারে নির্গত হয়। এ গুচ্ছকে লুইস কী নামে অভিহিত করেন? ১

খ। হাইগেনের নীতি ব্যাখ্যা কর। ২

গ। কেন্দ্রীয় চরমের এক পাশের ৬ষ্ঠ উজ্জ্বল ডোরা থেকে অপর পাশের ৬ষ্ঠ উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 24 mm হলে ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ। "উজ্জ্বলকের ঘটনায় আলোর অপবর্তন ও ব্যতিচার উভয়ই ঘটে" উক্তিটির তৎপর্য বিশ্লেষণ কর। ৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫)

৩৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক। আলোকতরঙ্গ গুচ্ছকারে নির্গত হয়। এ গুচ্ছকে লুইস

নামে অভিহিত করেন।

খ। তরঙ্গ সঞ্চালন সম্পর্কিত হাইগেনের নীতি হলো— কোনো

তরঙ্গমুখের প্রতিটি বিন্দু এক একটি অগুতরঙ্গের বা গৌণ তরঙ্গের উৎস হিসেবে গণ্য হয়। এই অগুতরঙ্গসমূহ মূল তরঙ্গের সমান বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যেকোনো মুহূর্তে এই অগুতরঙ্গসমূহকে

স্পর্শ করে যে সাধারণ স্পর্শক তল পাওয়া যায়, তাই-ই এই সময়ে তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে। এ নীতির সাহায্যে আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণ সূত্র প্রতিপাদন করা যায়।

কেন্দ্রীয় চরমের এক পাশের ৬ষ্ঠ উজ্জ্বল ডোরা থেকে অপর পাশের ৬ষ্ঠ উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 24 mm । সূতরাং কেন্দ্রীয় চরম থেকে যেকোনো এক পাশের ৬ষ্ঠ উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 12 mm । এখানে, চিরহয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 0.38 \text{ mm} = 38 \times 10^{-5} \text{ m}$ চির থেকে পর্দার দূরত্ব, $D = 1.2 \text{ m}$

$$৬ষ্ঠ উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব, $x_6 = 12 \text{ mm} = 12 \times 10^{-3} \text{ m}$$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য}, \lambda = ?$$

$$\text{সূতরাং আমরা পাই}, x_6 = \frac{\lambda D}{d}$$

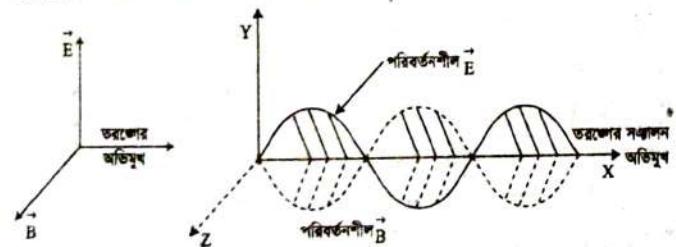
$$\begin{aligned} \therefore \lambda &= \frac{d \times x_6}{D} \\ &= \frac{38 \times 10^{-5} \text{ m} \times 12 \times 10^{-3} \text{ m}}{6 \times 1.2 \text{ m}} \\ &= 6333 \times 10^{-10} \text{ m} = 6333 \text{ Å} \end{aligned}$$

অতএব, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, 6333 Å

যালো কোনো প্রতিবন্ধকের পাশ দিয়ে যাওয়ার সময় বেঁকে যাওয়ার ঘটনাকে অপর্বর্তন বলে। এখানে সমান্তরাল আলোক রশ্মিগুচ্ছ চিরহয়ের মধ্য দিয়ে আপত্তি হয়েছে। আপত্তি আলোর তরঙ্গমুখ ছিল সমতল। হাইগেনসের নীতি অনুসারে তরঙ্গমুখের

৩. ড. শাহজাহান তপন, মুহম্মদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৪১ নিচের চিত্রে তাড়িতচৌমুখীয় তরঙ্গের সঞ্চালন দেখানো হয়েছে। এখানে ভেট্টের E এবং B পরম্পরের ওপর লম্ব।



- ক. তাড়িতচৌমুখ তরঙ্গ কাকে বলে? ১
 - খ. কোন সমীকরণ থেকে তাড়িতচৌমুখ তরঙ্গের বেগ পাওয়া যায়? ২
 - গ. কোনো তাড়িতচৌমুখ তরঙ্গের সর্বোচ্চ তড়িৎক্ষেত্র হলো $9.0 \times 10^2 \text{ N C}^{-1}$ । তরঙ্গটি X -অভিযুক্ত সঞ্চালিত হচ্ছে এবং তড়িৎক্ষেত্রের অভিযুক্ত Y -অক্ষ বরাবর। সর্বোচ্চ চৌমুখ ক্ষেত্রের মান ও দিক বের কর। ৩
 - ঘ. তাড়িতচৌমুখ বর্ণনার বিভিন্ন উপাংশগুলো ব্যাখ্যা কর। ৪
- [অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

৪১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. শূন্যস্থান দিয়ে আলোর মুভিতে পতিশীল তড়িৎ ও চৌমুখ আলোড়ন, যাতে তড়িৎ ও চৌমুখ ক্ষেত্র পরম্পর লম্ব এবং এরা উভয়ে তরঙ্গ সঞ্চালন অভিযুক্তের সাথে লম্ব থাকে তাকে তাড়িতচৌমুখ তরঙ্গ বলে।

খ. শূন্যস্থানে তাড়িতচৌমুখ তরঙ্গের বেগ নিচের সমীকরণ দ্বারা পাওয়া যায়—

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$$

এখানে, c = শূন্যস্থানে তাড়িতচৌমুখ তরঙ্গের বেগ বা আলোর বেগ

$$\mu_0 = \text{শূন্যস্থানের চৌমুখ প্রবেশ্যতা}$$

$$\epsilon_0 = \text{শূন্যস্থানের তড়িৎ ত্বেদনযোগ্যতা}$$

প্রশ্ন ৪২ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিভাগ পত্র একাদশ-বাদশ শ্রেণি প্রতিটি বিন্দু এক একটি গোণ উৎস হিসেবে ক্রিয়া করে। চিরের প্রস্থ খুব কম হওয়ায় একে একটি বিন্দু হিসেবে বিবেচনা করা যায়। সূতরাং, প্রতিটি চির একটি বিন্দু উৎস হিসেবে ক্রিয়া করে। ফলে চির থেকে নির্গত আলো বেশ কিছুটা ছড়িয়ে পড়ে। অর্থাৎ চিরের মধ্য দিয়ে আলো যাওয়ার সময় বেঁকে যায় বা অপবর্তিত হয়।

অপবর্তনের ফলে চিরদ্বয় দুটি উৎস হিসেবে ক্রিয়া করে। উৎসদ্বয় একই উৎস থেকে সৃষ্টি বলে এদের কম্পাঙ্ক ও বিস্তার সমান এবং উভয় পরম্পর একই দশা সম্পর্ক তরঙ্গ উৎপন্ন করবে, অর্থাৎ উৎসদ্বয় সুসংগত হবে। উৎসদ্বয় থেকে নির্গত আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে কোথাও সমদশায় আবার কোথাও বিপরীত দশায় মিলিত হবে ফলে কোথাও গঠনমূলক আবার কোথাও ধ্রুবস্থানক ব্যতিচার সৃষ্টি হবে।

অতএব বলা যায়, উদ্বীপকের ঘটনায় আলোর অপবর্তন ও ব্যতিচার উভয়ই ঘটে।

প্রশ্ন ৪৩ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪৪ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্ব থেকে, তাড়িতচৌমুখ তরঙ্গের তড়িৎ ও চৌমুখক্ষেত্রের বিভাগ যথাক্রমে E_0 ও B_0 হলে,

$$E_0 = cB_0$$

$$\text{বা, } c = \frac{E_0}{B_0}$$

এখানে, তড়িৎক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান, $E_0 = 9 \times 10^2 \text{ N C}^{-1}$ চৌমুখক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান B_0 হলে, ম্যাক্সওয়েলের তত্ত্ব থেকে, আমরা জানি,

$$E_0 = cB_0; \text{ যেখানে, } c = \text{আলোর বেগ} = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{বা, } B_0 = \frac{E_0}{c}$$

$$\text{বা, } B_0 = \frac{9 \times 10^2 \text{ N C}^{-1}}{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}} = 3 \times 10^{-6} \text{ T}$$

সূতরাং চৌমুখক্ষেত্রের সর্বোচ্চ মান $3 \times 10^{-6} \text{ T}$ এবং দিক হবে তড়িৎ ক্ষেত্রের অভিযুক্তের সাথে লম্ব বরাবর অর্থাৎ Z -অক্ষ বরাবর।

তাড়িত চৌমুখীয় বর্ণনার বিভিন্ন উপাংশগুলো নিচে ব্যাখ্যা করা হলো—

১. বেতার তরঙ্গ : প্রায় 10^{-2} m হতে 10^6 m তরঙ্গ দৈর্ঘ্য তথা 10^2 Hz হতে প্রায় 10^{10} Hz ক্রমের কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট বিকিরণ হলো রেডিও তরঙ্গ। একে মিডিয়াম ওয়েভ, শর্ট ১, ২, ৩, ৪ ইত্যাদি উপরিভাগে ভাগ করা যায়। তড়িৎ স্পন্দনের যাধ্যমে ট্রান্সমিটার হতে এ তরঙ্গ উৎপন্ন করা হয়। দূরবর্তী স্থানে শব্দ প্রেরণের জন্য বেতার কেন্দ্র বেতার তরঙ্গ ব্যবহার করে।

২. মাইক্রোওয়েভ : প্রায় 10^{-3} m হতে 10^{-1} m তরঙ্গ দৈর্ঘ্য তথা 10^9 Hz হতে প্রায় 10^{11} Hz ক্রমের কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট বিকিরণ হলো মাইক্রোওয়েভ। মাইক্রোওয়েভ স্পন্দক দ্বারা এ তরঙ্গ উৎপন্ন করা হয়।

৩. অবলোহিত বিকিরণ : প্রায় 10^{-6} m হতে 10^{-3} m তথা 10^{11} Hz হতে 10^{14} Hz ক্রমের কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট বিকিরণ হলো অবলোহিত রশ্মি। এটি তাপশক্তির বাহক।

৪. দৃশ্যমান বিকিরণ : প্রায় 4×10^{-7} m হতে 8×10^{-7} m তরঙ্গ দৈর্ঘ্য তথা 10^{14} Hz হতে 10^{15} Hz কম্পাঙ্ক ক্রমের ক্ষেত্র ব্যাডের বিকিরণ হলো দৃশ্যমান বা সাদা আলো। কোনো কিছু দেখার জন্য, উভিদের সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় আলো মুখ্য ভূমিকা পালন করে।
৫. অতিবেগুনি রশ্মি : প্রায় 10^{-9} m হতে 10^{-7} m তরঙ্গ দৈর্ঘ্য তথা 10^{15} Hz হতে 10^{17} Hz কম্পাঙ্ক ক্রমের বিকিরণ হলো অতি বেগুনি রশ্মি। কার্বনআর্ক-ল্যাম্প ও সূর্য থেকে এর উৎপত্তি।
৬. এল-রে : প্রায় 10^{-12} m হতে 10^{-8} m তরঙ্গ দৈর্ঘ্য তথা 10^{16} Hz হতে 10^{20} Hz কম্পাঙ্ক ক্রমের বিকিরণ হলো এল-রে। চিকিৎসাশাস্ত্রে ও গোয়েন্দা কাজে এটি ব্যবহৃত হয়।
৭. গামা রশ্মি : প্রায় 10^{-14} m হতে 10^{-10} m তরঙ্গ দৈর্ঘ্য তথা 10^{18} Hz হতে 10^{22} Hz ক্রমের কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট বিকিরণ হলো গামা রশ্মি। তেজক্রিয় নিউক্লিয়াস থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে এ রশ্মি নির্গত হয়।

প্রয়োগ ১ কোনো অপবর্তন প্রেটিং-এর প্রতি সেন্টিমিটারে 5000 রেখা আছে। এর ভিতর দিয়ে 5896 \AA তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেলা হলো।

- ক. সমবর্তন কাকে বলে? ১
- খ. হৈত প্রতিসরণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উকীপকে বর্ণিত আলোর ক্ষেত্রে প্রথম চরমের জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উকীপকে বর্ণিত আলোর ক্ষেত্রে চতুর্থ চরমের জন্য অপবর্তন সন্ধিক কী না গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

৩ তকাজল, মহিউদ্দিন, নীলুকার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রয়োগ ২ নীল আলো ব্যবহার করে একটি ইয়ং এর ছি-চিড় পরীক্ষায় নিম্নলিখিত উপাত্ত পাওয়া যায়। ছি-চিড় হতে পর্দার দূরত্ব = 1.82 m , চিড়ের ব্যবধান = 0.3 mm

- ৬টি পটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 12 mm .
- ক. এই পরীক্ষার সাহায্যে তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়ের সূত্রটি কী? ১
- খ. এই পরীক্ষা আলোর কোন ধর্ম ব্যাখ্যা করে। ২
- গ. ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? ৩
- ঘ. এই পরীক্ষায় দুটি চিড় ব্যবস্থা অবলম্বন না করে পাশাপাশি দুটি নীল বাতি রেখে কী অনুরূপ পরীক্ষাটি করা যাবে? তোমার উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

৪৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক উকীপকের (ইয়ং এর ছি-চিড়) পরীক্ষার সাহায্যে তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়ের সূত্রটি হলো : $\lambda = \frac{2a \Delta x}{D}$ ।

খ ইয়ং এর ছি-চিড় পরীক্ষা আলোর তরঙ্গ ধর্ম ব্যাখ্যা করে। এ পরীক্ষায় যে ব্যতিচার সঙ্গে পাওয়া যায় তা আলোর কোয়ার্টাম তত্ত্ব বা কলা তত্ত্ব হারা ব্যাখ্যা করা যায় না। কেবলমাত্র হাইগেনের তরঙ্গ তত্ত্বের মাধ্যমেই ব্যতিচার তথা ইয়ং এর ছি-চিড় পরীক্ষার ফলাফল ব্যাখ্যা করা যায়। এ তত্ত্ব অনুসারে, আলো এক প্রকার তরঙ্গ।

গ দেওয়া আছে, ছি-চিড় হতে পর্দার দূরত্ব, $D = 1.82 \text{ m}$
চিড়ের ব্যবধান, $a = 0.3 \text{ mm} = 0.3 \times 10^{-3} \text{ m}$

