

জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান

Geometrical Optics

অধ্যায়
০৬

এ অধ্যায়ে
অন্যান্য AT
সংযোজন

শিখনফলের
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

পাঠাবইয়ের সূচনা
প্রশ্ন ও উত্তর

সমীক্ষিত অধ্যায়ের
প্রশ্ন ও উত্তর

সেরা কলেজের
প্রশ্ন বিশ্লেষণ

HSC

প্রশ্ন

MCQ Exam

চূ.মি.কা (Introduction)

আলো এক প্রকার বিকীর্ণ শক্তি এবং তড়িতচৌমুকীয় তরঙ্গ। এটি শূন্য মাধ্যমে $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ বেগে সরলপথে চলে। অন্যান্য শক্তির মতো আলো অদৃশ্য অর্থাৎ চোখে দেখা যায় না। পদাৰ্থবিজ্ঞানের যে শাখায় আলোর ধর্ম, প্রকৃতি, চলাচল এবং ব্যবহারিক প্রয়োগসহ যাবতীয় বিষয় আলোচনা করা হয় তাকে আলোকবিজ্ঞান বলে। এটি মূলত চারভাগে বিভক্ত; যথা— ১. জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান, ২. প্রাকৃতিক বা ভৌত আলোকবিজ্ঞান, ৩. শারীরিক আলোকবিজ্ঞান এবং ৪. কণা আলোকবিজ্ঞান। আলোকবিজ্ঞানের যে অংশ আলোকের প্রক্রিয়ান্তর ধর্ম বিবেচনা না করে জ্যামিতিক পদ্ধতিতে আলোকরশ্মি এবং তৎসংক্রান্ত পরীক্ষালব্ধ ফলাফল সম্পর্কে আলোচনা করা হয় তাকে জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান বলে।

► এক নজরে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদের সেরা প্রস্তুতির জন্য এ অধ্যায়টি পাঁচটি ধারাবাহিক পার্টে বিভক্ত করে উপস্থাপন করা হলো। সহজে খুঁজে 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।



অনুশীলন [Practice]

100% সঠিক ফরম্যাট অনুসরণে শিখনফলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর



সৃজনশীল অংশ

কমন উপযোগী প্রশ্ন ও উত্তর

পৃষ্ঠা : ৩৯৫-৪৩৮



বহুনির্বাচনি অংশ

১০০% নির্ভুল প্রশ্ন ও উত্তর

পৃষ্ঠা : ৪৩৯-৪৫৫



যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সৃজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নব্যাংক পৃষ্ঠা ৪৫৬



এক্সক্লিসিভ সাজেশন [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও এইচএসসি পরীক্ষা উপযোগী সাজেশন পৃষ্ঠা ৪৫৮



বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধারার গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নের সমর্থনে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ৪৫৮



এক্সক্লিসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি নিশ্চিতকরণে অভিনব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ৪৫৮

EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

- মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রশ্নোত্তর পৃষ্ঠা ৪৫৯

চিচার্স ম্যানুয়াল অনুসরণে
তিনি ধারায় উপস্থাপন



শিখনফল



শিখন যাচাই



উপকরণ

অধ্যায় সংশ্লিষ্ট বিজ্ঞানীর পরিচিতি



খ্যাত ফরাসি পদাৰ্থবিজ্ঞানী
প্রকৌশলী অগাস্টিন জ্য
ফ্রেনেল আলোক তরঙ্গের তত্ত্ব
প্রতিষ্ঠাকরণে গুরুত্বপূর্ণ অবদান
ৱাখেন। তিনি মূলত ফ্রেনেলে লেস
আবিষ্কারের জন্য অধিক পরিচিত।



নিশ জ্যোতির্বিদ, পদাৰ্থবিদ
ও গণিতজ্ঞ উইল্ট্ৰড মেল
আলোর প্রতিসরণের সূত্র আবিষ্কার
কৰেন। ত্রিকোণমিতিৰ বিভিন্ন সূত্র
আবিষ্কার ও প্রতিপাদনে মেলেৰ
অবদান অনুৰোধীকৰ্ম।



মান গণিতবিদ ইয়োহানেস
কেপলার আলোকবিদ্যার
মৌলিক নীতি নিয়ে কাজ কৰেন এবং
প্রতিসরণ দূরবীনের উন্নয়ন ঘটান।
তিনি লেসের ক্ষমতার একক
ডায়ান্টাৰ নিৰ্ধাৰণ কৰেন।



ও.য়ে.ব.সা.ই.ট তথ্য সংযোগ

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

en.wikipedia.org/wiki/Fermat's_principle

[en.wikipedia.org/wiki/Reflection_\(physics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Reflection_(physics))

en.wikipedia.org/wiki/Snell's_law

en.wikipedia.org/wiki/Microscope

en.wikipedia.org/wiki/Telescope

en.wikipedia.org/wiki/Reflecting_telescope

www.ffn.ub.es/~albert/optica/refr-prism.html

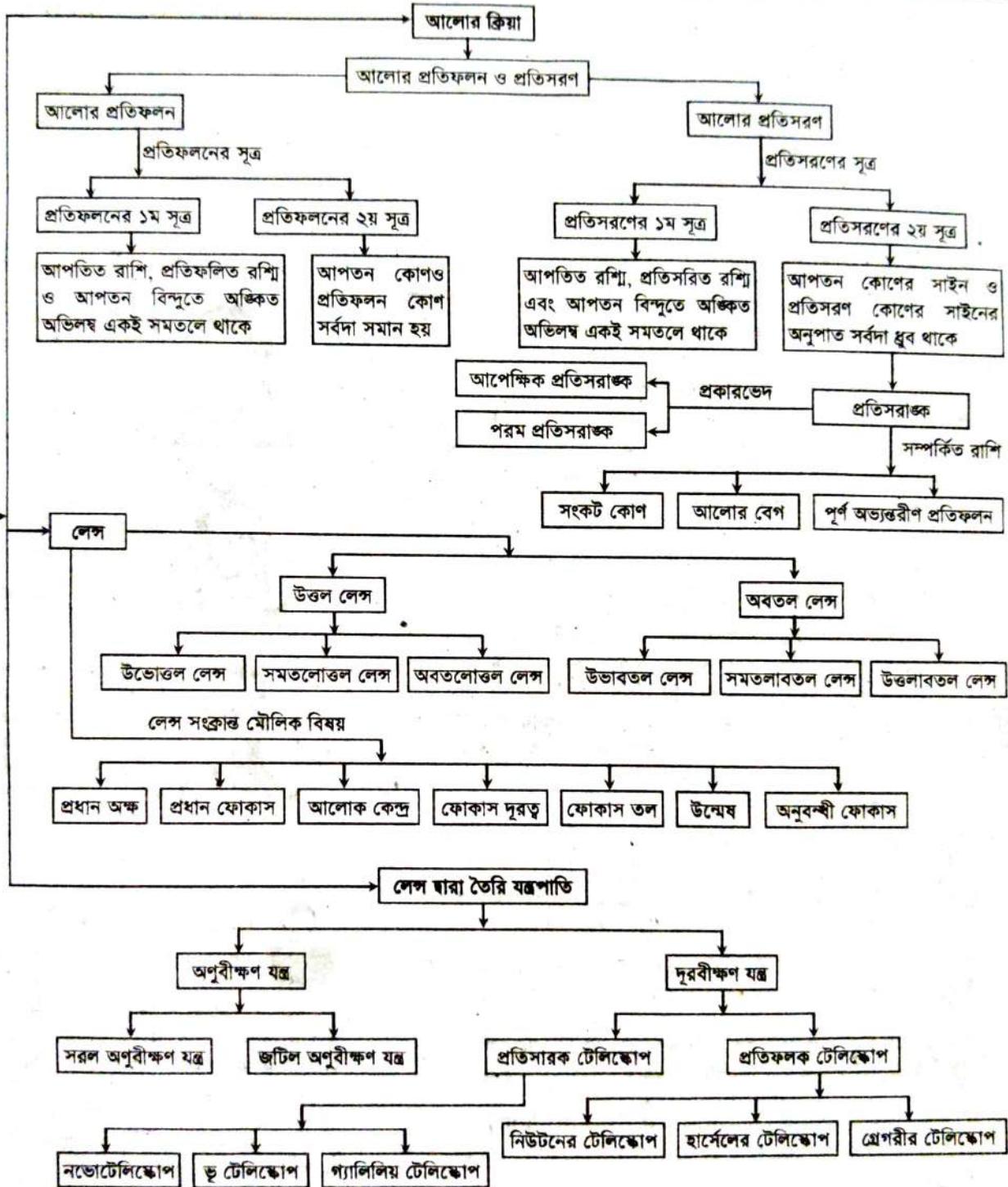
[en.wikipedia.org/wiki/Dispersion_\(optics\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Dispersion_(optics))