৪২নং প্রশ্নের উত্তর

ক শর্ত সাপেক্ষে তরঙ্গের কম্পন সর্বদা একদিকবর্তী থাকার ঘটনাকে সমবর্তন বলে।

খ এমন কতগুলো কেলাস আছে যাদের মধ্য দিয়ে আলোকবিশ্লেষণ করলে এটা দুটি প্রতিসূত্র রশ্মিতে বিভক্ত হয়, এ পদ্ধতিকে বৈত প্রতিসরণ বলে এবং এ সকল কেলাসকে স্বৈত প্রতিসারক কেলাস বলে। যেমন— কোয়ার্টজ ও ক্যালসাইট স্বৈত প্রতিসারক।

গ আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \sin \theta = nN\lambda$$

$$\text{বা, } \sin \theta = 1 \times 5000 \times 10^2 \times 5896 \times 10^{-10}$$

$$\text{বা, } \sin \theta = 0.2948$$

$$\text{বা, } \theta = \sin^{-1}(0.2948) = 17.15^\circ$$

এখানে,

$$\text{ক্রমসংখ্যা, } n = 1$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 5896 \text{ \AA}$$

$$= 5896 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{রেখার সংখ্যা, } N = 5000 \text{ lines cm}^{-1}$$

$$= 5000 \times 10^2 \text{ lines m}^{-1}$$

অপবর্তন কোণ, $\theta = ?$

অতএব, প্রথম চরমের জন্য অপবর্তন কোণ 17.15° ।

ঘ আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \sin \theta = nN\lambda$$

$$\text{বা, } \sin \theta = 4 \times 5000 \times 10^2 \times 5896 \times 10^{-10}$$

$$\therefore \sin \theta = 1.1792, \text{ যা অসম্ভব।}$$

কারণ $\sin \theta$ এর সর্বোচ্চ মান 1।

এখানে,

$$\text{ক্রমসংখ্যা, } n = 4$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 5896 \text{ \AA}$$

$$= 5896 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{রেখার সংখ্যা, } N = 5000 \text{ lines cm}^{-1}$$

$$= 5000 \times 10^2 \text{ lines m}^{-1}$$

অপবর্তন কোণ, $\theta' = ?$

সূতরাং উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায়, উকীপকের আলোকে চতুর্থ ক্রমের অপবর্তন সন্ধিব নয়।

প্রতিটি পটির প্রস্থ, $\Delta x = \frac{12 \text{ mm}}{6} = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$ ব্যবহৃত
আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

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

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

$$= \frac{2 \times 10^{-3} \text{ m} \times 2 \times 0.3 \times 10^{-3} \text{ m}}{1.82 \text{ m}}$$

$$= 6.59 \times 10^{-7} \text{ m.}$$

ঘ আলোর ব্যতিচার সঙ্গা পেতে হলো একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি আলোক তরঙ্গ দরকার। এ কারণে ছি-চিড় ব্যবস্থা অবলম্বন করা হয়। একটিমাত্র আলোর উৎস হতে আলো এসে এ চিড়বয়ে আপগিত হয়। তখন চিড়বয়ে সমান বিস্তার এবং সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি একটী আলোক তরঙ্গের উৎসরূপে ক্রিয়া করে। কিন্তু ছি-চিড় ব্যবস্থা অবলম্বন না করে পাশাপাশি দুটি নীল বাতি রেখে অনুরূপ পরীক্ষাটি করলে, কেবল দুটি আলোক তরঙ্গ নয়, বরং অগণিত আলোক তরঙ্গ পর্যায় পরস্পর উপরাপত্তি হবে, ফলে পর্দায় কোনো ব্যতিচার সঙ্গা নয় বরং পর্দার সর্বত্র সূষ্ম ঔজ্জ্বল্যের নীল আলো দেখা যাবে। অর্থাৎ ছি-চিড় ব্যবস্থার বদলে দুটি বাতি ব্যবহার করলে ছি-চিড় পরীক্ষার মূল উদ্দেশ্য (ব্যতিচার সঙ্গা পাওয়া) ব্যাহত হবে।

তাই উকীপকের পরীক্ষায় দুটি চিড় ব্যবস্থা অবলম্বন না করে পাশাপাশি দুটি নীল বাতি রেখে অনুরূপ পরীক্ষাটি করা যাবে না।



৩ ড. ননী গোপাল, অচিষ্ট্য, গফুর, নির্মল, প্রাণেশ ও মোহেনুল স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৪৪ দুটি সুসংজ্ঞাত উৎস থেকে নির্ণত দুটি তরঙ্গের বিস্তারের অনুপাত $2:1$ এবং তরঙ্গাঙ্কয়ের উপরিপাতন ঘটানো হলো।

- ক. সমবর্তিত আলো কাকে বলে? ১
 খ. দুটি একই ধরনের চিঢ়ি দ্বারা গঠিত ব্যতিচার ঝালো কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরার তীব্রতা । একটি চিঢ়ি বন্ধ করে দেওয়া হলে ঐ স্থানের তীব্রতা কেমন হবে? ২
 গ. সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন প্রাবল্যের সম্পর্ক নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. উৎসছয় সুসংজ্ঞাত না হলে পর্দার বিভিন্ন বিন্দুতে প্রাবল্য কেমন হবে গণিতিকভাবে ঘটায়ত দাও। ৪
 [অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

৪৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো আলোক তরঙ্গের কম্পনের ওপর যদি এমন শর্ত আরোপ করা হয় যে কম্পন কেবল একটা নির্দিষ্ট দিকে বা তলেই সীমাবন্ধ থাকে তবে ঐ আলোকে সমবর্তিত আলো বলে।

খ. একটি চিঢ়ি বন্ধ করে দেয়া হলে ব্যতিচারের পরিবর্তে অপবর্তন সংঘটিত হবে। এক্ষেত্রে পর্দার কেন্দ্র বিন্দুতে কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পটি এবং এর দুই পাশে এর সমান্তরালে পর্যায়ক্রমিকভাবে সজ্জিত অনুজ্জ্বল ও উজ্জ্বল কতগুলো পটি সৃষ্টি হবে। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পটির তুলনায় অন্যান্য উজ্জ্বল পটির তীব্রতা কম এবং কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পটি থেকে দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে সাথে তীব্রতা হ্রাস পেতে থাকে।

গ. এখানে, সুসংজ্ঞাত উৎসছয়ের বিস্তারের অনুপাত,

$$a_1 : a_2 = 2 : 1$$

$$\text{বা, } \frac{a_1}{a_2} = 2$$

সর্বোচ্চ প্রাবল্য I_{\max} ও সর্বনিম্ন প্রাবল্য I_{\min} হলো,

$$I_{\max} = K a_1^2$$

$$I_{\min} = K a_2^2$$

$$\text{বা, } \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{K a_1^2}{K a_2^2}$$

$$\text{বা, } \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2$$

$$\text{বা, } \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = 2^2$$

$$\therefore I_{\max} = 4 I_{\min}$$

অতএব, সর্বোচ্চ প্রাবল্য সর্বনিম্ন প্রাবল্যের 4 গুণ।

ঘ. উৎসছয় সুসংগত না হলে তাদের তরঙ্গাদৈর্ঘ্য সমান হবে না।

ধরি, একই বিস্তার Q এবং λ_1 ও λ_2 তরঙ্গাদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হলো। t সময় পরে তরঙ্গাঙ্কয়ের জন্য কোনো কণার সরণ y_1 ও y_2 হলো,

$$y_1 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda_1} ut \text{ এবং } y_2 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda_2} (ut + x)$$

৪ ড. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৪৫ ইয়ং-এর বি-চিঢ়ি পরীক্ষায় 5000 A তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের আলো প্রয়োগ করা হলো। চিঢ়িরয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.1 mm এবং চিঢ়ি হতে পর্দার দূরত্ব 2 m ।

- ক. আলোর বিচ্ছুরণ কাকে বলে? ১
 খ. আলোক রশ্মির বিচ্যুতি কি প্রিজম কোণের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. দশম উজ্জ্বল ডোরা এবং দশম অন্ধকার ডোরার মধ্যকার কৌণিক অবস্থান তুলনা কর। ৪
 [অনুশীলনীর প্রশ্ন ৬]

তরঙ্গ দুটির উপরিপাতনের ফলে এদের সূজনশীল সরণ,

$$\begin{aligned} y &= y_1 + y_2 \\ &= a \sin \frac{2\pi}{\lambda_1} ut + a \sin \frac{2\pi}{\lambda_2} (ut + x) \\ &= 2 a \cos 2\pi \left(\frac{\frac{ut}{\lambda_1} - \frac{ut+x}{\lambda_2}}{2} \right) \sin 2\pi \frac{\frac{ut}{\lambda_1} + \frac{ut+x}{\lambda_2}}{2} \\ &= 2 a \cos \pi \left(\frac{\lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} \right) \\ &= \sin \pi \left(\frac{\lambda_2 ut + \lambda_1 ut + \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} \right) = A \sin \pi \left(\frac{\lambda_2 ut + \lambda_1 ut + \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} \right) \end{aligned}$$

এখানে, $A = 2 \cos \pi \left(\frac{\lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} \right)$ = সূজনশীল বিস্তার।

গঠনমূলক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে, $A = \pm 2a$

$$\therefore \cos \pi \frac{\lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} = 1.$$

$$\text{বা, } \pi \frac{\lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} = \cos^{-1}(1)$$

$$\text{বা, } \pi = \frac{\lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} = 0, \pi, 2\pi, \dots, n\pi$$

$$\text{বা, } \pi(\lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x) = 0, \lambda_1 \lambda_2, 2\lambda_1 \lambda_2, \dots, n\lambda_1 \lambda_2$$

$$\text{বা, } x_1 = 0 - \lambda_2 ut + \lambda_1 ut = ut(\lambda_1 - \lambda_2)$$

$$\text{আবার, } x_2 = \lambda_1 \lambda_2 - \lambda_2 ut + \lambda_1 ut$$

স্পষ্টতই, x_1 ও x_2 এর মধ্যে কোনো সাদৃশ্য নেই। অর্থাৎ পর্দার উপর কোন বিন্দুতে প্রাবল্য বেশ হবে তা সমীকরণ দ্বারা নির্ণয় সম্ভব নয়।

আবার, ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে,

$$A = 0$$

$$\text{বা, } \cos \pi \frac{\lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} = 0$$

$$\text{বা, } \pi = \frac{\lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \dots,$$

$$\text{বা, } \frac{\lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x}{\lambda_1 \lambda_2} = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \dots,$$

$$\text{বা, } \lambda_2 ut - \lambda_1 ut - \lambda_1 x = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2}, \frac{3\lambda_1 \lambda_2}{2}, \dots,$$

$$\text{বা, } x_1 = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2} - \lambda_2 ut + \lambda_1 ut = \frac{\lambda_1 \lambda_2 ut - 2\lambda_2 ut + 2\lambda_1 ut}{2}$$

$$\text{এবং } x_2 = \frac{3\lambda_1 \lambda_2 - 2\lambda_2 ut + 2\lambda_1 ut}{2}$$

এখানে, অন্ধকার ডোরা সৃষ্টি হওয়ার স্থানও সুনির্দিষ্ট নয়।

অতএব, উৎসছয় সুসংগত না হলে পর্দার বিভিন্ন বিন্দুতে উজ্জ্বল ও অন্ধকার বিন্দুগুলো অনিয়মিতভাবে সৃষ্টি হবে। অর্থাৎ বিভিন্ন বিন্দুর প্রাবল্য সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভব নয়।

৪৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সাদা আলোকরশ্মি প্রিজমের মধ্যাদিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণের আলোকে বিভক্ত হওয়াকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে।

খ. সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে আলোক রশ্মির বিচ্যুতি কোণের মান প্রিজমের প্রতিসারক কোণ ও প্রিজম পদার্থের প্রতিসরণাঙ্কের উপর নির্ভর করে।

যেসব প্রিজমের প্রতিসারক কোণ 60° এর চেয়ে ছোট তাদের সরু প্রিজমের প্রতিসারক কোণ 30° এর চেয়ে ছোট কোণে আপত্তি হলে অর্থাৎ প্রায় লম্বভাবে আপত্তি হলে বিচ্যুতি কোণ,

$$\delta = i_1 + i_2 - A$$

$$\text{এবং } \mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

এখন i_1 ও r_1 খুব ছোট হওয়ায় i_2 ও r_2 ও খুব ছোট হয়। কাজেই

$$\mu = \frac{i_1}{r_1} = \frac{i_2}{r_2}$$

$$\therefore \delta = \mu r_1 + \mu r_2 - A = \mu (r_1 + r_2) - A = \mu A - A$$

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

অর্থাৎ সবুজ প্রিজমের ক্ষেত্রে, আলোকবিশ্লেষণ বিচ্ছিন্ন প্রিজম কোণের উপর নির্ভর করে।

এখনে, আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 5000 \text{ Å} = 5000 \times 10^{-10} \text{ m}$

চিঠি ব্যবধান, $a = 0.1 \text{ mm} = 0.1 \times 10^{-3} \text{ m}$

চিঠি ও পর্দার মধ্যবর্তী দূরত্ব, $D = 2 \text{ m}$; উজ্জ্বল ডোরার ক্রম, $n = 10$

কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব, $x_n = ?$

$$\text{আমরা জানি, } x_n = \frac{n\lambda D}{a} = \frac{10 \times 5000 \times 10^{-10} \times 2}{0.1 \times 10^{-3}} \text{ m}$$

$$\therefore x_n = 0.1 \text{ m}$$

অতএব, কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 0.1 m

(১) 'গ' হতে পাই,

কেন্দ্রীয় চরম থেকে দশম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব, $x_n = 0.1 \text{ m}$.

দশম উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক অবস্থান,



মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল কর্তৃক প্রস্তুত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল এ অধ্যায়ের জন্য শিখনফলের ধারায় নিম্নোক্ত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তরসমূহ প্রণয়ন করেছেন। ১০০% মৌলিক উদ্দীপক নির্ভর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তরসমূহের যথাযথ অনুশীলন কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার জন্য তোমাদের সেরা প্রস্তুতি প্রণয় এবং আঞ্চলিক বৃন্দিতে সহায়তা করবে।

7.1

শিখনফল : আলোর ব্যতিচার ব্যাখ্যা করতে পারব।

প্রশ্ন ৪৭। জুকি একটি প্রেটিং পাত নিয়ে তার উপর 5600 Å তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের একবীণা আলো লম্বভাবে ফেলে অপবর্তন সৃষ্টি করল। জোনাফ প্রেটিং এর শুধু একটি চির ব্যবহার করে অপবর্তন সৃষ্টি করলো। তারা উভয়েই বিভিন্ন ক্রমের জন্য অপবর্তন সৃষ্টি করেছিল। চির ও দাগের বেধ যথাক্রমে 0.005 mm এবং 0.01 mm ।

ক. আলোর অপবর্তন কাকে বলে?