৭৩

নজরে

অধ্যায়ের প্রবাহ চিত্র

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



অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis)

- ৯৭ টি সুজনশিল প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ২৬টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫৬টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ৯টি + কলেজ প্রশ্ন ৫টি + সমন্বিত প্রশ্ন ১টি)
- ৩৬৭ টি বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ১৯টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ১৪০টি + কলেজ প্রশ্ন ১১২টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩৬টি)

অনলাইনে প্রস্তুতি যাচাই



www.edubangla.org
সুজনশিল মডেল টেস্ট ০৫টি
বহুনির্বাচনি মডেল টেস্ট ০৫টি



PART

01



অনুশীলন
Practice



অধ্যায়ের শিখনফল

অধ্যায়টি অনুশীলন করে আমি যা জানতে পারব—

- ফার্মাটের নীতির ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ফার্মাটের নীতির সাহায্যে আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র বিশ্লেষণ করতে পারব।
- লেস তৈরির গাণিতিক সমীকরণ প্রতিপাদন করতে পারব।
- ব্যবহারিক : দর্পণ ও উত্তল লেস ব্যবহার করে তরলের প্রতিসরণক নির্ণয় করতে পারব।
- ব্যবহারিক : লেসের ফোকাস দূরত্ব ও ক্ষমতা নির্ণয় করতে পারব।
- মাইক্রোকোপের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- টেলিস্কোপের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- রিফ্লেক্টিং টেলিস্কোপের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- প্রিজমে আলোর প্রতিসরণ ও বিচ্ছুরণ ব্যাখ্যা করতে পারব।



শিখন অর্জন যাচাই

- ফার্মাটের নীতি সম্পর্কিত জ্ঞান অর্জন করতে পারব।
- আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র প্রতিপাদন করতে পারব।



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 মাধ্যমে তোমরা ইইচএসসি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

 এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৯ এর প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১ | একজন ছাত্র 100 cm ফোকাস দূরত্বের একটি লেস দিয়ে 0.01 cm দৈর্ঘ্যের কলা পরীক্ষা করছিল। পরে সে একটি নলের এক পাতে এই লেস ও অন্য পাতে 4 cm ফোকাস দূরত্বের অন্য লেস লাগিয়ে আকাশ পর্যবেক্ষণ করল।

ক. পরম প্রতিসরণাঙ্ক কাকে বলে?

খ. লেসের ফোকাস দূরত্ব আপত্তি আলোর বর্ণের উপর নির্ভরশীল— ব্যাখ্যা কর।

গ. ছোট কণাগুলোকে কত বড় দেখাচ্ছিল?

ঘ. নল ব্যবহার করার পর আকাশের কোনো বস্তুকে দেখতে চাইলে কোন ফোকাসিং এ বেশি বড় দেখাবে গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

১

২

৩

৪

চ. বো. '১৯

 ১ম প্রশ্নের উত্তর 

ক. আলোক রশ্মি শূন্য মাধ্যম থেকে অন্য কোনো মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করলে নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য আপত্তন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত হলো শূন্য মাধ্যমের সাপেক্ষে বিপীরীয় মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক।

খ. লেস প্রস্তুতকারী সমীকরণ অনুসারে,

আমরা জানি, $f = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ এই সম্পর্ক থেকে দেখা যাচ্ছে যে, লেসের ফোকাস দূরত্ব লেসের প্রতিসরণাঙ্কের উপর নির্ভর করে। আবার, জানা আছে— প্রতিসরণাঙ্ক তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যতোনুপাতিক এবং এক এক বর্ণের আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য এক এক। সুতরাং এক এক বর্ণের আলোর জন্য লেসের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক এক এক হওয়ায় এর ফোকাস দূরত্বও সিম। অতএব, লেসের ফোকাস দূরত্ব আপত্তি আলোর বর্ণের উপর নির্ভরশীল।

প্রিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পর্কে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দুটি অংশে বিভক্ত— সৃজনশীল অংশ ও বন্দুর্নির্বাচন অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও উত্তরের পাশাপাশি এইচএসসি পরীক্ষা, মাস্টার টেক্নিনার প্রায়ে, সর্বশেষ সংশোধিত ফরম্যাট অনুসৃত হয়েছে। প্রশ্ন ও উত্তরে

- লেসের শ্রেণিবিন্দীগ সম্পর্কে জানতে পারব।
- লেস তৈরির সমীকরণ শিখতে পারব।
- লেসে প্রতিবিম্বের অবস্থান ও আকৃতি নির্ণয় করতে পারব।
- তরলের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় করতে পারব।
- লেসের ফোকাস দূরত্ব ও ক্ষমতা নির্ণয় করতে পারব।
- অণুবীক্ষণ যন্ত্রের গঠন ও কার্যপ্রণালী সম্পর্কে জানতে পারব।
- অণুবীক্ষণ যন্ত্র ও দূরবীক্ষণ যন্ত্রের মধ্যে তুলনা করতে পারব।

 শিখন সহায়ক উপকরণ

- বিভিন্ন ধরনের লেসের ছবি।
- লেসে প্রতিবিম্বের অবস্থান ও আকৃতি নির্ণয়ক ছক।
- প্লিসারিন ও পানি।
- উত্তল লেস, সমতল দর্পণ, পিন, ক্লাম্পসহ স্ট্যান্ড, মিটার কেল, মাইড ক্যালিপার্স।
- ফ্রেরোমিটার, পরীক্ষণীয় তরল পদার্থ।
- আলোক বেঙ্গ, সূচক দণ্ড, মাইক্রোকোপ, টেলিস্কোপ।
- পাঠ্যসংশ্লিষ্ট বিভিন্ন ধরনের ডিডওক্লিপ।

ঘ. এখানে,

লেসের ফোকাস দূরত্ব, $f = 100 \text{ cm}$

কণার দৈর্ঘ্য, $l = 0.01 \text{ cm}$

স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব, $D = 25 \text{ cm}$

আমরা জানি,

$$M = 1 + \frac{D}{f} = 1 + \frac{25}{100}$$

বা, $M = 1.25$

$$\text{বা, } \frac{l'}{l} = 1.25$$

$$\text{বা, } l' = 1.25 \times l = 1.25 \times 0.01 \text{ cm}$$

$$\therefore l' = 0.0125 \text{ cm}$$

$$\therefore \Delta l = l' - l = (0.0125 - 0.01) \text{ cm} \\ = 0.0025 \text{ cm}$$

অতএব, ছোট কণাগুলো 0.0025 cm বড় দেখাচ্ছিল ফলে উদ্ধীপকের ছাত্র কণাগুলোকে 0.0125 cm দৈর্ঘ্যের দেখছিল।

ঘ. এখানে, অভিলক্ষের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 100 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_c = 4 \text{ cm}$

স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব, $D = 25 \text{ cm}$

বাতাবিক দর্শন ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে রৈখিক বিবর্ধন,

$$M = \frac{f_0}{f_c} = \frac{100}{4} = 25$$

নিকট ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে রৈখিক বিবর্ধন,

$$M' = \frac{f_0}{f_c} \left(1 + \frac{f_c}{D} \right) = \frac{100}{4} \left(1 + \frac{4}{25} \right) = 29$$

দেখা যাচ্ছে, $M' > M$.