১

খ. প্রথম রোদে রোদ চশমা চোখে দিয়ে স্পট দেখা যায় কেন?

২

গ. উদ্দীপকে প্রতি সে. মি.-এ দাগের সংখ্যা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উপরের উদ্দীপকে জুকি ও জোনাফ উভয়ের পরীক্ষায় অপবর্তন কোণের মান সমান হবে কী না যাচাই কর।

৪

৪৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো সবুজ চির বা প্রতিবন্ধকের ধার ঘেঁষে যাওয়ার সময় আলোর বেঁকে যাওয়ার ঘটনাকে আলোর অপবর্তন বলে।

খ. প্রথম রোধে রোদের তীব্রতার কারণে ঠিকভাবে তাকানো যায় না তথা স্পট দেখা যায় না। অর্থাৎ আমাদের চোখ প্রথম তীব্র আলো সহ্য করতে পারে না। রোদ চশমা প্রথম রোদে কিছুটা আলো শোষণ করে রোধের তীব্রতা কমিয়ে দেয় ফেলে আমাদের চোখ স্পট দেখতে পায়।

গ. এখনে, চিঠ্ঠের বেধ, $a = 0.005 \times 10^{-3} \text{ cm}$

দাগের বেধ, $b = 0.01 \times 10^{-3} \text{ cm}$

∴ প্রতি সে. মি. এ দাগের সংখ্যা,

$$N = \frac{1}{a+b} = \frac{1}{0.005 \times 10^{-3} + 0.01 \times 10^{-3}} = 666.67$$

অতএব, প্রতি সে. মি. এ দাগের সংখ্যা 6.67×10^2 টি।

ঘ. এখনে, আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5600 \text{ Å} = 5600 \times 10^{-10} \text{ m}$

জুকির ক্ষেত্রে :

$$\text{প্রেটিং ধূবৰ্ফ, } d = (0.005 \times 10^{-3} + 0.01 \times 10^{-3}) \text{ m} \\ = 1.5 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\theta_n = \tan^{-1} \left(\frac{x_n}{D} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0.1}{2} \right)$$

$$\therefore \theta_n = 2.86^\circ$$

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

পর্দার দূরত্ব, $D = 2 \text{ m}$

চির ব্যবধান, $a = 0.1 \times 10^{-3} \text{ m}$

ডোরার ক্রম, $n = 10$

আমরা জানি, কেন্দ্রীয় চরম হতে n তম অন্ধকার ডোরার দূরত্ব,

$$x'_n = \frac{(2n+1)\lambda D}{2a} = \frac{(2 \times 10 + 1) \times 5000 \times 10^{-10} \times 2}{2 \times 0.1 \times 10^{-3}}$$

$$\therefore x'_n = 0.105 \text{ m}$$

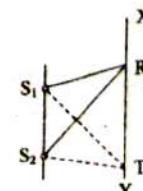
দশম অন্ধকার ডোরার কৌণিক অবস্থান,

$$\theta'_n = \tan^{-1} \left(\frac{x'_n}{D} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{0.105}{2} \right) = 3.0053^\circ.$$

অতএব, দশম উজ্জ্বল ও দশম অন্ধকার ডোরার মধ্যবর্তী কৌণিক ব্যবধান $= 3.0053^\circ - 2.86^\circ = 0.1453^\circ$

প্রশ্ন ৪৮। অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তর দ্রুত্ব।

প্রশ্ন ৪৮। ইয়ং এর ছিটির পরীক্ষায় ছাত্রীরা সুসংহত উৎস S_1 এবং S_2 ব্যবহার করলো। উৎস দূরত্ব তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6000 Å । ছাত্রীরা XY পর্দায় R এবং T বিন্দু পর্যবেক্ষণ করল। উৎসবর্ষ থেকে যে আলো নির্গত হয়ে R এবং T বিন্দুতে মিলিত হয় তাদের পথ পার্শ্বক্ষয় যথাক্রমে 18000 Å এবং 15000 Å ।



ক. ব্রস্টারের সূত্রটি বিবৃত কর।

খ. হলুদ বর্ণকে মধ্য বর্ণ বলা হয় কেন?

গ. উৎসবর্ষ থেকে যে কোটন নির্গত হচ্ছে তার শক্তি নির্ণয় কর।

ঘ. ছাত্রীরা R এবং T বিন্দুতে কি ধরনের ব্যতিচার লক্ষ করল। গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

৪৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ব্রস্টারের সূত্রটি হলো— সময়বর্তন কোণের ট্যানজেন্ট প্রতিফলক মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের সমান।

খ. লাল, হলুদ, নীল এ তিনটি বর্ণকে প্রাথমিক বর্ণ বলা হয়। কারণ, অন্য বর্ণগুলোর সংস্পর্শে এ তিনটি বর্ণ তৈরি করা যায় না। দৃশ্যমান বর্ণগুলোতে হলুদ বর্ণের অবস্থান হলো লাল এবং নীল বর্ণের মাঝে। তাই হলুদ বর্ণকে মধ্য বর্ণ বলা হয়।

গ. S_1 ও S_2 যেহেতু সুসংগত উৎস সেহেতু তাদের কম্পাঙ্গক একই। ফলে তাদের শক্তি অভিন্ন।

আমরা জানি, ফোটনের নির্গত শক্তি,

$$\begin{aligned} E &= h\nu \\ &= \frac{hc}{\lambda} \\ &= \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ Js} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{6000 \times 10^{-10} \text{ m}} \\ &= 3.315 \times 10^{19} \text{ J} = 2.072 \text{ eV} \end{aligned}$$

অতএব, ফোটন হতে নির্গত শক্তি = 2.072 eV।

ঘ. এখানে, উৎসের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 6000 \text{ \AA}$

R বিন্দুতে পথ পার্থক্য, $x_R = 18000 \text{ \AA}$

T বিন্দুতে পথ পার্থক্য, $x_T = 15000 \text{ \AA}$

আমরা জানি, দশা পার্থক্য (δ) = $\frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথপার্থক্য (x)

$$\begin{aligned} R \text{ বিন্দুর জন্য, দশা পার্থক্য, } \delta &= \frac{2\pi}{\lambda} \times 18000 \text{ \AA} \\ &= \pi \times \frac{2 \times 18000 \text{ \AA}}{6000 \text{ \AA}} = \pi \times 6 \end{aligned}$$

আবার, T বিন্দুর জন্য দশা পার্থক্য, $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \times x_T$

$$= \lambda \times \frac{2 \times 15000 \text{ \AA}}{6000 \text{ \AA}} = \pi \times 5$$

এখানে, R বিন্দুতে দশা পার্থক্য π এর যুগ্ম জোড় এবং T বিন্দুতে অযুগ্ম (বিজোড়) গুণিতক।

তাই, ছাত্রা R বিন্দুতে গঠনমূলক ব্যতিচার এবং T বিন্দুতে ধৰ্মসাত্ত্বক ব্যতিচার লক্ষ করবে।

7.2

শিখনকল : ইয়েং-এর ছি-চিড় ব্যাখ্যা করতে পারব।

প্রয়োগ ৪৭। ইয়েং-এর ছি-চিড় পরীক্ষায় চিড় দুটির ব্যবধান 0.4 mm এবং চিড় থেকে পর্দার দূরত্ব 1 m । ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 7800 \AA ।

ক. তাড়িত চৌম্বক বিকিরণ কী?

খ. পয়েন্টিং ভেস্টের দিক তড়িচূম্বকীয় তরঙ্গের দিকে হলো মান ভিন্ন— ব্যাখ্যা কর।

গ. উল্লেখিত পরীক্ষাটি বায়ুতে সম্পন্ন করলে কেন্দ্রীয় চরম হতে ৮ম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব কত?

ঘ. উল্লেখিত পরীক্ষাটি পানিতে সম্পন্ন করলে উজ্জ্বল ডোরার প্রস্থ পরিবর্তন হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যখন পতিশীল চৌম্বক ও তড়িচূকেতের দুটি পর্যাপ্ত পরিবর্তন ঘটে তখন দৃশ্য ও অদৃশ্য বিকিরণের উভয় হয় যা তরঙ্গ আকারে $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ বেগে চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। এ বিকিরণকে তাড়িত চৌম্বক বিকিরণ বলে।

খ. পরিবর্তশীল তড়িচূকেত ভেস্টের ও চৌম্বক ছেত্র ভেস্টের পরম্পর সমাকোণে স্পন্দিত হলে এদের উভয়ের সাথে লম্বভাবে একটি তরঙ্গ শূন্য মাধ্যমে $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ বেগে সঞ্চালিত হয়, এ তরঙ্গকে তাড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গ বলে। এটি এক স্থান হতে অন্যস্থানে শক্তি বহন করতে পারে। আর পয়েন্টিং ভেস্টের হলো তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গের

(নির্মাণ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিতীয় পত্র) একাদশ-স্বাদশ শ্রেণি

গতিপথে লম্বভাবে স্থাপিত একক ফেজফলের মধ্যদিয়ে যে পরিমাণ শক্তি অতিক্রম করে তার পরিমাণ।

এই কারণে পয়েন্টিং ভেস্টের দিক তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গের দিকে হলো মান ভিন্ন।

ঘ. উদ্বিপক হতে পাই,

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 7800 \text{ \AA} = 7800 \times 10^{-10} \text{ m}$

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

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

ক্রমসংখ্যা, $n = 8$

কেন্দ্রীয় চরম হতে ৮ম উজ্জ্বল ডোরার দৈর্ঘ্য, $n_g = ?$

আমরা জানি, $n_g = n \frac{\lambda D}{a} = \frac{8 \times 7800 \times 10^{-10} \times 1}{0.4 \times 10^{-3}} = 0.0156 \text{ m}$

সুতরাং, কেন্দ্রীয় চরম হতে ৮ম উজ্জ্বল ডোরার দূরত্ব 0.0156 m ।

ঘ. আমরা জানি, বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্গক, $\mu_w = \frac{4}{3}$

বায়ু মাধ্যমে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_v = 7800 \times 10^{-10} \text{ m}$

ধরি, পানি মাধ্যমে আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_w

এখন, $\mu_w = \frac{4}{3}$

বা, $\frac{c_v}{c_w} = \frac{4}{3}$

বা, $\frac{\lambda_v}{\lambda_w} = \frac{4}{3}$

বা, $\frac{\lambda_v}{\lambda_w} = \frac{4}{3} = 1.33$

আবার, বায়ু মাধ্যমে পটি বা ঝালরের প্রস্থ Δx_v হলে,

$$\Delta x_v = \frac{\lambda_v D}{a} \quad \dots \dots \dots (i)$$

এবং পানি মাধ্যমে পটি বা ঝালরের প্রস্থ Δx_w হলে,

$$\Delta x_w = \frac{\lambda_w D}{a} \quad \dots \dots \dots (ii)$$

(i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$\frac{\Delta x_v}{\Delta x_w} = \frac{\lambda_v}{\lambda_w} = 1.33$$

$\therefore \Delta x_v = 1.33 \times \Delta x_w$

$\therefore \Delta x_v > \Delta x_w$

অতএব, উপরের পাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, উদ্বিপকের ব্যবস্থাটি পানির মধ্যে থাকলে উজ্জ্বল ডোরার প্রস্থ হ্রাস পাবে।

7.3

শিখনকল : আলোর অপবর্তন ব্যাখ্যা করতে পারব।

প্রয়োগ ৪৮। একটি অপবর্তন গ্রেটিং এর প্রতি সেটিমিটারে দাগ সংখ্যা 4.25×10^3 । গ্রেটিং এর উপর 5896 \AA এর আলো আপত্তি করা হলো। পরীক্ষাটি বায়ুতে সম্পন্ন হয়েছে।

ক. ধৰ্মসাত্ত্বক ব্যতিচার কাকে বলে?

খ. ডোরার ব্যবধান ও ডোরার প্রস্থ চিত্রের সাহায্যে উপস্থাপন কর।

গ. গ্রেটিং এর ২য় ক্রমের অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর।

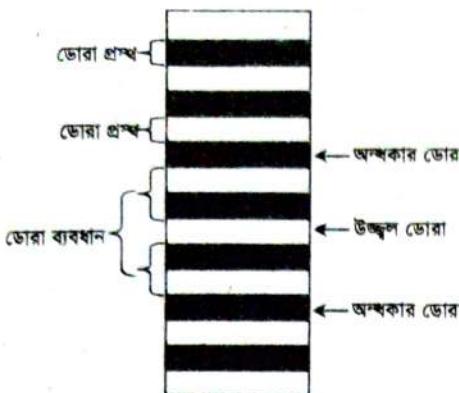
ঘ. যদি সম্পূর্ণ পরীক্ষণটি বায়ুর পরিবর্তে ১.৫ প্রতিসরণকের তরলে করা হয় সেক্ষেত্রে ২য় ক্রমের অপবর্তন কোণ পাবে কি-না যাচাই কর।

১ ২ ৩ ৪

৫০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি উৎস হতে সমান কম্পাঙ্গক ও বিজ্ঞারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে অন্ধকার বিন্দু পাওয়া গেলে তাকে ধৰ্মসাত্ত্বক ব্যতিচার বলে।

১) নিচে ডোরার ব্যবধান ও ডোরার প্রস্থ চিত্রের সাহায্যে উপস্থাপন করা হলো—



২) উকীপক হতে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5896 \text{ Å} = 5896 \times 10^{-10} \text{ m}$
রেখার সংখ্যা, $N = 4.25 \times 10^3 \text{ cm}^{-1} = 4.25 \times 10^5 \text{ m}^{-1}$

ক্রম সংখ্যা, $n = 2$

আমরা জানি, $d \sin \theta = n\lambda$

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

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

$$\text{বা, } \theta = \sin^{-1} (2 \times 4.25 \times 10^5 \text{ m}^{-1} \times 5896 \times 10^{-10} \text{ m}) = 30.077^\circ$$

সূতরাং ছেটিং এর ২য় ক্রমের অপর্বর্তন কোণ 30.077°.

৩) উকীপক অনুসারে, তরলের প্রতিসরণগুরুত্ব, $a\mu_L = 1.5$
বায়ু মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_a = 5896 \times 10^{-10} \text{ m}$

পানি মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_w = ?$

আমরা জানি,

$$a\mu_L = \frac{\lambda_L}{\lambda_a}$$

$$\text{বা, } 1.5 = \frac{\lambda_L}{5896 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$\therefore \lambda_L = 8844 \times 10^{-10} \text{ m.}$$

ক্রম সংখ্যা, $n = 2$

রেখার সংখ্যা, $N = 4.25 \times 10^5 \text{ m}^{-1}$

আমরা জানি,

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

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

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

$$\text{বা, } \theta = \sin^{-1} (n N \lambda)$$

$$= \sin^{-1} (2 \times 4.25 \times 10^5 \text{ m}^{-1} \times 8844 \times 10^{-10} \text{ m})$$

$$\therefore \theta = 48.74^\circ$$

সম্পূর্ণ পরীক্ষাটি বায়ুর পরিবর্তে 1.5 প্রতিসরণগুরুত্ব তরলে করলে ২য় ক্রমের অপর্বর্তন কোণ পাওয়া যাবে এবং এর মান হবে 48.74°.



শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার সুজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল সারা দেশের শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার প্রশ্নপত্র বিশ্লেষণ করে তা থেকে গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নাবলি উত্তর সহকারে নিচে সংযোজন করেছেন। কলেজের নাম সংবলিত এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা পরীক্ষায় কমনের নিচ্ছতা পাবে।

১) প্রশ্ন ১) রিয়াদ ল্যাবরেটরিতে 5800 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সোডিয়াম আলো দিয়ে ইয়ং এর ছি-চির পরীক্ষা করছিলো। রিয়াদ একবার চিত্রহয় হতে পর্দাকে 1 m দূরে এবং আবার আরও 0.5 m দূরে সরিয়ে ডোরার পরিবর্তন লক্ষ করছিলো। চিত্রহয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.2 mm।

ক. ডোপ্যাট কাকে বলে? ১

খ. একটি ট্রানজিস্টরের ভূমিকে খুব পাতলা এবং হালকা

ঘাতায় ডোপিং করা হয় কেন?— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার কৌণিক দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. পর্দার অবস্থান পরিবর্তনের পর ডোরার প্রকৃতি

অপরিবর্তিত রাখতে হলে কী ব্যবস্থা নিতে হবে?—

গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

(আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা)

২) ৫২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ডোপ্যাট (Dopant) হলো সেই doping agent যার সাহায্যে কোনো অর্ধপরিবাহী পদার্থের পরিবাহিতা বৃদ্ধি করা হয়।

খ. পীঠ বা ভূমি খুব পাতলা হয় যেন এর রোধ খুব কম হয়। কারণ ভূমি মূলত সংগ্রাহক ও নিঃসারক প্রবাহকে বিবর্ধিত করে। পক্ষান্তরে সংগ্রাহক নিঃসারকের তুলনায় প্রশংসন হয়।

গ. এখানে, চিত্রহয়ের দূরত্ব, $a = 0.2 \text{ mm} = 0.2 \times 10^{-3} \text{ m}$
তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 5800 \text{ Å} = 5800 \times 10^{-10} \text{ m} = 5.8 \times 10^{-7} \text{ m}$

$n = 2$ [পরপর দুটি উজ্জ্বল]

কৌণিক দূরত্ব, $\theta = ?$

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

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

$$\text{বা, } \theta = \sin^{-1} \left(\frac{2 \times 5.8 \times 10^{-7}}{0.2 \times 10^{-3}} \right) = 0.33^\circ$$

৩) ১ম ক্ষেত্রে ডোরা ব্যবধান, $\Delta x_1 = \frac{D \lambda}{a}$ এবং $D = 1 \text{ m}$

২য় ক্ষেত্রে ডোরা ব্যবধান, $\Delta x_2 = \frac{D' \lambda}{a'}$ এবং $D' = 0.5 \text{ m}$

যদি, $\Delta x_1 = \Delta x_2$ হয় [\because ডোরার প্রকৃতি অভিন্ন]

তবে, $\frac{D \lambda}{a} = \frac{D' \lambda}{a'}$ হবে।

$$\text{বা, } \frac{D}{a} = \frac{D'}{a'}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{a} = \frac{0.5}{a'}$$

$$\text{বা, } a' = 0.5 a = \frac{1}{2} a$$

$$\text{বা, } \text{নতুন চিত্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব} = \frac{1}{2} \times \text{পূর্ববর্তী চিত্রের দূরত্ব।}$$

৪) প্রশ্ন ২) ইয়ং-এর ছি-চির পরীক্ষায় ব্যবহৃত 6460 Å তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট আলো ব্যবহার করা হলো। দুটি চিরের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.4 mm এবং চির হতে পর্দার দূরত্ব 1m। কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে n তম ডোরার অবস্থান $X_n = 6.46 \times 10^{-3} \text{ m}$ ।

ক. রিফ্রেঞ্চিং টেলিস্কোপ কী?

খ. বিপদ সংকেতে লাল রং ব্যবহার করা হয় কেন— ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে ২য় অস্থকার ডোরার দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. n তম বিন্দুতে সৃষ্টি বাতিচারের প্রকৃতি গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

(নিউ গড়ঃ ডিয়াল কলেজ, রাজশাহী)

৩) ৫২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে দূরবীক্ষণ যন্ত্রে উত্তর লেন্সের প্রধান অক্ষের ছেদ বিন্দুতে একটি সমতল দর্পণ অবস্থার দর্পণের সাথে 45° কোণে আনত অবস্থায় থাকে, তাই রিফ্রেঞ্চিং টেলিস্কোপ।

১) লাল আলোর কম বিচ্ছিন্নির কারণে বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহার করা হয়। মৌলিক দৃশ্যমান আলোসমূহের মধ্যে লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি এবং কাচের মধ্যে লাল রঙের বেগ সবচেয়ে বেশি। তাই লাল আলো অন্যান্য বর্ণের আলোর তুলনায় সবচেয়ে কম বাঁকে, অর্থাৎ বায়ুর মধ্যাদিয়ে লাল রঙের আলোর বিচ্ছিন্নি সবচেয়ে কম। তাই বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহার করা হয়।

২) ধরি, কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে বিত্তীয় অস্ত্রকার ডোরার দূরত্ব x

উকীপক হতে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 6460 \text{ Å} = 6460 \times 10^{-10} \text{ m}$

চিহ্নয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 0.4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}$

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

কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা হতে বিত্তীয় অস্ত্রকার ডোরার দূরত্ব,

$$\begin{aligned} x &= \frac{5}{2} \cdot \frac{D\lambda}{a} \\ &= \frac{5}{2} \times \frac{1 \times 6460 \times 10^{-10}}{4 \times 10^{-4}} \text{ m} \\ &= 4.0375 \times 10^{-3} = 4.0375 \text{ mm} \end{aligned}$$

অর্থাৎ কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে বিত্তীয় অস্ত্রকার ডোরার দূরত্ব 4.0375 mm.

৩) উকীপক অনুসারে,

কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল ডোরা থেকে n বিন্দুর দূরত্ব, $x_n = 6.46 \times 10^{-3} \text{ m}$

চিহ্নয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $a = 0.4 \text{ mm} = 4 \times 10^{-4} \text{ m}$

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

আমরা জানি, $\sigma = \frac{x_n a}{D} = \frac{6.46 \times 10^{-3} \text{ m} \times 4 \times 10^{-4} \text{ m}}{1 \text{ m}}$

$\therefore \sigma = 2.584 \times 10^{-6} \text{ m} = 25840 \times 10^{-10} \text{ m} = 25840 \text{ Å}$

আবার, দশা পার্থক্য δ হলে,

$$\begin{aligned} \frac{\delta}{2\pi} &= \frac{\sigma}{\lambda} \\ \text{বা, } \frac{\delta}{2\pi} &= \frac{25840 \text{ Å}}{6460 \text{ Å}} \\ \text{বা, } \frac{\delta}{2\pi} &= 4 \end{aligned}$$

$$\text{বা, } \delta = 8\pi = (4 \times 2\pi)$$

$$\therefore \delta = \pi$$

যেহেতু দশা পার্থক্য π -এর যুগ্ম গুণিতক সেহেতু P বিন্দুতে গঠনমূলক ব্যতিচার হবে।

৪) ৫০০০ Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক তরঙ্গ একটি সূর্ক্ষ চির হতে ইয়ং এর ছি-চির এ আপত্তি হলো। 1500 cm দূরে পর্দার উপর ৪টি পটির দূরত্ব 3 cm।

১) ক. তরঙ্গ মুখ কাকে বলে?

২) খ. অপবর্তন উজ্জ্বল পটিগুলোর প্রত্যেকটিতে আলোক

তীব্রতা সমান থাকে না - ব্যাখ্যা কর।

৩) গ. চিরের দূরত্ব নির্ণয় কর।

৪) ঘ. উৎস থেকে পর্দার দূরত্ব ছিগু এবং চিহ্নয়ের দূরত্ব অর্ধেক করলে এই একই সংখ্যক পটির দূরত্ব একই থাকবে কিনা যাচাই কর।

[মুরারিচান কলেজ, সিলেট]

৫৩০. প্রশ্নের উত্তর

১) কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পর্ক কণাগুলোর সংগ্রহপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

২) আমরা জানি, অপবর্তন হলো কোনো প্রতিবন্ধকের ধার ঘেষে বা সরু ছিদ্রের মধ্যাদিয়ে যাওয়ার সময় আলোর কিছুটা বেঁকে যাওয়ার ঘটনা। অপবর্তন ঘটারের কেন্দ্রীয় পটিতে আলোক প্রাবল্য সর্বাধিক হয় এবং উভয় পার্শ্বস্থ পটিগুলোতে ক্রমশ ছাস পায়। এই কারণে উজ্জ্বল পটিগুলোর প্রত্যেকটিতে আলোক তীব্রতা সমান থাকে না।

৩) আমরা জানি

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

$$\text{বা, } d = \frac{\lambda D}{2 \Delta x}$$

$$= \frac{5000 \times 10^{-10} \times 15}{2 \times 3.75 \times 10^{-3}} = 10^{-3} \text{ m}$$

প্রত্যেকটি পটির দূরত্ব,

$$\Delta x = \frac{0.03}{8} = 3.75 \times 10^{-3} \text{ m}$$

উৎসস্থায়ের দূরত্ব, $d = ?$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 5000 \text{ Å} = 5000 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$\text{পর্দার দূরত্ব, } D = 1500 \text{ cm} = 15 \text{ m}$$

৪) আবার,

$$\text{ধরি, } \Delta x' = \frac{\lambda D'}{2d'}$$

$$= \frac{5000 \times 10^{-10} \times 30}{2 \times 0.5 \times 10^{-3}} = 0.015 \text{ m}$$

পর্দার দূরত্ব, $D' = 2D = 30 \text{ m}$

উৎসস্থায়ের দূরত্ব,

$$d' = \frac{d}{2} = 0.5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

প্রত্যেকটি পটির দূরত্ব, $\Delta x' = ?$

$$\therefore 8 \text{ টি ডোরার বা পটির দূরত্ব} = 0.015 \times 8 = 0.12 \text{ m}$$

$$\text{কিন্তু 'g' থেকে জানি পূর্বে ৪টি ডোরার দূরত্ব ছিল} = 0.03 \text{ m}$$

সুতরাং, পটির দূরত্ব একই থাকবে না।

৫) প্রশ্ন ৫৪। ইয়ং এর ছি-চির পরীক্ষায় চির দু'টির মধ্যবর্তী দূরত্ব 2.00 mm। চিরস্থয় থেকে 1m দূরে ডোরার প্রস্থ 0.295 mm পাওয়া গেল। [বায়ু ও পানিতে আলোর বেগ যথাক্রমে $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ এবং $2.4 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

১) ক. জেনার ভোল্টেজ কী?

২) খ. ডোপিং কিভাবে তড়িৎ পরিবাহিতাকে প্রভাবিত করে - ব্যাখ্যা কর।

৩) গ. ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?

৪. সম্পূর্ণ ব্যবস্থাটিকে পানিতে সম্পন্ন করা হলে, মাধ্যমের ডিম্বাত কারণে ডোরার ব্যবধানের ক্রিপ্প পরিবর্তন হবে বলে তুষি মনে কর, গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করে বুঝিয়ে দাও।

[শহীদ বীর উত্তম লেঃ আনন্দের গার্জন কলেজ, ঢাকা]

৫৪০. প্রশ্নের উত্তর

১) একটি p-n জাংশন ডায়োডকে বিমুক্তি ঝোকপ্রাণ অবস্থায় পচাশমুখী বায়াস বাড়াতে থাকলে যে বিশেষ ভোল্টেজে প্রবাহিতা হচ্ছে খুব বেশি বেড়ে যায়, সেই ভোল্টেজকে জেনার ভোল্টেজ বলে।

২) বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহক খুব পরিমাণ তড়িৎ পরিবহন করে। কারণ এতে তড়িৎ পরিবহনের জন্য মুক্ত আধান খুবই কম থাকে। কিন্তু ডোপিং করার ফলে n-টাইপ অর্ধপরিবাহকে ইলেক্ট্রন সংখ্যা এবং p-টাইপ অর্ধপরিবাহকে হোলের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় যা অর্ধপরিবাহকের পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে। অতএব, ডোপিং অর্ধপরিবাহকের পরিবাহিতা বৃদ্ধি করে।

৩) এখানে, চির ব্যবধান, $d = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

পর্দার দূরত্ব, $D = 1 \text{ m}$

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

আমরা জানি, $x = \frac{\lambda D}{2d}$

বা, $\lambda = \frac{2dx}{D}$

$$= \frac{2 \times 0.295 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-3}}{1} = 1.18 \times 10^{-6} \text{ m}$$

অতএব, ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $1.18 \times 10^{-6} \text{ m}$ ।

৪) পানিতে, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ_w হলে

$$\lambda_w = \frac{2.4 \times 10^8}{3 \times 10^8} \times \lambda$$

$$= \frac{2.4}{3} \times 1.18 \times 10^{-6} \text{ m} = 9.44 \times 10^{-7} \text{ m}$$

অতএব, ব্যবস্থাটি পানিতে সম্পন্ন করলে ডোরার প্রস্থ,

$$x_w = \frac{\lambda_w D}{2d}$$

$$= \frac{9.44 \times 10^{-7} \times 1}{2 \times 2 \times 10^{-3}}$$

$$= 2.36 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.236 \text{ mm}$$

এখানে,
D = 1 m
d = 2×10^{-3} m

$$\therefore \text{ডোরা ব্যবধান} = 2 x_w = 2 \times 0.236 \text{ mm} = 0.472 \text{ mm}$$

অতএব, সম্পূর্ণ ব্যবস্থাটি পানিতে সম্পন্ন করলে ডোরা ব্যবধান $2 \times 0.295 \text{ mm} = 0.59 \text{ mm}$ থেকে 0.472 mm এ নেমে আসবে।

প্রশ্ন ৫৫ সনি একক চিঠ্ঠের অপবর্তন পরীক্ষায় 6500 \AA তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করে। এতে সে প্রথম ক্রমের উজ্জ্বল পটির জন্য অপবর্তন কোণ 1.25° পায়। সে ৪৮ ক্রমের অপবর্তন পাওয়ার চেটা করছে।

ক. আলোর সমবর্তন কাকে বলে?