অতএব, নিকট ফোকাসিং এ বস্তু বেশি বড় দেখাবে।

প্রশ্ন ২ | 15 cm ও 30 cm বক্তুর ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি উভোভূল লেন্সের সামনের 60 cm দূরে একটি বস্তু স্থাপন করলে 30 cm পিছনে প্রতিবিহু পাওয়া যায়।

ক. দৃষ্টিকোণ কাকে বলে? ১

খ. অভিলক্ষ্যের ফোকাস দৈর্ঘ্য কমালে অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন কীভাবে পরিবর্তিত হয়? ২

গ. লেন্সটির উপাদানের প্রতিসরাঙ্গক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্ধীপকের অন্যান্য শর্তাবলি ঠিক রেখে কী ব্যবস্থা নিলে লেন্সটির ক্ষমতা 1.54 D করা যায়? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[রা. বো. '১৯]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বস্তু চোখে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে দৃষ্টিকোণ বা বীকণ কোণ বলে।

খ অণুবীক্ষণ যন্ত্রের মোট বিবর্ধন হচ্ছে অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের বিবর্ধনের গুণফল। ফলে একটির বিবর্ধন অপরিবর্তিত রেখে অপরটির বিবর্ধন বাড়লে মোট বিবর্ধন বাড়ে। অভিলক্ষ্যের বিবর্ধন,

$$\frac{-v_o}{u_o} = \frac{-v_o}{f_o} + 1$$

এই সম্পর্ক থেকে স্পষ্টত প্রতিয়মান অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব কমালে এর বিবর্ধন বাড়ে। ফলে উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধনও বাড়ে।

গ এখানে, লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠের বক্তুর ব্যাসার্ধ, $r_1 = 15 \text{ cm}$ লেন্সের ২য় পৃষ্ঠের বক্তুর ব্যাসার্ধ, $r_2 = -30 \text{ cm}$

লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 60 \text{ cm}$

বিষের দূরত্ব, $v = 30 \text{ cm}$

লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্গক, $\mu = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \mu - 1 = \frac{\frac{1}{u} + \frac{1}{v}}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}$$

$$\text{বা, } \mu = \frac{\frac{1}{u} + \frac{1}{v}}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}} + 1 = \frac{\frac{1}{60} + \frac{1}{30}}{\frac{1}{15} - \frac{1}{30}} + 1 = \frac{3}{2}$$

অতএব, উদ্ধীপকের লেন্সটির উপাদানের প্রতিসরণাঙ্গক $\frac{3}{2}$ ।

ঘ এখানে, লেন্সের ক্ষমতা, $P = 1.54 \text{ D}$

$$\therefore \text{ফোকাস দূরত্ব, } f' = \frac{1}{P} = \frac{1}{1.54} = 64.94 \text{ cm}$$

লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠের বক্তুর ব্যাসার্ধ, $r_1 = 15 \text{ cm}$

লেন্সের ২য় পৃষ্ঠের বক্তুর ব্যাসার্ধ, $r_2 = -30 \text{ cm}$

$$\text{‘গ’ থেকে পাই, লেন্সটির উপাদানের প্রতিসরণাঙ্গক, } \mu = \frac{3}{2}$$

ধরি, লেন্সটিকে μ_1 প্রতিসরাঙ্গের মাধ্যমে নিয়ে গেলে এর ক্ষমতা 1.54 D হবে।

ঙ শর্তানুসারে,

$$\frac{1}{64.94} = \left(\frac{\mu}{\mu_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{\mu}{\mu_1} - 1 = \frac{\frac{1}{64.94}}{\frac{1}{15} + \frac{1}{30}}$$

$$\text{বা, } \frac{\mu}{\mu_1} = 1.154$$

$$\text{বা, } \frac{\mu}{\mu_1} = \frac{\mu}{1.154} = \frac{\frac{3}{2}}{1.154} = 1.3$$

অতএব, লেন্সটিকে 1.3 প্রতিসরাঙ্গের মাধ্যমে নিয়ে গেলে এর ক্ষমতা 1.54 D হবে।

প্রশ্ন ৩ | লেন্স প্রস্তুত কারখানায় সমবক্রতার ব্যাসার্ধের 25 cm ফোকাস দূরত্বের একটি উভোভূল লেন্স তৈরি করা হলো। যার উপাদানের প্রতিসরণাঙ্গক 1.6। পরে এটিকে 1.16, 1.33 ও 1.4 প্রতিসরাঙ্গের মাধ্যমে আতঙ্গী কাচ হিসেবে ব্যবহার করা হলো।

ক. কৃষ্ণ গহ্বর কাকে বলে?

খ. কার্নো ইঞ্জিনকে প্রত্যাগামী ইঞ্জিন বলা হয় কেন?

গ. লেন্সটির বক্তুর ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

ঘ. কোন মাধ্যমে লেন্সটি সর্বাধিক ক্ষমতায় ব্যবহৃত হয়েছিল তার গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

[কু. বো. '১৯]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক মহাকাশে কোনো বস্তু বা এর আশেপাশে যে অঞ্চল থেকে কোনো তথ্য পাওয়া সম্ভব নয় এবং যেখান থেকে আলো বা কোনো বস্তু বেরিয়ে আসতে পারে না সেই অঞ্চলই হলো কৃষ্ণগহ্বর।

খ কোনো চক্র প্রত্যাগামী হতে গেলে যেসব বৈশিষ্ট্য থাকা প্রয়োজন কার্নোর আদর্শ ইঞ্জিনে সেগুলো রয়েছে। যেমন—

১. পিস্টন ও চোঙ বা সিলিন্ডারের মধ্যে কোনো ঘর্ষণ নেই।

২. কার্যকরী পদার্থ (গ্যাস)-এর উপর প্রযুক্ত প্রক্রিয়াগুলো খুব ধীরে ধীরে সংঘটিত হয়।

৩. পিস্টন ও সিলিন্ডার নির্মাণে আদর্শ তাপ নিরোধক বা অন্তরক ও আদর্শ তাপ পরিবাহী ব্যবহার করা হয় এবং তাপ উৎস ও তাপ প্রাহকের উপাদান এমন অতি উচ্চ তাপ গ্রাহীতা যুক্ত করা হয় যে সমূক্ষ প্রক্রিয়াগুলো স্থির তাপমাত্রায় সংঘটিত হয়।

গ এখানে, $r_1 = r$; $r_2 = -r$; $f = 25 \text{ cm}$; $\mu = 1.6$

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } r = 2(\mu - 1)f = 2(1.6 - 1) \times 25 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

অতএব, লেন্সটির উভয় পৃষ্ঠের বক্তুর ব্যাসার্ধ 30 cm।

ঘ এখানে, $r_1 = 30 \text{ cm} = r_2 = -30 \text{ cm}$;

$$\mu = 1.6; \mu_1 = 1.16; \mu_2 = 1.33; \mu_3 = 1.4$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{\mu}{\mu_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } P_1 = \left(\frac{1.6}{1.16} - 1 \right) \times \left(\frac{1}{30 \text{ cm}} + \frac{1}{30 \text{ cm}} \right)$$

$$= \frac{11}{29} \times \frac{2}{30 \text{ cm}} = \frac{2 \times \frac{11}{29}}{30 \times 10^{-2} \text{ m}} = 2.53 \text{ D}$$

আবার,

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{\mu}{\mu_2} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } P_2 = \left(\frac{1.6}{1.33} - 1 \right) \times \frac{2}{30 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\therefore P_2 = 1.35 \text{ D}$$

$$\text{অনুরূপভাবে, } P_3 = \left(\frac{\mu}{\mu_3} - 1\right) \times \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$= \left(\frac{1.6}{1.4} - 1\right) \times \left(\frac{1}{30 \text{ cm}} + \frac{1}{30 \text{ cm}}\right)$$

$$= \frac{1}{7} \times \frac{2}{30 \times 10^{-2} \text{ m}} = 0.95 \text{ D}$$

দেখা যাচ্ছে, $P_1 > P_2 > P_3$

অতএব, 1.16 প্রতিসরণকের মাধ্যমে লেস্টি সর্বাধিক ক্ষমতায় ব্যবহৃত হয়েছিল।

প্রয়োগ ৪ 15 cm ও 30 cm ব্রুতার ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি উভোভল লেসের সামনে 60 cm দূরে একটি বস্তু স্থাপন করলে 30 cm পিছনে প্রতিবিষ্ফ পাওয়া যায়।

 ক. দৃষ্টি কোণ কাকে বলে?

১

খ. অভিস্থায়ে ফোকাস দৈর্ঘ্য কমালে অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন ক্ষমতা কীভাবে পরিবর্তিত হয়?