খ. ব্যতিচার সৃষ্টিকারী তরঙ্গের গতিপথে কোন কাচ পাত রাখলে ব্যতিচার ডোরার প্রস্থের কোনো পরিবর্তন হবে কি? ব্যাখ্যা কর।

গ. সনির ব্যবহৃত চিঠ্ঠি-এর বেধ কত?

ঘ. সনির প্রচেটা সফল হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

[আনন্দ মোহন বিশ্ববিদ্যালয় কলেজ, ময়মনসিংহ]

৫৬২. প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পমান করা যায় সেই প্রক্রিয়াই হলো আলোর সমবর্তন।

খ ব্যতিচার সৃষ্টিকারী দুটি তরঙ্গের যেকোনো একটির পথে t বেধের একটি পাতলা কাচ প্লেট রাখলে তরঙ্গছয়ের মধ্যে ($\mu-1$) t পরিমাণ অতিরিক্ত পথ পার্থক্যের সৃষ্টি হবে। (এখানে, μ = কাচের প্রতিসরণাঙ্গক) ফলে ব্যতিচার ঝাল, কাচ প্লেটের যেদিকে রাখা হয়েছে সেদিকে সরে যাবে। কিন্তু ব্যতিচার ঝালের সরণ ঘটলেও ঝালের প্রস্থের কোনো পরিবর্তন হবে না।



একাধিক অধ্যায়ের সমস্যায়ে প্রশ্নিত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

শিয় শিক্ষার্থী, এইচএসসি পরীক্ষায় সৃজনশীল প্রশ্ন সাধারণত একাধিক অধ্যায়ের সমস্যায় এসে থাকে। তোমরা যাতে পরীক্ষার জন্য এ ধরনের প্রশ্ন সম্পর্কে পূর্ব প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পার, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়ের সাথে সংলিপ্ত অধ্যায়ের সমস্যায়ে প্রশ্নিত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর নিচে দেওয়া হলো।

প্রশ্ন ১ পরীক্ষা-১: কোনো ধাতুর সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 5500 \AA । এ ধাতুর উপর আলো আপত্তি হলে সর্বোচ্চ 3.6×10^{-19} শক্তি সম্পন্ন ইলেক্ট্রন নির্গত হয়। প্ল্যান্কের ধ্রুবক $6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ এবং আলোর দ্রুতি $= 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ।

পরীক্ষা-২: একটি সমতল অপবর্তন প্রেটিং এর চিঠ্ঠের ও দাগের বেধ যথাক্রমে $6 \times 10^{-4} \text{ mm}$ এবং $1 \times 10^{-3} \text{ mm}$. প্রেটিং তলের উপর লম্বভাবে আলো আপত্তি হওয়ায় প্রথম ক্রমের উজ্জ্বল রেখার জন্য 18.2° অপবর্তন কোণ পাওয়া যায়।

ক. প্রেটিং ডেটের কাকে বলে?

খ. কোনো বস্তু আলোর সমান বেগে গতিশীল হতে পারে না কেন?

গ. পরীক্ষা-১ এর ধাতুটির কার্যাপেক্ষক কত?

ঘ. উভয় পরীক্ষার ক্ষেত্রে আপত্তি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাতের তুলনা কর।

[অধ্যায় ৭ ও ৮-এর সমস্যায়ে প্রশ্নিত]

৫৬২. প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তাঢ়িতচৌমুক তরঙ্গের গতিপথে লম্বভাবে স্থাপিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ শক্তি অতিক্রম করে তাকে প্রেটিং ডেটের বলে।

১ দেওয়া আছে, অপবর্তন কোণ, $\theta = 1.25^\circ$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 6500 \text{ \AA} = 6500 \times 10^{-10} \text{ m} = 6.5 \times 10^{-7} \text{ m}$
চিঠ্ঠের বেধ, $a = ?$

উজ্জ্বল পটির ক্রম, $n = 1$

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

$$a = \frac{(2n + 1) \frac{\lambda}{2}}{\sin \theta} = \frac{(2 \times 1 + 1) \times \frac{6.5 \times 10^{-7}}{2}}{\sin 1.25^\circ}$$

$$= 4.47 \times 10^{-5} \text{ m}$$

অতএব, সনির ব্যবহৃত চিঠ্ঠি-এর বেধ $4.47 \times 10^{-5} \text{ m}$ ।

২ অপবর্তন ক্রম, $n = 4$

চিঠ্ঠের বেধ, $a = 4.47 \times 10^{-5} \text{ m}$ ['গ' হতে প্রাপ্ত]

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 6.5 \times 10^{-7} \text{ m}$

অপবর্তনের জন্য,

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

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

$$= \sin^{-1} \left\{ \frac{\left(2 \times 4 + 1 \times \frac{6.5 \times 10^{-7}}{2} \right)}{4.47 \times 10^{-5}} \right\} = 3.75^\circ$$

\therefore উজ্জ্বল ডোরা সন্দৰ্ব।

অন্ধকারের ক্ষেত্রে,

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

$$a = \frac{n\lambda}{\sin \theta} = \frac{4 \times 6.5 \times 10^{-7}}{\sin 3.75^\circ} = 4.47 \times 10^{-5} \text{ m}$$

\therefore অন্ধকার ডোরাও সন্দৰ্ব হবে।

\therefore সনির চেটা সফল হবে।

২ কোনো বস্তুর নিচল অবস্থায় ভর m_0 এবং এর চলমান অবস্থায় ভর m এবং বস্তুটি v দ্রুতিতে গতিশীল হলো আমরা জানি,

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

যেখানে 'c' আলোর বেগ।

এখন, বস্তুর বেগ v আলোর বেগের সমান হলে, $v^2/c^2 = 1$ হবে।

$$\therefore m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - 1}} = \frac{m_0}{0} = \infty$$

যা সন্দৰ্ব নয়।

অর্থাৎ কোনো বস্তুর বেগ আলোর বেগের সমান হলে অর্থাৎ $v = c$ হলে বস্তুর ভর অসীম হয়ে যাবে, যা সন্দৰ্ব নয়। সুতরাং কোনো বস্তু আলোর বেগের সমান বেগে গতিশীল হতে পারে না।

৩ ধরি, ধাতুটির কার্যাপেক্ষক W

উদ্বিগ্ন হতে পাই, সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = 5500 \text{ \AA} = 5500 \times 10^{-10} \text{ m}$

প্ল্যান্কের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

আলোর দ্রুতি, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

আমরা জানি, $W = h/\lambda_0$

$$W = h \frac{c}{\lambda_0} = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s} \times \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{5500 \times 10^{-10} \text{ m}}$$

$$= 3.62 \times 10^{-19} \text{ J} = 2.26 \text{ eV}$$

সুতরাং পরীক্ষা-১ এর ধাতুটির কার্যাপেক্ষক 2.26 eV ।

১) নিচে পরীক্ষা-১ এবং পরীক্ষা-২ এর ক্ষেত্রে আপত্তি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাতের তুলনা করা হলো—

মনেকরি, পরীক্ষা-১ এর ক্ষেত্রে আপত্তি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ_1 ,

এবং পরীক্ষা-২ এর ক্ষেত্রে আপত্তি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ_2 ,

উদ্দীপক অনুসারে, সূচন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_0 = 5500 \text{ Å} = 5500 \times 10^{-10} \text{ m}$

প্লাজ্যের ধ্রুবক, $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

আলোর দৃতি, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

সর্বাধিক গতিশক্তি, $K_{\max} = 3.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

চিহ্নের বেধ, $a = 6 \times 10^{-4} \text{ mm} = 0.6 \times 10^{-6} \text{ m}$

দাগের বেধ, $b = 1 \times 10^{-3} \text{ mm} = 1 \times 10^{-6} \text{ m}$

ক্রম সংখ্যা, $n = 1$

অপবর্তন কোণ, $\theta = 18.2^\circ$

গ নং হতে পাই, কার্যাপেক্ষক, $W = 3.62 \times 10^{-19} \text{ J}$

আমরা জানি, $hf = K_{\max} + W$

বা, $h \frac{c}{\lambda_1} = K_{\max} + W$

বা, $\lambda_1 = \frac{hc}{K_{\max} + W}$

$$\text{বা, } \lambda_1 = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J s} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{3.6 \times 10^{-19} \text{ J} + 3.62 \times 10^{-19} \text{ J}} \\ = 2755 \times 10^{-10} \text{ m} \\ = 2755 \text{ Å}$$

সূতরাং পরীক্ষা-১ এর ক্ষেত্রে আপত্তি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 2755 Å ।

আবার, পরীক্ষা-১ এর ক্ষেত্রে আমরা জানি, $(a+b) \sin \theta = n \lambda_2$

$$\text{বা, } \lambda_2 = \frac{(a+b) \sin \theta}{n} \\ = \frac{(0.6 \times 10^{-6} \text{ m} + 1 \times 10^{-6} \text{ m}) \sin 18.2^\circ}{1} \\ = 0.4997 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$\therefore \lambda_2 = 4997 \text{ Å}$$

সূতরাং পরীক্ষা-২ এর ক্ষেত্রে আপত্তি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 4997 Å ।

$$\text{এখন, } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{2755 \text{ Å}}{4997 \text{ Å}}$$

$$\therefore \lambda_1 : \lambda_2 = 1 : 1.81$$

অতএব উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় পরীক্ষা-১ এবং পরীক্ষা-২ এ আপত্তি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত $1 : 1.81$ ।



১০০% কমন উপযোগী জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের যেকোনো লাইন ও অনুচ্ছেদ থেকে এসে থাকে। তাই নতুন পাঠ্যবইয়ের পরিবর্তিত বিষয়বস্তুর আলোকে লাইন ধরে ধরে সর্বাধিক জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর নিচে প্রদত্ত হলো। যা পরীক্ষায় ১০০% কমন পাওয়ার ক্ষেত্রে তোমাদের সহায়তা করবে।

১) কমন উপযোগী জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। অপবর্তন কাকে বলে?

[ক. বো. '১৯; দি. বো. '১৯; সকল বোর্ড '১৮; দি. বো. '১৫]

[সেলু-৬, আমির-৬, প্রামাণিক-১৬, তপন-২০, তফাজুল-৭]

উত্তর : কোনো প্রতিবন্ধকের ধার ঘৰে বা সরু ছিদ্রের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় আলো কিছুটা বেঁকে যাওয়ার ঘটনাই অপবর্তন।

প্রশ্ন ২। গঠনমূলক ব্যতিচার কাকে বলে? [সেলু-১১, আমির-১৮, প্রামাণিক-১৩]

উত্তর : দুটি উৎস হতে সমান কম্পাঙ্গক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে উজ্জ্বল বিন্দু পাওয়া গেলে তাকে গঠনমূলক ব্যতিচার বলে।

প্রশ্ন ৩। সৌর বর্ণালি কাকে বলে? [সেলু-১৩]

উত্তর : সূর্য থেকে আগত আলোকে বিশ্লেষণ করা হলে যে বর্ণালি পাওয়া যায় তাকে সৌর বর্ণালি বলে।

প্রশ্ন ৪। ধ্রংসাঞ্চাক ব্যতিচার কাকে বলে? [সেলু-১৪, আমির-১৯, প্রামাণিক-১৪]

উত্তর : দুটি উৎস হতে সমান কম্পাঙ্গক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে অন্ধকার বিন্দু পাওয়া গেলে তাকে ধ্রংসাঞ্চাক ব্যতিচার বলে।

প্রশ্ন ৫। তরঙ্গের উপরিপাতন কী? [সেলু-১২, আমির-১৭]

উত্তর : যদি কোনো মাধ্যমের মধ্য দিয়ে একাধিক তরঙ্গ সঞ্চালিত হয় তবে কোনো কণা বা বিন্দুর লক্ষ্য সরণ ঘটবে। এ লক্ষ্য সরণই তরঙ্গগুলো কর্তৃক সৃষ্টি পৃথক পৃথক সরণের বীজগাণিতিক ঘোগফলের সমান। এটিই তরঙ্গের উপরিপাতন।

প্রশ্ন ৬। তরঙ্গ মুখ কাকে বলে? [ক. বো. '১৬, '১৫] [আমির-১, প্রামাণিক-৩, তপন-৮, তফাজুল-১]

উত্তর : কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পর্ক কণাগুলোর সঞ্চারপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

প্রশ্ন ৭। আলোর সমবর্তন কী? [য. বো. '১৬; সি. বো. '১৫] [সেলু-৯, আমির-২, প্রামাণিক-২১, তপন-২৪]

উত্তর : যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পমান করা যায় সেই প্রক্রিয়াই হলো আলোর সমবর্তন।

প্রশ্ন ৮। আলোর ব্যতিচার কী? [কু. বো. '১৯; চ. বো. '১৬; দি. বো. '১৫]

[সেলু-৫, আমির-৩, প্রামাণিক-১০, তপন-১৫, তফাজুল-৫]

উত্তর : দুটি সুসংজ্ঞাত উৎস হতে নিঃস্ত সমান কম্পাঙ্গক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গ কোনো মাধ্যমের একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একই সাথে গমন করলে তরঙ্গ দুটির উপরিপাতনের ফলে বিন্দুটি কখনও কখনও খুব উজ্জ্বল ও কখনও কখনও অন্ধকার দেখায়। আলোকের এ ঘটনাই আলোর ব্যতিচার।

প্রশ্ন ৯। অপবর্তন প্রেটিং কী? [য. বো. '১৫] [সেলু-৭, আমির-৫, তপন-২৩]

উত্তর : পাশাপাশি স্থাপিত অনেকগুলো সমপ্রস্থের সূক্ষ্ম চির সম্পর্ক পাতকে অপবর্তন প্রেটিং বলে।

প্রশ্ন ১০। প্রেটিং ধ্রুবক কাকে বলে? [কু. বো. '১৯] [সেলু-৮, আমির-২২, প্রামাণিক-১৮]

উত্তর : প্রেটিং এর একটি চিরের শুরু থেকে পরবর্তী চিরের শুরু পর্যন্ত দূরত্বকে প্রেটিং ধ্রুবক বলে।

প্রশ্ন ১১। হাইগেনস-এর নীতিটি লিখ। [কু. বো. '১৫; ব. বো. '১৭]

[সেলু-৪, আমির-৪, প্রামাণিক-৯, তপন-১০, তফাজুল-৪]

উত্তর : হাইগেনের নীতিটি হলো— কোনো মুহূর্তে কোনো তরঙ্গমুখের উপর অবস্থিত সববিন্দুই গোঁ তরঙ্গের বা অন্ত তরঙ্গের নতুন উৎস হিসেবে কাজ করে এবং একটি নির্দিষ্ট সময় পরে এ গোঁ তরঙ্গগুলোর স্পর্শস্তল তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

প্রশ্ন ১২। তাড়িত চৌম্বকীর আবেশ আবিক্ষার করেন কে? [সেলু-১৬]

উত্তর : মাইকেল ফ্যারাডে ১৮৩১ সালে তাড়িত চৌম্বকীয় আবেশ আবিক্ষার করেন।

প্রশ্ন ১৩। গোঁ চরম বিন্দু কী? [সেলু-১১]

উত্তর : অপবর্তনের পরীক্ষায় কেন্দ্রীয় চরম উভয়পার্শে কতকগুলো চরম বিন্দু পর্যায়ক্রমে প্রতি দুটি অবয় বিন্দুর মধ্যে অবস্থান করে।

এসব চরম বিন্দুই গোঁ বা সম্পূর্ণ চরম বিন্দু।

প্রশ্ন ১৪। অপবর্তন কৃত প্রকার? [তপন-২১]

উত্তর : অপবর্তন দুই প্রকার। যথা— ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তন ও ক্রেনেল শ্রেণির অপবর্তন।

প্রশ্ন ১৫। সমবর্তন কোণ কাকে বলে? [সেলু-২২, আমির-২৫]

উত্তর : কোনো প্রতিফলক মাধ্যমে আপতন কোণ থীরে পরিবর্তন করলে এমন একটি কোণ পাওয়া যাবে যার জন্য সমবর্তন সর্বাধিক হবে, সেই কোণটিকে সমবর্তন কোণ বলে।

সপ্তম অধ্যায় (()) ভৌত আলোকবিজ্ঞান

৪৮৯ ৫

প্রশ্ন ১৬। আলো কাকে বলে?

[তফাজ্জল-৭]

উত্তর : যেসব তাড়িতচৌমুকীয় তরঙ্গ চোখ ও মন্তিকের মাধ্যমে দর্শনের অনুভূতি জাগায় তাদেরকে আলো বলা হয়।

প্রশ্ন ১৭। অগ্রাগামী তরঙ্গ কাকে বলে?

[সেলু-২১]

উত্তর : যদি কোনো তরঙ্গ সময়ের সাথে সাথে নির্দিষ্ট দিকে নির্দিষ্ট বেগে চলমান থাকে তাকে অগ্রাগামী তরঙ্গ বলে।

প্রশ্ন ১৮। অসমবর্তিত আলো কাকে বলে? [সেলু-২৪, প্রামাণিক-২০, তপন-২৬]

উত্তর : যে আলোর কম্পন (E এর কম্পন) তার সঞ্চালন দিক ধারণকারী অসম্য তলে সম্পাদিত হয় তাকে সমবর্তিত আলো বলা হয়।

প্রশ্ন ১৯। তড়িৎ চূষকীয় তরঙ্গ কী?

[সি. বো. '১৭;] [সেলু-১, আমির-৭, প্রামাণিক-১, তপন-১]

উত্তর : তড়িৎ চূষকীয় তরঙ্গ হলো শূন্যস্থান দিয়ে আলোর দুটিতে গতিশীল তড়িৎ ও চূষকীয় আলোড়ন, যাতে তড়িৎ ও চূষক ক্ষেত্র পরিস্পর লহ এবং এরা উভয়ে তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখের সাথে লহ বরাবর থাকে।

প্রশ্ন ২০। সুসংগত উৎস কী? [সেলু-২৩, আমির-১৬, প্রামাণিক-১১, তপন-১৪, তফাজ্জল-৪]

উত্তর : একই তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোক তরঙ্গ দুটি উৎস হতে সমদশায় বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যে নির্গত হলে এবং তা সর্বদা বজায় থাকলে এবং দুটি আলোক উৎসকে সুসংগত উৎস বলে।

প্রশ্ন ২১। সমবর্তিত আলো কী?

[সেলু-২০, তপন-২৬]

উত্তর : একটি তলে বা এর সমান্তরাল তলে কম্পন আড় তরঙ্গবিশিষ্ট আলোককে সমবর্তিত আলো বলে।

প্রশ্ন ২২। তাড়িত চৌমুকীয় বর্ণালি কাকে বলে? [সেলু-২, প্রামাণিক-৬, তপন-৩]

উত্তর : তড়িৎ চৌমুক ক্ষেত্রের পর্যবৃত্ত পরিবর্তনের ফলে সৃষ্টি তাড়িত চৌমুকীয় বিকিরণ যে বর্ণালি সৃষ্টি করে তাকে তাড়িত চৌমুকীয় বর্ণালি বলা হয়।

প্রশ্ন ২৩। সমবর্তন তল কী?

[সেলু-২৭, প্রামাণিক-২২]

উত্তর : কম্পন তলের সাথে যে তলটি লম্বভাবে অবস্থান করে তাই সমবর্তন তল।

প্রশ্ন ২৪। পয়েন্টিং ভেস্টের কাকে বলে?

[সেলু-৩, আমির-১২, প্রামাণিক-৪, তপন-২, তফাজ্জল-১৯]

উত্তর : কোনো তড়িৎ চৌমুক তরঙ্গের গতি পথে লম্বভাবে অবস্থান করে তাকে পয়েন্টিং ভেস্টের বলে।

প্রশ্ন ২৫। ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তন কাকে বলে?

[সেলু-১৭, আমির-২০, প্রামাণিক-১৭]

উত্তর : যখন উৎস এবং পর্দা তাদের মধ্যবর্তী বাধা হতে অরূপ দূরত্বের মধ্যে অবস্থান করে তখন ঐ বাধার দরুন পর্দায় আলোকের যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে তাকে ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তন বলে।

প্রশ্ন ২৬। আলোর ছি-প্রতিসরণ কাকে বলে? [সেলু-২৮, আমির-১]

উত্তর : যেসব কেলাসের মধ্য দিয়ে আলোর রশ্মি গমন করলে আলো দুটি প্রতিসৃত রশ্মিতে বিভক্ত হয় যে ঘটনাকে ছি-প্রতিসরণ বলে।

প্রশ্ন ২৭। ব্যতিচার বালুর কী?

[সেলু-২৫, প্রামাণিক-১৯]

উত্তর : সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়। ফলে কোনো তলে বা পর্দায় অনেকগুলো পরিস্পর সমান্তরাল উজ্জ্বল ও অস্বীকার রেখা পাওয়া যায়। এই উজ্জ্বল ও অস্বীকার বা ডোরাগুলোকে আলোকের ব্যতিচার বালুর বলে।

প্রশ্ন ২৮। ট্রাইট্যাটার কোণ কাকে বলে? [সেলু-২৯]

উত্তর : প্রত্যেক প্রতিফলকের ক্ষেত্রে একটি বিশেষ কোণ আছে যে কোণে অসমবর্তিত আলো আপত্তি হলে প্রতিফলিত রশ্মি সমবর্তিত আলোতে পরিণত হয় তাকে ট্রাইট্যাটার কোণ বলে।

প্রশ্ন ২৯। 'চিড়' কাকে বলে?

[সেলু-২৬, প্রামাণিক-১৫]

উত্তর : দৈর্ঘ্যের তুলনায় প্রশ্ব অনেক ছোট এমন আয়তাকার সরু ছিন্দ পথকে চিড় বলে।

প্রশ্ন ৩০। ম্যালাসের সূত্রটি লিখ।

[সেলু-১৮, প্রামাণিক-২৪, তপন-৩০]

উত্তর : বিশেষকের মধ্য দিয়ে সমবর্তিত আলো গমনের ফলে এর তীব্রতা সমবর্তন ও বিশেষকের নিঃসরণ তলের মধ্যবর্তী কোণের cosine-এর বর্গের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন ৩১। গোলকীয় তরঙ্গামুখ কাকে বলে?

[সেলু-৩০, আমির-১৩]

উত্তর : তরঙ্গস্থিত সমদশাসম্পন্ন কলাগুলোর সঞ্চারপথ গোলকীয় হলে তাকে গোলকীয় তরঙ্গামুখ বলে।

প্রশ্ন ৩২। কোন তরঙ্গ পানির অণুকে ঘুরাতে সক্ষম?

উত্তর : মাইক্রো-তরঙ্গ পানির অণুকে ঘুরাতে সক্ষম।

প্রশ্ন ৩৩। হাইগেনস-এর নীতি কোন রীতির উপর প্রতিষ্ঠিত?

উত্তর : হাইগেনস-এর নীতি একটি জ্যামিতিক অঙ্কন রীতির উপর প্রতিষ্ঠিত।

প্রশ্ন ৩৪। দৃশ্যমান আলোক বর্ণালি কী?

উত্তর : দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গগুলোর ক্রিয় সজ্জাকে বলা হয় দৃশ্যমান আলোক বর্ণালি।

প্রশ্ন ৩৫। স্পন্দন তল কী?

[সেলু-১৫]

উত্তর : তরঙ্গের স্পন্দিত E এবং সঞ্চালন দিক ধারণকারী সমতলই স্পন্দন তল।

৩। কমন উপযোগী অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। বেগুনী আলোর শক্তি লাল আলোর চেয়ে বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৯]

উত্তর : আমরা জানি, আলো ফোটন আকারে নিঃসৃত হয় এবং ফোটনের শক্তি, $E = h\nu$ বা $E \propto \nu$ অর্থাৎ আলো তথা ফোটনের শক্তি এর কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক।

আমরা জানি, বেগুনী আলোর কম্পাঙ্ক লাল আলো অপেক্ষা বেশি। ফলে উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে বেগুনী আলোর শক্তি লাল আলোর চেয়ে বেশি।

প্রশ্ন ২। সুসংগত আলো ছাড়া স্থায়ী ব্যতিচার সন্দৰ নয়—ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-৬, প্রামাণিক-১০]

উত্তর : স্থায়ী দশাপার্থক্য ও সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোক নির্গমনকারী দুটি আলোক উৎসকে পরিস্পরের সুসংজ্ঞাত উৎস বলা হয়। দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতন ঠিক সমদশায় বা বিপরীত দশায় না হলে, উপরিপাতন বিন্দুটিতে একবার সমদশায় পরক্ষণে আবার বিপরীত দশায় মিলিত হওয়ায় বিন্দুটি একবার উজ্জ্বল পরক্ষণে অন্ধকার হবে এবং সেটা এতো দুর ঘটে (10^{-8} s) যে, দর্শনাভূতির স্থায়ীভূতকালের (10^{-1} s) মধ্যে ঘটার কারণে আমরা ব্যতিচার তোরা না দেখে সমভাবে আলোকিত সাধারণ উজ্জ্বলতাই দেখতে পাব। তাই স্থায়ী ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য সুসংজ্ঞাত উৎস অপরিহার্য।

সুতরাং বলা যায়, সুসংজ্ঞাত উৎস ব্যতীত ব্যতিচার সৃষ্টি হয় না।

প্রশ্ন ৩। তড়িতচৌমুক তরঙ্গে সমবর্তন কীভাবে ঘটে? [সেলু-১১]

উত্তর : যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পন আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বলে। তাড়িতচৌমুক তরঙ্গের ক্ষেত্রে কম্পন গতিপথের অভিমুখে থাকার কারণে তা চারদিকে সমান বিস্তারে কম্পিত হয় ফলে এর সমবর্তন ঘটে।

প্রশ্ন ৪। কাচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে কী বুঝায়?

[সেলু-১৩, আমির-৪, প্রামাণিক-৪২, তপন-২৫]

উত্তর : কাচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে বুঝায় কাচ মাধ্যমে আপত্তন কোণ থারে থারে পরিবর্তন করে 57° করা হলে সমবর্তন সর্বাধিক হবে।

প্রশ্ন ৫। আলোর ব্যতিচার ও অপবর্তনের মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা কর।

[সেলু-১৭, প্রামাণিক-২৮]

উত্তর : ব্যতিচার ও অপবর্তনের পার্থক্য দুটি হলো—

ব্যতিচার	অপবর্তন
১। ব্যতিচার সংজ্ঞায় সাধারণত পটিগুলোর বেধ সমান থাকে। (ব্যতিক্রমও আছে)	১। অপবর্তন সংজ্ঞায় পটিগুলোর বেধ কখনো সমান হয় না।
২। ব্যতিচারের ক্ষেত্রে অল্পকার পটিতে কোনো আলো থাকে না।	২। অপবর্তনের ক্ষেত্রে অল্পকার পটিতেও কিছু আলো থাকে।

প্রশ্ন ৬। ইয়ং-এর বি-চিড়ি পরীক্ষায় ব্যতিচার ঝালরের কেন্দ্রীয় পটির প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। [সকল বোর্ড '১৮]

উত্তর : ইয�়ং-এর বি-চিড়ি পরীক্ষায় ব্যতিচার ঝালরের কেন্দ্রীয় পটিটি উজ্জ্বল হয়। এর ঔজ্জ্বল্য অন্যান্য উজ্জ্বল ডোরার চেয়ে বেশ হয়। কেন্দ্রীয় পটিটি সৃষ্টিকারী লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার অন্যান্য উজ্জ্বল ডোরা সৃষ্টিকারী লব্ধি তরঙ্গ অপেক্ষা বেশি হওয়ায় এর ঔজ্জ্বল্য অন্যান্য উজ্জ্বল পটি অপেক্ষা বেশি হয়।

প্রশ্ন ৭। কাচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12} km বলতে কী বুঝা?