২

গ. লেস্টির উপাদানের প্রতিসরণক নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উচ্চীপকের অন্যান্য শর্তাবলি ঠিক রেখে কী ব্যবস্থা নিলে লেস্টির ক্ষমতা 1.54 D করা যায়? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

৪

[চ. বো. '১৪]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বস্তু চোখে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে দৃষ্টিকোণ বা বীক্ষণ কোণ বলে।

খ সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধনের সমীকরণ হলো—

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

এই সমীকরণ হতে দেখা যায় যে, স্পট দর্শনের নূন্যতম দূরত্ব D এর মান সুনির্দিষ্ট। অর্থাৎ M এর মান f এর উপর নির্ভরশীল। সমীকরণ অনুসারে f এর মান বৃদ্ধি পেলে M এর মান হ্রাস পায় এবং f এর মান হ্রাস পেলে M এর মান বৃদ্ধি পায়।

গ চিহ্নের প্রথা হতে আমরা জানি আলোকরশ্মি যে পাশে প্রতিসরিত হয় সে পাশের ব্রুতার ব্যাসার্ধ ধনাত্মক, অন্যটি ঋণাত্মক।

এখানে, $r_1 = +15 \text{ cm}$

$$r_2 = -30 \text{ cm}$$

$$u = 60 \text{ cm}$$

$$v = 30 \text{ cm}$$

প্রতিসরণক, $\mu = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{60} + \frac{1}{30} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{30} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1+2}{60} = (\mu - 1) \frac{2+1}{30}$$

$$\text{বা, } \mu - 1 = \frac{30}{60}$$

$$\text{বা, } \mu = 1.5$$

অতএব, লেস্টির উপাদানের প্রতিসরণক 1.5।

ঘ প্রাথমিক অবস্থায় লেসের ফোকাস দূরত্ব,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{60} + \frac{1}{30} = \frac{3}{60}$$

$$\therefore f = 20 \text{ cm} = 0.20 \text{ m}$$

$$\therefore \text{ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.20} = 5 \text{ D}$$

পরবর্তী অবস্থায় ক্ষমতা, $P_1 = 1.54 \text{ D}$

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

সবকিছু অপরিবর্তিত থাকলে P $\propto \mu$ অর্থাৎ সবকিছু অপরিবর্তিত রেখে লেস্টির ক্ষমতা পরিবর্তন করতে চাইলে লেস্টিকে ভিন্ন কোনো মাধ্যমে স্থাপন করতে হবে যাতে ঐ মাধ্যমের সাপেক্ষে লেসের উপাদানের প্রতিসরণক কমে

$$\text{ধরি, প্রাথমিক অবস্থায়, } P = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{এবং পরবর্তী অবস্থায়, } P_1 = (\mu_1 - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\therefore \frac{P_1}{P} = \frac{\mu_1 - 1}{\mu - 1}$$

$$\text{বা, } \frac{5}{1.54} = \frac{1.5 - 1}{\mu - 1}$$

$$\text{বা, } \mu - 1 = \frac{0.5}{3.25}$$

$$\text{বা, } \mu_1 = 1.154$$

নতুন মাধ্যমের সাপেক্ষে লেসের উপাদানের প্রতিসরণক $m\mu$ হলে এখানে $m\mu = \mu_1 = 1.154$

$$\text{আমরা জানি, } m\mu = \frac{\mu_1}{\mu}$$

$$\text{বা, } 1.154 = \frac{1.5}{\mu_m}$$

$$\text{বা, } \mu_m = \frac{1.5}{1.154} = 1.30$$

∴ অন্যান্য শর্তাবলি অপরিবর্তিত রেখে লেস্টির ক্ষমতা 1.54 D করতে হলে লেস্টিকে 1.30 প্রতিসরণক মাধ্যমে তুরাতে হবে।

প্রয়োগ ৫ একটি 3 m বাহুবিশিষ্ট ঘনক আকৃতির ট্যাংকে পানিশূন্য অবস্থায় দুই দেয়ালের মধ্যবর্তী স্থানে একটি উভল লেস স্থাপন করলে এর বিপরীত দেয়ালে একটি বস্তু হিঁগুল বিবর্ধিত বাস্তব বিষ পাওয়া যায়। পরবর্তীতে ট্যাংকটি পানিপূর্ণ করা হয়। [পানি ও কাচের প্রতিসরণক যথাক্রমে 1.33 এবং 1.5]

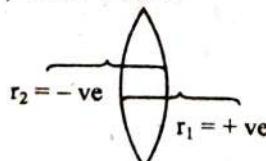
ক ফ্যারাডের তড়িৎ আবেশ সংক্রান্ত দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ।

খ প্রিজমের বিচ্যুতি আলোর বর্ণের উপর নির্ভর করে— ব্যাখ্যা কর।

গ লেস্টির ফোকাস দূরত্ব কত?

ঘ পানিপূর্ণ ট্যাংকে লেস ও বস্তুর অবস্থান অপরিবর্তিত রাখলে বিষের প্রক্রিয়া কোনোরূপ পরিবর্তন হবে কি না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই করে মন্তব্য কর।

[চ. বো. '১৪]



৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রটি হলো— তার কুণ্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচালক বলের মান কুণ্ডলীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ফ্লাইয়ের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক।

খ দৃশ্যমান আলোর মধ্যে লাল আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি এবং বেগুনী আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম। প্রতিসরণক তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের ব্যাস্তানুপাতিক হওয়ায় লাল আলোর জন্য প্রতিসরণক সবচেয়ে কম এবং বেগুনী আলোর জন্য সবচেয়ে বেশি। সুরু প্রিজমের বিচ্যুতির রাশিমালা $\delta = (\mu - 1) A$ । এই সমীকরণ অনুসারে বিচ্যুতি প্রতিসরণকের উপর নির্ভরশীল। অর্থাৎ প্রিজমের বিচ্যুতি আলোর বর্ণের উপর নির্ভরশীল।

গ ধরি, লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব u এবং প্রতিবিষ্ফের দূরত্ব v

$$\therefore v = \frac{3m}{2} = 1.5 \text{ m}$$

বিবর্ধন, $m = -2$ [বাস্তব প্রতিবিষ্ফ উল্টো হয়]

ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

$$\text{আমরা জানি, } m = -\frac{v}{u}$$

$$\text{বা, } -2 = -\frac{v}{u}$$

$$\text{বা, } u = \frac{-v}{-2} = \frac{v}{2}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{\frac{v}{2}} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} + \frac{2}{v} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{1+2}{v} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } 3f = v$$

$$\text{বা, } f = \frac{1.5 \text{ m}}{3} = 0.5 \text{ m}$$

সুতরাং লেস্টির ফোকাস দূরত্ব 0.5 m

ব) 'g' হতে পাই, প্রতিবিষ্বের দূরত্ব, $v = 1.5 \text{ m}$

$$\therefore \text{লক্ষবন্ধুর দূরত্ব, } u = \frac{v}{2} = \frac{1.5 \text{ m}}{2} = 0.75 \text{ m}$$

ফোকাস দূরত্ব, $f = 0.5 \text{ m}$

ধরি, পানিতে লেস্টের ফোকাস দূরত্ব, f_w

পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_w = 1.33$

কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_g = 1.5$

$$\text{পানি সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক } {}_w\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.5}{1.33} = 1.128$$

$$\text{পানিশূন্য অবস্থায়, } \frac{1}{f} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{পানিপূর্ণ অবস্থায়, } \frac{1}{f_w} = ({}_w\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{(\mu_g - 1)}{({}_w\mu_g - 1)}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f} = \frac{1.5 - 1}{1.128 - 1}$$

$$\text{বা, } f_w = 3.91 f = 3.91 \times 0.5 \text{ m} = 1.955 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{u} + \frac{1}{v_w} = \frac{1}{f_w}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_w} = \frac{1}{f_w} - \frac{1}{u}$$

$$= \frac{1}{1.955 \text{ m}} - \frac{1}{0.75 \text{ m}} = \frac{0.75 - 1.955}{1.955 \times 0.75} = \frac{1.205}{1.955 \times 0.75}$$

$$\therefore v_w = -1.217 \text{ m}$$

যেহেতু v_w খণ্ডক সেহেতু প্রতিবিষ্বে অবস্থার ও সোজা হবে অর্থাৎ পানিপূর্ণ ট্যাঙ্কে লেস ও বন্ধুর অবস্থান অপরিবর্তিত রাখলে বিষের প্রভৃতির পরিবর্তন হবে।

গ) উভয়ে একটি উভোভল লেসের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 30 সে.মি. ও 40 সে.মি.। বায়ু সাপেক্ষে কাচ ও পানির প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.5 ও 1.33।

ক. প্রিজম কোণ কি?

খ. ধালি চোখে পানিতে ঝুব দিলে পানির ভিতরে বন্ধুর প্রতিজ্ঞবি ঘোলাটে দেখার কেন?

গ. বায়ুতে লেস্টির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. লেস্টিকে পানিতে নিয়ন্ত্রিত করলে ফোকাস দূরত্বের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রতিসরক তলবয় যে কোণে পরম্পরকে ছেদ করে তাই প্রিজম কোণ।

খ. ধালি চোখে পানিতে ঝুব দিলে পানির ভিতরে বন্ধুর প্রতিজ্ঞবি ঘোলাটে দেখায়। এক্ষেত্রে পানির প্রতিসরণাঙ্কের কারণে চোখের ফোকাস দূরত্ব পরিবর্তন হয়ে যায় এতে বন্ধু থেকে আলোকরশ্মি চোখের রেটিনার সামনে বা পিছনে মিলিত হয় ফলে পানির ভিতরে বন্ধুর প্রতিজ্ঞবি ঘোলাটে দেখায়।

গ. এখানে, লেসের ১ম পৃষ্ঠের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = +30 \text{ cm}$
লেসের ২য় পৃষ্ঠের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -40 \text{ cm}$

বায়ুর সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_g\mu_g = 1.5$

বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_w\mu_w = 1.33$

লেসের ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

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

$$= (1.5 - 1) \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{40} \right) = 0.5 \times \frac{4 + 3}{120}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = \frac{3.5}{120}$$

$$\text{বা, } f = \frac{120}{3.5} \text{ cm} = 34.28 \text{ cm}$$

ঘ. এখানে, $r_1 = +30 \text{ cm}$; $r_2 = -40 \text{ cm}$; ${}_g\mu_g = 1.5$; ${}_w\mu_w = 1.33$

$$\text{বায়ুর ক্ষেত্রে, } \frac{1}{f_g} = ({}_g\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \dots \dots \text{(i)}$$

$$\text{পানির ক্ষেত্রে, } \frac{1}{f_w} = ({}_w\mu_w - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \dots \dots \text{(ii)}$$

(i) ÷ (ii) করে পাই,

$$\frac{f_w}{f_g} = \frac{({}_g\mu_g - 1)}{({}_w\mu_w - 1)} = \frac{({}_g\mu_g - 1)}{\left(\frac{{}_g\mu_g}{\mu_w} - 1 \right)} = \frac{(1.5 - 1)}{\left(\frac{1.5}{1.33} - 1 \right)}$$

$$\frac{f_w}{f_g} = \frac{0.5}{1.13 - 1} = 3.85$$

$$\text{বা, } f_w = 3.85 \times f_g$$

অর্থাৎ পানিতে লেস্টির ফোকাস দূরত্ব বায়ুতে ফোকাস দূরত্বের 3.85 গুণ।

ইচএসসি পরীক্ষা ২০১৮ এর প্রশ্ন ও উত্তর

ক. একটি পরীক্ষণে, একটি বন্ধুকে একটি উভোভল লেসের 75 cm সামনে স্থাপন করা হলো; যার বক্তৃতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 15 cm ও 30 cm। এতে 30 cm পিছনে প্রতিবিষ্বে গঠিত হয়। অন্য একটি পরীক্ষণে, লেস্টিকে 1.33 প্রতিসরণাঙ্কের মাধ্যমে স্থাপন করা হলো।

ক. অপবর্তন কাকে বলে?

খ. ইয়ং-এর ছি-চিড় পরীক্ষায় ব্যতিচার বালরের কেন্দ্রীয় পট্টির প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর।

গ. প্রথম ক্ষেত্রে লেস্টির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. বিভীতীয় পরীক্ষায় একই দূরত্বে বন্ধুটি স্থাপন করলে প্রতিবিষ্বের প্রকৃতি প্রথম পরীক্ষার অনুরূপ হবে কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে সত্য্য কর।

ক. সেট : রাজশাহী; যশোর; কুমিল্লা; চট্টগ্রাম; বরিশাল বোর্ড '১৮।

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কেনো প্রতিবন্ধকের ধার ঘৰে বা সবু ছিদ্রের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় আলো কিছুটা বেঁকে যাওয়ার ঘটনাই অপবর্তন।

খ. ইয়ং-এর ছি-চিড় পরীক্ষায় ব্যতিচার বালরের কেন্দ্রীয় পট্টি উভল হয়। এর উভলে অন্যান্য উভল ডোরার চেয়ে বেশি হয়। কেন্দ্রীয় পট্টিটি সৃষ্টিকারী লব্ধি তরঙ্গের বিকার অন্যান্য উভল ডোরা সৃষ্টিকারী লব্ধি তরঙ্গের অপেক্ষা বেশি হওয়ায় এর উভল অন্যান্য উভল পট্টি অপেক্ষা বেশি হয়।

ষষ্ঠ অধ্যায় জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান

গ. এখানে, লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 75 \text{ cm}$

প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v = 30 \text{ cm}$

লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = \frac{1}{75 \text{ cm}} + \frac{1}{30 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = \frac{7}{150 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } f = \frac{150 \text{ cm}}{7}$$

$$\text{বা, } f = 21.43 \text{ cm}$$

$$\therefore f = 21.43 \text{ cm}$$

অতএব, প্রথম ক্ষেত্রে উদ্ধীপকের লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 21.43 cm ।

হ. 'g' হতে পাই, বাতাসে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, $f = 21.43 \text{ cm}$

এখন, লেন্সটির উপাদানের প্রতিসরাঙ্গক μ , হলো,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{21.43} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{15} + \frac{1}{30} \right)$$

$$\text{বা, } \mu - 1 = \frac{\frac{1}{21.43}}{\frac{1}{15} + \frac{1}{30}}$$

$$\text{বা, } \mu - 1 = 0.47$$

$$\text{বা, } \mu = 1 + 0.47$$

$$\therefore \mu = 1.47$$

ধরি, 1.33 প্রতিসরাঙ্গকের মাধ্যমে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব f'

$$\therefore f' = \frac{(\mu - 1)}{\mu} \cdot f$$

$$\text{বা, } f' = \frac{1.47 - 1}{1.47} \times f = 4.465 \times 21.43 \text{ cm}$$

$$\therefore f' = 95.68 \text{ cm}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{f'} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{95.68} = \frac{1}{75} + \frac{1}{v}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{95.68} - \frac{1}{75}$$

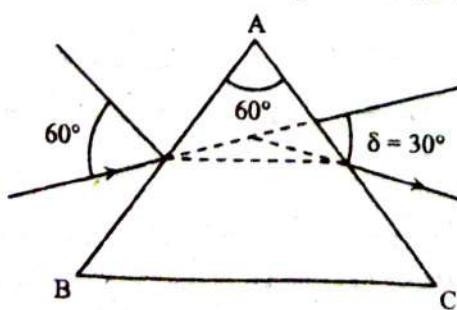
$$\text{বা, } \frac{1}{v} = -2.88 \times 10^{-3}$$

$$\text{বা, } v = -346.93 \text{ cm}$$

যেহেতু, v ঋণাত্মক সেহেতু বিষ অবস্থা।

অতএব, ছিটীয় পরীক্ষায় একই দূরত্বে বস্তুটি স্থাপন করলে প্রতিবিষ্টের প্রথম পরীক্ষার অনুরূপ হবে না।

উদ্ধীপক অনুসারে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. হল বিভব কাকে বলে?