[গ. বো. '১৬] [সেলু-১০, আমির-১]

উত্তর : আলোক রশ্মি এক বছরে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে আলোক বৎসর বলে। কাচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12} km বলতে বোঝায় কাচে আলোক রশ্মি এক বৎসরে 6.27×10^{12} km দূরত্ব অতিক্রম করে।

প্রশ্ন ৮। “প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসংজ্ঞত নয়”—ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৬] [সেলু-৮, আমির-২, প্রামাণিক-১৪, তপন-১৮, তফাজ্জল-৭]

উত্তর : দুটি উৎস থেকে সমদৃশ্য বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যের একই তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুটি আলোক তরঙ্গ নিঃস্ত হলে তাদের সুসংগত উৎস বলে। প্রকৃতিতে যেকোনো একটি উৎসের পরমাণু কর্তৃক নিঃস্ত আলোক তরঙ্গ অন্য উৎসের উপর কোনোভাবেই নির্ভর করে না। তাই দুটি ভিন্ন উৎস থেকে নির্গত দুটি আলাদা আলোক তরঙ্গ একটি নির্দিষ্ট দশা বজায় রাখতে পারে না। এজন্য প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসংগত নয়।

প্রশ্ন ৯। আলোর ব্যতিচারে সুসংগত আলোক উৎস ব্যবহার করা হয় কেন? [ব. বো. '১৫] [আমির-৬, প্রামাণিক-১২, তপন-১৭]

উত্তর : স্থায়ী দশাপার্থক্য ও সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোক নির্গমনকারী দুটি আলোক উৎসকে পরস্পরের সুসংজ্ঞত উৎস বলা হয়। দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতন ঠিক সমদৃশ্য বা বিপরীত দশায় না হলে, উপরিপাতন বিস্তৃতিতে একবার সমদৃশ্য পরক্ষণে আবার বিপরীত দশায় মিলিত হওয়ায় বিস্তৃত একবার উজ্জ্বল পরক্ষণে অল্পকার হবে এবং সেটা এতো দ্রুত ঘটে (10^{-8} s) যে, দর্শনাত্ত্বিতে স্থায়ীভাবের (10^{-1} s) মধ্যে ঘটার কারণে আমরা ব্যতিচার ডোরা না দেখে সমভাবে আলোকিত সাধারণ উজ্জ্বলতাই দেখতে পাব। তাই স্থায়ী ব্যতিচার সৃষ্টির জন্য সুসংজ্ঞত উৎস অপরিহার্য।

সুতরাং বলা যায়, সুসংজ্ঞত উৎস ব্যতীত ব্যতিচার সৃষ্টি হয় না।

প্রশ্ন ১০। আকাশ নীল দেখাব কেন? ব্যাখ্যা কর। [ক. বো. '১৯]

উত্তর : আলোর বিক্ষেপণের কারণে আকাশ নীল দেখায়। কারণ সূর্যের আলো সাতটি রঙের সমষ্টি। মূলত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ভিন্নতার কারণে আমাদের চোখে রঙের তারতম্য ঘটে এবং আমরা বিভিন্ন রং দেখতে পাই। সূর্য থেকে প্রত্যুষীতে আলো আসার সময় আলোকরশ্মি বায়ুমণ্ডলে প্রবেশ করার পর সূর্য ধূলিকণা ও গ্যাসীয় অণুর উপর আপত্তি হয়। এক্ষেত্রে সূর্য রশ্মির বিক্ষেপণ ঘটে। যে আলো তরঙ্গদৈর্ঘ্য যত কম তা তত বেশি বিক্ষেপিত হয়। নীল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম। তাই নীল আলো বায়ুমণ্ডল ভেদ করে আমাদের চোখে এসে পৌছায়। এজন্যই আকাশ নীল দেখায়।

প্রশ্ন ১১। ইয়ং এর বি-চিড়ি পরীক্ষায় চিড়িয়ের ব্যবধান স্বল্প হওয়া প্রয়োজন কেন? ব্যাখ্যা কর।

[ক. বো. '১৯]

উত্তর : আমরা জানি, ডোরা প্রস্থ, $\Delta x = \frac{\lambda D}{2a}$ বা $\Delta x \propto \frac{1}{a}$ যখন λ, D স্থিতি। অর্থাৎ ডোরা প্রস্থ চিড়িয়ের ব্যবধানের ব্যন্তানুপাতিক। এ কারণে চিড়িয়ের ব্যবধান যত কম হয় ডোরা প্রস্থ তত বড় হয় ফলে ডোরা তত স্পষ্ট দেখা যায়। তাই ইয়ং এর বি-চিড়ি পরীক্ষায় চিড়িয়ের ব্যবধান স্বল্প রাখা হয়।

প্রশ্ন ১২। তাড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য লিখ।

[সেলু-১৪]

উত্তর : তাড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হলো—

১. তাড়িত চৌম্বকীয় বিকিরণের তীব্রতা উৎস হতে দূরত্বের বর্গের ব্যন্তানুপাতিক।
২. তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গ তড়িৎ ক্ষেত্র ভেস্টের ও চৌম্বকক্ষেত্র ভেস্টের সমকাণে কম্পিত পর্যাবৃত্ত পরিবর্তনের ফলে উৎপন্ন হয়।
৩. এ তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য কোন মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না।

প্রশ্ন ১৩। পয়েন্টিং ভেস্টের বলতে কী বুঝা?

[সেলু-১৬]

উত্তর : কোনো তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গের গতিপথে লম্বভাবে স্থাপিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ শক্তি অতিক্রম করে তাকে পয়েন্টিং ভেস্টের (S) বলে। তড়িৎক্ষেত্র E এবং চৌম্বকক্ষেত্র B পরম্পর সমকাণে স্পন্দিত হলে পয়েন্টিং ভেস্টের S (শক্তি) উভয়ের সাথে লম্বভাবে C বরাবর অগ্রসর হয়।

প্রশ্ন ১৪। অপবর্তন বলতে কী বুঝা?

[সেলু-১৮]

উত্তর : কোনো প্রতিবন্ধকের ধার থেবে বা সরু ছিন্নের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় আলো কিছুটা বেঁকে যায়। আলোর এ ধর্মকে অপবর্তন বলে। আমরা জানি, আলোকের পথে একটি অব্যহৃত প্রতিবন্ধক স্থাপন করলে, এর পেছনে একটি কালো ছায়া পাওয়া যায়। কিন্তু আলোকের রৈখিক গতির নিয়মানুসারে ছায়া যেমন হওয়া উচিত তেমন হয় না। ছায়ার কিনারা বরাবর কিছু অংশ আলোকিত দেখায়। অর্থাৎ আলোক রশ্মি বস্তুর কিনারা দিয়ে সরলপথে গমন না করে সামান্য ঘূরে বাঁকা পথে চলে। এটিই আলোর অপবর্তন।

প্রশ্ন ১৫। অবলোহিত রশ্মি এবং গামা রশ্মির মধ্যে ওটি পার্থক্য লিখ।

[সেলু-২৬]

উত্তর : অবলোহিত রশ্মি ও গামা রশ্মির মধ্যে ওটি পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো—

অবলোহিত রশ্মি	গামা রশ্মি
১. অবলোহিত রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য প্রায় 10^{-6} m থেকে 10^{-3} m।	১. গামা রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য প্রায় 10^{-14} m থেকে 10^{-10} m।
২. 10^{11} Hz হতে 10^{14} Hz ক্রমের কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট বিকিরণ হলো অবলোহিত রশ্মি।	২. 10^{18} Hz হতে 10^{22} Hz ক্রমের কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট বিকিরণ হলো গামা রশ্মি।
৩. অবলোহিত বাতি, উত্তপ্ত বস্তু, সূর্য ইত্যাদি থেকে অবলোহিত রশ্মি নির্গত হয়।	৩. তেজন্তির নিউক্লিয়াস থেকে বস্তুত্ত্বাত্মক গামা রশ্মি নির্গত হয়।

প্রশ্ন ১৬। দুটি ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

[সেলু-২০, প্রামাণিক-১৬]

উত্তর : দুটি ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। যথা—

১. ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য
২. চিড়ি দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব
৩. বি-চিড়ি থেকে পর্দার দূরত্ব।

প্রশ্ন ১৭। রাজাৰ কাজে মাইক্রোতরঙ্গ ব্যবহার কৰা হয় কেন?

[সেলু-২২, প্রামাণিক-৮]

উত্তর : মাইক্রোতরঙ্গের তাপীয় ক্রিয়া আছে। এ রশ্মিই একমাত্র পানির অণুকে ঘূরাতে সক্ষম বিধায় মাইক্রোওয়েভ ওভেনে মাইক্রোতরঙ্গের শক্তি \rightarrow পানি অণুর ঘূর্ণন শক্তি \rightarrow তাপশক্তি—এই পর্যায়ক্রমিক প্রক্রিয়ায় মাইক্রোওয়েভ ওভেনে অনবরত মাইক্রোতরঙ্গ

থেকে তাপশক্তির বৃপ্তির ঘটতে থাকে। পানিতে উৎপন্ন তাপ পরে তাকে ধারণকারী বস্তুর সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ে। তাই রামার কাজে মাইক্রোতরঙ্গ ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ১৮। প্রতিসরণ হার কীভাবে সমবর্তিত আলো পাওয়া যায়? [সেলু-২৪]

উত্তর : যখন কোনো আলোকরশ্মি কোনো কাচ প্রেটের উপর সমবর্তন কোণে আপত্তি হয় তখন প্রতিফলিত রশ্মি পূর্ণভাবে সমবর্তিত হয় বটে কিন্তু তীব্রতা বেশ হয় না কারণ বেশির ভাগ আলো প্রতিসরিত হয়ে যায়। তাই একটি কাচপ্লেটের সজ্জার উপর আপত্তি হয়ে পুনঃপুন প্রতিফলিত হওয়ার ফলে প্রতিফলিত ও প্রতিসূত রশ্মি উভয়েই সমতল সমবর্তিত হয়।

প্রশ্ন ১৯। ব্যতিচার ঝালর বলতে কী বুঝা? [সেলু-২১, প্রামাণিক-১৮]

উত্তর : কোনো তলে বা পর্দায় আলোকের ব্যতিচার ঘটানো হলে সেখানে অনেকগুলো পরস্পর সমান্তরাল উজ্জ্বল ও অম্বকার রেখা বা পট্টি পাওয়া যায়। এ পরস্পর সমান্তরাল উজ্জ্বল ও অম্বকার রেখা বা ডোরাগুলোকে এক সঙ্গে আলোকের ব্যতিচার ঝালর বলে।

প্রশ্ন ২০। প্রেটিং-এর দুটি ব্যবহার লেখ। [সেলু-২৫]

উত্তর : প্রেটিং-এর দুটি ব্যবহার হলো—

১. আলোকের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যায়

২. একই তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুটি বর্ণালি রেখা পৃথক করা যায়।

প্রশ্ন ২১। সমতল নিঃসরণ প্রেটিং বলতে কী বুঝা? [সেলু-২৩]

উত্তর : একটি সমতল নিঃসরণ প্রেটিং হলো স্বচ্ছ সমতল একটি কাচ বা অনুরূপ কোনো পদার্থের একটি পাত যার উপর সৃষ্টালো হীরক বিন্দু হারা সম্বয়বধানে সমান্তরালে খুবই কাছাকাছি বহুসংখ্যক দাগ কাটা থাকে। এখানে প্রতিটি দাগ অস্বচ্ছ রেখার মতো কাজ করে এবং দুটি দাগের মধ্যবর্তী স্বচ্ছ স্থান সুর রেখাছিদ্রের কাজ করে। এ প্রেটিং-এর প্রতি cm এ প্রায় 5000 হতে 6000 পর্যন্ত রেখা বা দাগ থাকে।

প্রশ্ন ২২। ব্যতিচারের শর্তগুলো কী? [সেলু-২৭, তপন-১৬, তফাজ্জল-১১]

উত্তর : ব্যতিচারের জন্য নিম্নলিখিত শর্তাবলির প্রয়োজন—

১. আলোর উৎস দুটি সুসংজ্ঞত হতে হবে।

২. যে দুটি তরঙ্গ ব্যতিচার ঘটাবে তাদের বিভাব সমান বা প্রায় সমান হতে হবে।

৩. উৎস দুটি স্কুল্ট ও সূক্ষ্ম হতে হবে।

৪. অনেকগুলো উজ্জ্বল এবং অম্বকার বিন্দুর জন্য আলোক উৎস দুটি একরঙ্গ হতে হবে।

প্রশ্ন ২৩। উজ্জ্বলমান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১৯]

উত্তর : উজ্জ্বলমান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে না পরার কারণ হলো আলোর অপবর্তন। উড়োজাহাজের দেহের প্রান্ত দিয়ে গমনকারী আলোক রশ্মিসমূহ আলোর উৎস হিসেবে ক্রিয়া করে। এ উৎসগুলো হতে আলোকরশ্মি এসে বিমানের নিচে ভূমিতে পতিত হয়। বিমানের অব্যবহিত নিচের অংশ ভূমিতে এভাবে বহুসংখ্যক আলোকরশ্মি পতিত হওয়ায় এ স্থানে ছায়া গঠিত হতে পারে না।

প্রশ্ন ২৪। ফ্রন্থফার শ্রেণির ও ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনের মধ্যে দুটি পার্থক্য লেখ। [সেলু-২, আমির-২৫, প্রামাণিক-৩০]

উত্তর : ফ্রন্থফার শ্রেণি ও ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনের মধ্যে দুটি পার্থক্য হলো—

ফ্রন্থফার শ্রেণি	ফ্রেনেল শ্রেণি
১. ফ্রন্থফার শ্রেণির অপবর্তনের উত্তল লেখ ব্যবহার করা হয়।	১. ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনে কোনো লেখই ব্যবহার করা হয় না।
২. ফ্রন্থফার শ্রেণির অপবর্তনে আলোর তরঙ্গমুখ সমতল।	২. ফ্রেনেল শ্রেণির অপবর্তনে আলোর তরঙ্গমুখ চোঙাকৃতির।

প্রশ্ন ২৫। আলোক তরঙ্গের সমবর্তন হয় কিন্তু শব্দ তরঙ্গের সমবর্তন হয় না— ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৫]

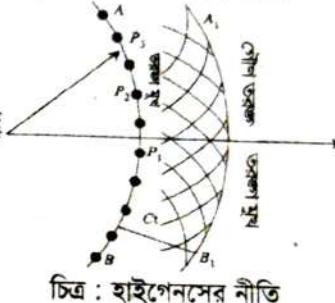
উত্তর : অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কণাগুলো কম্পনের দিক তরঙ্গবেগের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় কিন্তু অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক তরঙ্গবেগের দিকের সাথে সমান্তরালভাবে অগ্রসর হয়। টুর্মালিন কেলাস পরীক্ষা হতে দেখা যায় অনুপ্রস্থ তরঙ্গের পোলারায়ন ঘটে। আলোক তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ এবং শব্দ তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ। এজন্য আলোক তরঙ্গের সমবর্তন হয় কিন্তু শব্দ তরঙ্গের সমবর্তন হয় না।

প্রশ্ন ২৬। হাইগেনের নীতিটি ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১৯, প্রামাণিক-১, তপন-১১]