খ. আলোর ব্যতিচারে সুসংজ্ঞত উৎসের প্রয়োজন কেন? ১

গ. প্রিজমের প্রতিসরাঙ্গক কত? ২

ঘ. ন্যূনতম বিচৃতি ঘটাতে আপতন কোণের কীরূপ পরিবর্তন করতে হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[খ সেট : ঢাকা; সিলেট; দিনাজপুর বোর্ড '১৮]

৮মং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বিদ্যুৎবাহীর প্রবাহের দিকের সাথে অভিলম্ব বরাবর একটি চৌম্বক ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে ঐ প্রবাহ ও চৌম্বক ক্ষেত্র উভয়ের অভিলম্ব অভিমুখে একটি বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হয়। এ ক্রিয়াকে বলা হয় হল ক্রিয়া এবং সৃষ্টি বিভব পার্থক্যকে বলা হয় হল বিভব।

খ. স্থায়ী দশাপার্থক্য ও সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট আলোক নির্গমনকারী দুটি আলোক উৎসকে প্ররূপরের সুসংজ্ঞত 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 দূর ঘটে (10^{-8} s) যে, দর্শনাভূতির স্থায়িত্বকালের (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।

গ. এখানে, প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

ন্যূনতম বিচৃতি কোণ, $\delta_m = 30^\circ$

প্রিজমের প্রতিসরাঙ্গক, $\mu = \text{নির্ণেয়}$

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin \frac{\delta_m + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \frac{30^\circ + 60^\circ}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}}$$

$$\therefore \mu = \sqrt{2}$$

অতএব, উদ্ধীপকের প্রিজমটির প্রতিসরাঙ্গক $\sqrt{2}$ ।

ঘ. ধরি, ন্যূনতম বিচৃতিতে আপতন কোণ i_1 হবে

আমরা জানি, ন্যূনতম বিচৃতিতে, $2r_1 = A$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{A}{2} = \frac{60^\circ}{2}$$

$$\therefore r_1 = 30^\circ$$

$$\therefore \text{শর্তনুসারে, } \sqrt{2} = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\text{বা, } \sin i_1 = \sqrt{2} \times \sin 30^\circ$$

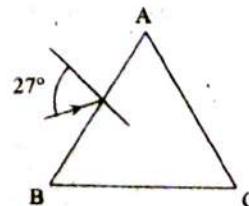
$$\text{বা, } \sin i_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{বা, } i_1 = 45^\circ$$

অতএব, ন্যূনতম বিচৃতি ঘটাতে আপতন কোণ 60° -এর পরিবর্তে 45° করতে হবে। অর্থাৎ, আপতন কোণ $60^\circ - 45^\circ = 15^\circ$ কমাতে হবে।

এইচএসসি পরীক্ষা ২০১৭ এর প্রশ্ন ও উত্তর

১. এম. | নিচের উদ্ধীপকটি লক্ষ কর :



চিত্রে ABC একটি কাচ প্রিজমের প্রধান ছেদ। এখানে $AB = BC = CA$. প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্গক 1.5. AB প্রতিসারক পৃষ্ঠে আলোক রশ্মির আপতন কোণ 27°।

- ক. আলোৰ সমৰ্ভন কী? ১
 খ. প্ৰতিফলক দূৰবীক্ষণ যত্তে প্ৰতিবিষ্ঠ বেশি উজ্জ্বল হয় কেন? ২
 গ. প্ৰিজমটিৰ ন্যূনতম বিচৃতি কোণ নিৰ্ণয় কৰ। ৩
 ঘ. উদীপকেৰ আলোকেৰ রশ্মিটি AC পৃষ্ঠ দিয়ে নিৰ্গত হবে
 কি-না যথাযথ গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কৰ। ৪
 [জ. বো. '১৭]

১৮ প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তৰঙাকে একটি নিদিষ্ট তল
বৰাবৰ কম্পনক্ষম কৰাৰ প্ৰক্ৰিয়াই হলো আলোৰ সমৰ্ভন।

খ. প্ৰতিফলক টেলিস্কোপে অভিলক্ষ্য হিসেবে দৰ্পণ ব্যবহাৰ কৰা
হয়। দৰ্পণ ব্যবহাৰ কৰাৰ ফলে এই দূৰবীক্ষণ যত্তে বৰ্ণ তুটি বা
গোলকীয় তুটি থাকে না। এছাড়া দৰ্পণে আলোৰ শোষণও কম হয়।
এজন্য প্ৰতিফলক দূৰবীক্ষণ যত্তে প্ৰতিবিষ্ঠ বেশি উজ্জ্বল হয়।

গ. ধৰি, প্ৰিজমটিৰ ন্যূনতম বিচৃতি কোণ δ_m .
উদীপকেৰ প্ৰিজমেৰ ক্ষেত্ৰে $AB = BC = CA$ অৰ্থাৎ প্ৰিজমটি সমাত্ৰালু।
 \therefore প্ৰিজম কোণ, $A = 60^\circ$; প্ৰতিসৰণাঙ্ক, $\mu = 1.5$

১ম আপতন কোণ, $i_1 = 27^\circ$

$$\text{আমৰা জানি, } \mu = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\text{বা, } 1.5 = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}}$$

$$\text{বা, } \sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = 1.5 \times \sin 30^\circ = 0.75$$

$$\text{বা, } \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = \sin^{-1}(0.75) = 48.6^\circ$$

$$\text{বা, } 60^\circ + \delta_m = 97.2^\circ$$

$$\text{বা, } \delta_m = 97.2^\circ - 60^\circ = 37.2^\circ$$

সুতৰাং, প্ৰিজমটিৰ ন্যূনতম বিচৃতি কেণ 37.2° ।

ঢ. আমৰা জানি,

$$\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\text{বা, } \sin r_1 = \frac{\sin i_1}{\mu} = \frac{\sin 27^\circ}{1.5}$$

$$\text{বা, } r_1 = \sin^{-1}(0.3026)$$

$$\therefore r_1 = 17.62^\circ$$

আবাৰ, $r_1 + r_2 = A$

$$\text{বা, } r_2 = A - r_1 = 60^\circ - 17.62^\circ = 42.38^\circ$$

$$\text{২য় পৃষ্ঠেৰ ক্ষেত্ৰে, } \mu = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

$$\text{বা, } \sin i_2 = \mu \sin r_2 = 1.5 \times \sin 42.38^\circ$$

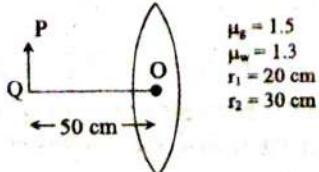
$$\text{বা, } \sin i_2 = 1.011$$

কিন্তু \sin এৰ যেকোনো মান 1 এৰ চেয়ে বেশি হতে পাৰে না।

$$\sin i_2 \neq 1.011$$

অৰ্থাৎ আলোকৰশ্মিটি AC পৃষ্ঠ দিয়ে নিৰ্গত না হয়ে অভ্যন্তৱীণ
প্ৰতিফলন ঘটবে।

৪. নিচেৰ উদীপকটি লক্ষ কৰ :



চিত্ৰে লক্ষ্যবন্ধুৰ অবস্থান দেখানো হচ্ছে।

- ক. আলোক কেন্দ্ৰ কী? ১
 খ. -2.5 D বলতে কী বুঝায়? ২
 গ. উদীপক অনুসাৰে লেন্সেৰ ফোকাস দূৰত্ব কত? ৩
 ঘ. লেন্সটিকে পৰ্যায়ক্ৰমে বায়ু ও পানিতে স্থাপন কৰলে উৎপন্ন
বিষেৰ প্ৰকৃতি কেমন হবে, গাণিতিকভাৱে ব্যাখ্যা কৰ। ৪
 [জ. বো. '১৭]

[ৱা. বো. '১৭]

১০ প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. লেন্সেৰ প্ৰধান অক্ষেৰ উপরস্থ যে বিন্দুৰ মধ্যদিয়ে আলোকৰশ্মি
গোলোক অভিলক্ষ্য হিসেবে দৰ্পণ ব্যবহাৰ কৰাৰ ফলে এৰ দিকেৰ কোনো পৱিত্ৰতা নাই।

খ. লেন্সেৰ ক্ষমতা -2.5 D বলতে বোৰায়—

১. লেন্সেৰ ক্ষমতা বৰ্ণনা কৰ ও হওয়ায় লেন্সটি অবতল।

২. লেন্সটিৰ ফোকাস দূৰত্ব $\frac{1}{2.5} \text{ m}$ বা 40 cm

৩. লেন্সটি 40 cm দৰে প্ৰধান অক্ষেৰ সমাত্ৰালু একগুচ্ছ
আলোকৰশ্মিকে অপসাৰী কৰে।

গ. ধৰি, লেন্সটিৰ ফোকাস দূৰত্ব, f

উদীপক হতে, উভোতল লেন্সেৰ ১ম পৃষ্ঠেৰ বক্রতাৰ ব্যাসাৰ্ধ, $r_1 = 20 \text{ cm}$

২য় পৃষ্ঠেৰ বক্রতাৰ ব্যাসাৰ্ধ, $r_2 = -30 \text{ cm}$

কাচেৰ প্ৰতিসৰণাঙ্ক, $\mu_g = 1.5$

আমৰা জানি,

$$\frac{1}{f} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = (1.5 - 1) \left(\frac{1}{20 \text{ cm}} - \frac{1}{-30 \text{ cm}} \right) \\ = 0.5 \left(\frac{1}{20 \text{ cm}} + \frac{1}{30 \text{ cm}} \right) = 0.5 \left(\frac{3+2}{60 \text{ cm}} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = \frac{5}{120 \text{ cm}} \quad \therefore f = 24 \text{ cm}$$

সুতৰাং উদীপক অনুসাৰে লেন্সটিৰ ফোকাস দূৰত্ব 24 cm

ঢ. গ হতে পাই, বায়ুতে লেন্সটিৰ ফোকাস দূৰত্ব, $f_a = 24 \text{ cm}$

উদীপক হতে, লক্ষ্যবন্ধুৰ দূৰত্ব, $u = 50 \text{ cm}$

উভোতল লেন্সেৰ বক্রতাৰ ব্যাসাৰ্ধ, $r_1 = 20 \text{ cm}$ এবং $r_2 = -30 \text{ cm}$

পানিৰ সাপেক্ষে কাচেৰ প্ৰতিসৰণাঙ্ক, $w\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.5}{1.3} = 1.154$

পানিতে লেন্সটিৰ ফোকাস দূৰত্ব, $f_w = ?$

বায়ুতে প্ৰতিবিষ্ঠেৰ দূৰত্ব, $v_a = ?$; পানিতে প্ৰতিবিষ্ঠেৰ দূৰত্ব, $v_w = ?$

আমৰা জানি, $\frac{1}{v_a} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f_a}$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_a} + \frac{1}{50 \text{ cm}} = \frac{1}{24 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_a} = \frac{1}{24 \text{ cm}} - \frac{1}{50 \text{ cm}} = \frac{25 - 12}{600 \text{ cm}} = \frac{13}{600 \text{ cm}}$$

$$\therefore v_a = \frac{600 \text{ cm}}{13} = 46.15 \text{ cm}$$

যেহেতু প্ৰতিবিষ্ঠেৰ দূৰত্ব ধনাত্মক সেহেতু বিষেৰ প্ৰকৃতি হবে বাস্তব ও উচ্চো।

আবাৰ, $\frac{1}{v_w} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f_w}$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_w} + \frac{1}{u} = (w\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_w} = (1.154 - 1) \left(\frac{1}{20 \text{ cm}} - \frac{1}{-30 \text{ cm}} \right) - \frac{1}{50 \text{ cm}}$$

$$= 0.154 \left(\frac{2+3}{60 \text{ cm}} \right) - \frac{1}{50 \text{ cm}} = \frac{0.77}{60 \text{ cm}} - \frac{1}{50 \text{ cm}} = \frac{3.85 - 6}{300 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_w} = \frac{-2.15}{300 \text{ cm}}$$

$$\therefore v_w = -\frac{300 \text{ cm}}{2.15} = -139.53 \text{ cm}$$

যেহেতু প্ৰতিবিষ্ঠেৰ দূৰত্ব ধনাত্মক সেহেতু বিষেৰ প্ৰকৃতি অবাস্তব ও
সোজা হবে।

প্রৱৰ্ষ ১১। একটি অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 3 cm এবং 4 cm। লেসের মধ্যবর্তী দূরত্ব 14.5 cm। 0.50 mm দৈর্ঘ্যের একটি বস্তু অভিলক্ষ্য হতে 3.1 cm দূরে স্থাপন করা হলো।

- ক. তরঙ্গমুখ কাকে বলে? ১
- খ. n-p-n ট্রানজিস্টর p-n-p ট্রানজিস্টরের চেয়ে বেশি কার্যকর ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. অভিলক্ষ্যের প্রতিবিষ্টের দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের বিবর্ধনের তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

[য. বো. '১৭]

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পর্ক কণাগুলোর সঞ্চারপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

খ n-p-n ট্রানজিস্টর ও p-n-p ট্রানজিস্টরের কার্যনীতি একই রকম হলেও এদের পার্থক্য হলো আধান বাহকে। n-p-n ট্রানজিস্টরের আধান বাহক ইলেক্ট্রন অ্যান্ডিকে p-n-p ট্রানজিস্টরের আধান বাহক হোল। ইলেক্ট্রন, হোল অপেক্ষা অধিক দৃত পরিবাহক। ফলে উচ্চ ফ্রিকুয়েন্সি বা কম্পিউটার বর্তনীতে n-p-n ট্রানজিস্টর ব্যবহার করা হয়। এজন্য n-p-n ট্রানজিস্টরের p-n-p ট্রানজিস্টরের চেয়ে বেশি কার্যকর।

গ ধরি, অভিলক্ষ্যের প্রতিবিষ্টের দূরত্ব V_0

উদ্দীপক হতে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 10 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্য হতে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_0 = 1.1 \text{ cm}$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{V_0} + \frac{1}{u_0} = \frac{1}{f_0}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{V_0} + \frac{1}{1.1 \text{ cm}} = \frac{1}{1 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{V_0} = \frac{1}{1 \text{ cm}} - \frac{1}{1.1 \text{ cm}} = \frac{1.1 - 1}{1.1 \text{ cm}} = \frac{0.1}{1.1 \text{ cm}}$$

$$\therefore V_0 = 11 \text{ cm}$$

সুতরাং অভিলক্ষ্যের প্রতিবিষ্টের দূরত্ব 11 cm।

বিদ্রু. প্রশ্নে অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব 3 cm এর পরিবর্তে 1 cm এবং 3.1 cm এর পরিবর্তে 1.1 cm হবে কেননা 3.1 cm হলে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব হয় 93.93 cm। যা অভিনেত্রের লেসের বাইরে গঠিত হয়। অভিলক্ষ্যের প্রতিবিষ্ট অর্থাৎ এটি অসম্ভব। সুতরাং প্রশ্নের মান সঠিক উত্তর পাওয়া সম্ভব হবে না।

ঘ উদ্দীপক অনুসারে, লেস দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, $L = 14.5 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 4 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_v = 10 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্যের বিবর্ধন, $M_0 = ?$; অভিনেত্রের বিবর্ধন, $M_e = ?$

চূড়ান্ত প্রতিবিষ্টের দৈর্ঘ্য, $v_e = ?$

গ হতে পাই,

অভিলক্ষ্যের প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $V_0 = 11 \text{ cm}$

এই প্রতিবিষ্ট অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তু হিসেবে কাজ করবে।

∴ অভিনেত্র হতে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, u_e হলে,

$$u_e + V_0 = L$$

$$\text{বা, } u_e + 11 \text{ cm} = 14.5 \text{ cm}$$

$$\therefore u_e = (14.5 - 11) \text{ cm} = 3.5 \text{ cm}$$

আমরা জানি, $\frac{1}{V_0} + \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$

$$\text{বা, } \frac{1}{V_0} = \frac{1}{f_e} - \frac{1}{u_e} = \frac{1}{4 \text{ cm}} - \frac{1}{3.5 \text{ cm}} = \frac{3.5 - 4}{14 \text{ cm}} = \frac{-0.5}{14 \text{ cm}}$$

$$\therefore V_0 = -28 \text{ cm}$$

আবার, অভিলক্ষ্যের বিবর্ধন, $M_0 = 1 - \frac{V_0}{f_0}$

$$= 1 - \frac{11 \text{ cm}}{1 \text{ cm}} = 1 - 11 = -10$$

আবার, অভিনেত্রের বিবর্ধন, $M_e = 1 - \frac{V_e}{f_e}$

$$= 1 - \frac{-28 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 1 + 7 = 8$$

অর্থাৎ, $M_0 > M_e$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, অভিলক্ষ্যের বিবর্ধন অভিনেত্রের বিবর্ধনের চেয়ে বেশি হবে।

প্রৱৰ্ষ ১২। একটি সুইমিং পুল বেগুনি আলো দ্বারা আলোকিত। বেগুনি আলোর জন্য কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.5 এবং লাল আলোর জন্য প্রতিসরণাঙ্ক 1.48। একজন লোক 20 cm ব্রুতার ব্যাসার্ধবিশিষ্ট উভারেল লেসের চশমা পড়ে পানিতে ঢুব দিলেন। তিনি 5 cm সাথে বস্তু রেখে 25 cm দূরে বিষ দেখতে পেলেন। কিন্তু বেগুনি আলো নিয়ে লাল আলো জ্বলতেই বিষের দূরত্বের পরিবর্তন হলো। পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33।