উত্তর : হাইগেনের নীতিটি হলো কোনো তরঙ্গমুখের প্রতিটি বিন্দু এক একটি অনুতরঙ্গের বা গৌণ তরঙ্গের উৎস হিসেবে গণ্য হয়। এ অনুতরঙ্গগুলো মূল তরঙ্গের সমান বেগ নিয়ে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যেকোনো মুহূর্তে এই অনুতরঙ্গগুলোকে স্পর্শ করে যে সাধারণ স্পর্শক তল পাওয়া যায় তাই এই সময়ে নতুন তরঙ্গমুখের অবস্থান নির্দেশ করে।

ব্যাখ্যা : ধরি, 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।



চিত্র : হাইগেনের নীতি

t সেকেন্ড পরে তরঙ্গমুখের অবস্থান বের করার জন্য, AB তরঙ্গমুখের উপর P₁, P₂, P₃ ইত্যাদি কণা নেওয়া হয়। এখন আলোর বেগ c হলে প্রত্যেক কণাকে কেন্দ্র করে ct ব্যাসার্ধের ছোট ছোট গোলক কল্পনা করা হয়। এই গোলকগুলোই হবে P₁, P₂ প্রত্যি গৌণ উৎস থেকে সৃষ্টি গৌণ তরঙ্গের অবস্থান। তখন এই ছোট গোলকগুলোকে স্পর্শ করে যে গোলীয় তল A₁B₁ পাওয়া যায় তাই হচ্ছে t সেকেন্ড পরে অগ্রসরমান তরঙ্গমুখের অবস্থান।

প্রশ্ন ২৭। “সমবর্তনের মাধ্যমেই আলোক তরঙ্গের ব্রূপ জানা যায়”— ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২৮]

উত্তর : কোনো তরঙ্গ সমবর্তিত কথার অর্থ হচ্ছে আলোক তরঙ্গটি একটি তলে কম্পিত হচ্ছে। একটি অসমবর্তিত আলোক তরঙ্গ বিভিন্ন তলে কম্পিত তরঙ্গের মিশ্রণ। ফলে এখান থেকে নির্দিষ্ট তরঙ্গের ব্রূপ জানা যায় না। সেই আলোকটিকে যখন সমবর্তনের মধ্য দিয়ে পাঠানো হয় তখন এর আউটপুটে যে আলো পাওয়া যায় তার তরঙ্গ কেবল একটি তলে কাঁপতে থাকে ফলে এই তরঙ্গের ব্রূপ বিশ্লেষণ করা যায়। অতএব, সমবর্তনের মাধ্যমেই আলোক তরঙ্গের ব্রূপ জানা যায়।

প্রশ্ন ২৮। আলোর বিজ্ঞুরশে বেগনি বর্ণন বিচার কী কী? [সেলু-৩৪]

উত্তর : বেগনি বর্ণনের আলোর কম্পাঙ্ক বেশি তথা তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কম। আমরা জানি প্রতিসরণাঙ্ক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ব্যাসানুপাতিক। অর্থাৎ যার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কম তার প্রতিসরণাঙ্ক বেশি হয়। যার প্রতিসরণাঙ্ক বেশি তার বিচার বেশি। যেহেতু বেগনি বর্ণনের আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কম তাই এর প্রতিরসণাঙ্ক বেশি। প্রতিসরণাঙ্ক বেশি হওয়ার কারণে এর বিচার বেশি।

প্রশ্ন ২৯। গঠনমূলক ব্যতিচারের শর্ত কী কী? [সেলু-৩৫, প্রামাণিক-১৯]

উত্তর : গঠনমূলক ব্যতিচারের শর্তগুলো হলো :

১. আলোর উৎস দুটো সুসংজ্ঞত হতে হবে।
২. যে দুটি তরঙ্গ ব্যতিচার ঘটাবে তাদের বিভাব সমান বা প্রায় সমান হতে হবে।

৩. উৎসগুলো খুব কাছাকাছি অবস্থিত হতে হবে।

৪. উৎসগুলো খুব সূক্ষ্ম হতে হবে।

৫. দশা পার্থক্য $\delta = 0, 2\pi, 4\pi, \dots$ ইত্যাদি π এর জোড় গুণিতক হতে হবে। অর্থাৎ $\delta = 2\pi n$ ।

প্রশ্ন ৩০। অপবর্তন এক প্রকার ব্যতিচার— ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৩১]

উত্তর : সরলপথে যাওয়ার পরিবর্তে আলোর তরঙ্গ বেঁকে জ্যামিতিক ছায়া অঞ্চলে অনুপ্রবেশের ফলে উজ্জ্বল ও অস্থকার ডোরা সৃষ্টির ঘটনাকে আলোর অপবর্তন বলে।

আলোর তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে সাদৃশ্য ও পর্যায়ক্রমে উজ্জ্বল ও অস্থকারের সৃষ্টি হওয়াকে আলোর ব্যতিচার বলে। অর্থাৎ ব্যতিচারে সুসংজ্ঞত উৎস থেকে সৃষ্টি দুটি তরঙ্গের উপরিপাতনে ডোরা সৃষ্টি হয়। অপবর্তনে আলো প্রতিবন্ধকের ধার ঘেঁষে যাওয়ার সময় দুই ধীরে বেঁকে গিয়ে দুটি তরঙ্গ সৃষ্টি হয়, যারা কিছু দূরে নির্দিষ্ট পথ পার্থক্যে উপরিপাতিত হয়ে ডোরা সৃষ্টি করে। এক্ষেত্রে, তরঙ্গ দুটি একই উৎস থেকে সৃষ্টি হয়েছে বলে তারা সুসংজ্ঞত তরঙ্গ। অতএব, অপবর্তনেও ব্যতিচারের ন্যায় দুটি সুসংজ্ঞত তরঙ্গের উপরিপাতনে ডোরা সৃষ্টি হয়। সুতরাং, অপবর্তন এক ধরনের ব্যতিচার।

প্রশ্ন ৩১। একটি সমতল অপবর্তন প্রেটিং এর প্রেটিং ধূবক 0.000143 cm বলতে কী বোঝা?

[সেলু-৩, প্রামাণিক-৩৮]

উত্তর : একটি সমতল অপবর্তন প্রেটিং এর প্রেটিং ধূবক 0.000143 cm বলতে বোঝায় প্রেটিং এর প্রত্যেকটি রেখার মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.000143 cm বা অনুরূপ রেখাবয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.000143 cm।

প্রশ্ন ৩২। ডোরা ব্যবধান ও ডোরা প্রস্থের মধ্যে পার্থক্য কী?

[সেলু-৩৬, প্রামাণিক-২৬]

উত্তর : পরপর দুটি উজ্জ্বল ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্বকে ডোরা ব্যবধান বলে। আবার একটি উজ্জ্বল বা একটি অস্থকার ডোরার প্রস্থ পরপর দুটি উজ্জ্বল বা পরপর দুটি অস্থকার ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্বকে ডোরা প্রস্থ বলে। অর্থাৎ ডোরা প্রস্থ ডোরা ব্যবধান এর অর্ধেক।

প্রশ্ন ৩৩। ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উৎসগুলোর পারম্পরিক ব্যবধান ক্ষুদ্র হতে হয় কেন?

[সেলু-৩৯, প্রামাণিক-১৩]

উত্তর : আমরা জানি, একটি উজ্জ্বল ও অস্থকার ডোরার প্রস্থ, $x = \frac{D}{2a} \lambda$ । x -এর মান যত বেশি হবে তত ভালো ডোরার প্রস্থ সৃষ্টি হবে। x -এর মান বেশি হওয়ার শর্ত হলো ঢিঙ থেকে পর্দার দূরত্ব D বাড়ানো অথবা ঢিঙ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব a কমানো। কিন্তু D এর মান ইচ্ছামতো বানানো সম্ভব নয়। কেননা D -এর মান বৃত্তির সাথে সাথে ডোরার উজ্জ্বলতা ছাপ পায়। সেক্ষেত্রে a -এর মান ছাপ পেলে x -এর মান বৃত্তি পায়। অর্থাৎ ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উজ্জ্বল বা অস্থকার ডোরা প্রস্থ পাওয়ার জন্য উৎসগুলোর পারম্পরিক দূরত্ব ক্ষুদ্র হতে হয়।

প্রশ্ন ৩৪। অপবর্তনের শর্তগুলো লিখ। অপবর্তন বালরে উজ্জ্বল পটিগুলোর প্রত্যেকটিতে আলোক তীব্রতা একই, না তিনি হয় ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-৩০, প্রামাণিক-২৯]

উত্তর : অপবর্তনের শর্তসমূহ :

১. ধারের ক্ষেত্রে : ধার খুব তীক্ষ্ণ হতে হবে। এর প্রস্থ বা বেধ আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের (λ) সাথে তুলনীয় হতে হবে।

২. ছিদ্রের ক্ষেত্রে : ছিদ্র খুব ছোট হতে হবে। অর্থাৎ এর ব্যাস বা প্রস্থ λ -এর সাথে তুলনীয় হতে হবে। (তুলনীয় মান হচ্ছে λ -এর সমান বা কাছাকাছি হওয়া)

অপবর্তন বালরে উজ্জ্বল পটিগুলোর প্রত্যেকটিতে আলোক প্রাবল্য কখনই সমান থাকে না। কারণ প্রাবল্যের মান কেন্দ্রীয় পটিতে সর্বাধিক হয় এবং উভয় পার্শ্বস্থ পটিগুলোতে ক্রমশ ছাপ পায়।

৪৭ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্র একাদশ-সাদশ শ্রেণি

প্রশ্ন ৩৫। অপবর্তনের জন্য ক্রনেলের ধারণা কী? [সেলু-২৯, প্রামাণিক-৩৬]

উত্তর : বিজ্ঞানী ইয়াং প্রথমে ধারণা করেন; অপবর্তন ছাঁচের ডোরাগুলো ব্যতিচারের জন্যই সৃষ্টি হয়। কিন্তু বিজ্ঞানী ক্রনেল প্রমাণ করে দেখান, অপবর্তন ব্যতিচারের জন্যই ঘটে কিন্তু ধরন একটু পৃথক। তিনি দেখান, দুটি আলাদা আলোক তরঙ্গের মধ্যে ব্যতিচার ঘটে, অপবর্তনের উভব হয় না। একটি তরঙ্গামুখের যে অংশ বাধাপ্রাপ্ত হয় না, সেই অংশের উপর অবস্থিত অসংখ্য ক্ষুদ্র উৎস থেকে উৎপন্ন উপরতরঙ্গের মধ্যে ব্যতিচার ঘটার ফলেই অপবর্তন ছাঁচের ডোরাগুলোর সৃষ্টি হয়।

প্রশ্ন ৩৬। তাড়িতচৌমুকীয় বর্ণালি কীভাবে সৃষ্টি হয়? [সেলু-৩৮, তফাজ্জল-২]

উত্তর : নির্দিষ্ট কম্পাঙ্গের আলো যখন কোনো ক্ষত্র উপর আপত্তি হয় তখন উক্ত আলোর তাড়িতচৌমুকক্ষেত্র ও আগবিক পরিবর্তন পরমাণুস্থ ইলেকট্রনের কক্ষীয় অবস্থানের পরিবর্তন কিংবা নিউক্লীয় পরিবর্তন হারা সৃষ্টি তড়িৎ বা চৌমুক ক্রিয়ার মধ্যে এক ধরনের পারম্পরিক ক্রিয়া সংগঠিত হয়। এরূপ ক্রিয়া প্রতিক্রিয়ার ফলে শক্তির পরিবর্তন হয় এবং বিভিন্ন তরঙ্গ তথা তাড়িত চৌমুকীয় বর্ণালির সৃষ্টি হয়।

প্রশ্ন ৩৭। ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তনে উভল লেস ব্যবহার করা হয় কেন? [সেলু-৩০]

উত্তর : ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তনে ছিদ্র হতে আলোক উৎস ও পর্দা কার্যকরভাবে অসীম দ্রুতত্বে রাখার জন্য ছিদ্রের সামনে ও পেছনে উভল লেস ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ৩৮। ব্যতিচার সৃষ্টিকারী দুটি তরঙ্গের একটির পথে একটি পাতলা কাচ প্লেট রাখলে বালরের কী পরিবর্তন হবে? [সেলু-৩৭, প্রামাণিক-২৪]

উত্তর : ব্যতিচার সৃষ্টিকারী দুটি তরঙ্গের যেকোনো একটির পথে বেধের একটি পাতলা কাচ প্লেট রাখলে তরঙ্গামুখের মধ্যে (μ -১) পরিমাণ অতিরিক্ত পথ পার্থক্যের সৃষ্টি হবে। (এখানে, μ = কাচের প্রতিসরণগুরুত্ব) ফলে ব্যতিচার বালর, কাচ প্লেটের যেদিকে রাখা হয়েছে সেদিকে সরে যাবে। কিন্তু ব্যতিচার বালরে সরণ ঘটলেও বালর প্রস্থের কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন ৩৯। একক রেখাচিত্রে ক্রনেল ও ফ্রনহফার অপবর্তন বালরের মধ্যে মূল পার্থক্য কী? [সেলু-৩২]

উত্তর : একক রেখাচিত্রে ফ্রনহফার অপবর্তন বালরে কেন্দ্রীয় পটি সর্বদা উজ্জ্বল। কিন্তু ক্রনেল অপবর্তন বালরের কেন্দ্রীয় পটি উজ্জ্বল কিংবা অস্থকার হতে পারে। যা নির্ভর করে একক রেখাচিত্রে অর্ধ পর্যায়কাল অঞ্চলের সংখ্যার উপর।

প্রশ্ন ৪০। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সমবর্তন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৪০, ব. বো. '১৭]

উত্তর : যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বলে। আবার যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমানভাবে অগ্রসর হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে কম্পন গতিপথের লম্ব অভিমুখে থাকার কারণে তা চারাদিকে সমান বিজ্ঞানে কম্পিত হয় ফলে এর সমবর্তন ঘটেনা।

প্রশ্ন ৪১। উজ্জ্বল ও অস্থকার ডোরা সৃষ্টির শর্ত লেখ। [জালালাবাদ ক্যান্ট. পারমাণিক ক্লু এন্ড কলেজ, সিলেট] [সেলু-৪]

উত্তর : যেসব বিন্দুতে উপরিপাতিত তরঙ্গামুখের পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর যুগ্ম গুণিতক অর্থাৎ পথ পার্থক্য $= 2n \frac{\lambda}{2}$, যেখানে $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

ইত্যাদি যেসব বিন্দুতে উজ্জ্বল ডোরার সৃষ্টি হবে।

আবার, যেসব বিন্দুতে উপরিপাতিত তরঙ্গামুখের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতক অর্থাৎ পথ পার্থক্য $= (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$, যেখানে $n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$

ইত্যাদি যেসব বিন্দুতে অস্থকার ডোরা সৃষ্টি হবে।