ক. তরঙ্গ মুখ কাকে বলে? ১

খ. দূরে অবস্থিত গাছপালা ছোট দেখায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বেগুনি আলোতে আলোকিত পানি মাধ্যমে লেসের ক্ষমতা কত? ৩

ঘ. বর্ণ পরিবর্তনের সাথে প্রতিবিষ্টের অবস্থানের পরিবর্তন হয়—গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

[ক. বো. '১৭]

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পর্ক কণাগুলোর সঞ্চারপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

খ বীক্ষণ কোণের জন্য দূরে অবস্থিত গাছপালা ছোট দেখায়।

একটি বস্তু কত বড় দেখাবে তা প্রকৃতপক্ষে নির্ভর করে বীক্ষণ কোণের উপর। অর্থাৎ $b = a b$ কিন্তু রেটিনা হতে চক্ষু লেসের দূরত্ব a নির্দিত হওয়ায় $b \propto a$ সূতরাং a এর মান যত ছোট হয় b প্রতিবিষ্টের দৈর্ঘ্যও তত ছোট হয়। কোনো বস্তু আমাদের চোখ থেকে যত দূরে অবস্থান করে বীক্ষণ কোণও তত কম হয়। অর্থাৎ দূরে অবস্থিত গাছপালা আমাদের চোখে কম মানের বীক্ষণ কোণ তৈরি করে। এজন্য দূরে অবস্থিত গাছপালা ছোট দেখায়।

ঘ ধরি, বেগুনি আলোতে কাচ লেসের ফোকাস দূরত্ব, f_v ।

এবং লেসের ক্ষমতা, p

উদ্দীপক হতে,

বেগুনি আলোতে কাচের লেসের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_{g_v} = 1.5$

পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_w = 1.33$

$$\text{পানি সাপেক্ষে কাচের লেসের প্রতিসরণাঙ্ক, } w\mu_g = \frac{\mu_{g_v}}{\mu_w} = \frac{1.5}{1.33} = 1.128$$

লেসের ১ম পৃষ্ঠের ব্রুতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 20 \text{ cm}$

২য় পৃষ্ঠের ব্রুতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -20 \text{ cm}$

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

$$= (1.128 - 1) \left(\frac{1}{20 \text{ cm}} - \frac{1}{-20 \text{ cm}} \right)$$

$$= (0.128) \left(\frac{1}{20 \text{ cm}} + \frac{1}{20 \text{ cm}} \right)$$

$$\therefore \frac{1}{f_v} = \frac{0.128}{10 \text{ cm}}$$

$$\text{আবার, } p = \frac{1}{f_v} = \frac{0.128}{10 \text{ cm}} = \frac{0.128}{0.1 \text{ m}} = 1.28 \text{ D}$$

- ১) উদ্বীপক অনুসারে,
লাল আলোতে কাচ লেসের প্রতিসরণাঙ্গক, $\mu_{\text{RR}} = 1.48$
পানির প্রতিসরণাঙ্গক, $\mu_w = 1.33$
 \therefore লাল আলোতে পানি সাপেক্ষে কাচ লেসের প্রতিসরণাঙ্গক,
- $$w\mu_{\text{RR}} = \frac{\mu_{\text{RR}}}{\mu_w} = \frac{1.48}{1.33} = 1.113$$

লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 5 \text{ cm}$
লাল আলোতে কাচ লেসের ফোকাস দূরত্ব, $f_R = ?$
এবং প্রতিবিহীন দূরত্ব, $v_R = ?$
আমরা জানি, $\frac{1}{f_R} = (w\mu_{\text{RR}} - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$
 $= (1.113 - 1) \left(\frac{1}{20 \text{ cm}} - \frac{1}{-20 \text{ cm}} \right)$
 $= 0.113 \times \frac{1}{10 \text{ cm}} = \frac{0.113}{10 \text{ cm}}$

আবার, $\frac{1}{v_R} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f_R}$
বা, $\frac{1}{v_R} = \frac{1}{f_R} - \frac{1}{u}$
 $= \frac{0.113}{10 \text{ cm}} - \frac{1}{5 \text{ cm}} = \frac{0.113 - 2}{10 \text{ cm}} = -1.887$

$\therefore v_R = -5.3 \text{ cm}$
আবার, বেগুনি আলোর জন্য প্রতিবিহীন দূরত্ব, $v_v = 25 \text{ cm}$
যেহেতু $v_v \neq v_c$ সেহেতু বৃশি পরিবর্তনের সাথে প্রতিবিহীন
অবস্থানেরও পরিবর্তন ঘটবে।

প্রয়োগ ১৩ একটি উভোভল লেসের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 20 cm ও 40 cm । বায়ুতে লেসের 60 cm সামনে একটি লক্ষ্যবস্তু রাখলে 48 cm পিছনে প্রতিবিহীন সূচী হয়। লেসটিকে 1.67 প্রতিসরণাঙ্গকের তরলে নিমজ্জিত করা হলো।

- ক. সুসংগত উৎস কী? ১
খ. কৃষ্ণ গহৰের থেকে আলো নির্গত হতে পারে না কেন তা ব্যাখ্যা কর। ২
গ. লেসটির উপাদানের প্রতিসরণাঙ্গক নির্ণয় কর। ৩
ঘ. তরলে নিমজ্জিত করার পর লেসটির প্রকৃতি কী হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[চ. বো. '১৭]

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

১) দুটি উৎস থেকে সমদূর্ধায় বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যের একই তরঙ্গাবৈর্যের দুটি আলোক তরঙ্গ নিঃসৃত হলে ঐ উৎস দুটিই সুসংগত উৎস।

২) কৃষ্ণ গহৰের ভর এবং ঘনত্ব অসীম হয়। এ কারণে এর যাধ্যাকর্ষণ শক্তি এত প্রবল যে কোনো বস্তু এর মধ্যে প্রবেশ করলে তা আর বাইরে আসতে পারে না। এমনকি আলোর কণিকা ফোটন নির্গত হলেও এর যাধ্যাকর্ষণ শক্তির কারণে এটি মুক্ত হতে পারে না। এজন কৃষ্ণ গহৰের থেকে আলো নির্গত হতে পারে না।

৩) ধরি, লেসের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্গক μ
উদ্বীপক হতে,

উভোভল লেসের ১ম প্রচের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 20 \text{ cm}$
২য় প্রচের বক্রতার ব্যাসার্ধ $r_2 = -40 \text{ cm}$

লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 60 \text{ cm}$; প্রতিবিহীন দূরত্ব, $v = 48 \text{ cm}$

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

বা, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$

বা, $\frac{1}{60 \text{ cm}} + \frac{1}{48 \text{ cm}} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{20 \text{ cm}} - \frac{1}{-40 \text{ cm}} \right)$

বা, $\frac{9}{240 \text{ cm}} = (\mu - 1) \left(\frac{3}{40 \text{ cm}} \right)$

বা, $\mu - 1 = \frac{9}{240 \text{ cm}} \times \frac{40 \text{ cm}}{3}$

বা, $\mu = \frac{1}{2} + 1 = 1.5$

সুতরাং লেসের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্গক 1.5 ।

৪) ধরি, তরলে লেসটির ফোকাস দূরত্ব f_L

উদ্বীপক অনুসারে,

লেসের ১ম প্রচের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 20 \text{ cm}$

২য় প্রচের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -40 \text{ cm}$

তরলের প্রতিসরণাঙ্গক, $\mu_L = 1.67$

গ হতে পাই, লেসের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্গক, $\mu_g = 1.5$

\therefore তরল সাপেক্ষে লেসের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্গক,

$$L\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_L} = \frac{1.5}{1.67}$$

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

$$= \left(\frac{1.5}{1.67} - 1 \right) \left(\frac{1}{20 \text{ cm}} - \frac{1}{-40 \text{ cm}} \right)$$

$$= \frac{1.5}{1.67} - 1 \left(\frac{2+1}{40 \text{ cm}} \right) = -7.635 \times 10^{-3}$$

$\therefore f_L = -130.98 \text{ cm}$

যেহেতু লেসের ফোকাস দূরত্ব ঝণাঝক সেহেতু লেসটির প্রকৃতি হবে অবতল।
অর্থাৎ তরলে নিমজ্জিত করার পর লেসটি অবতল লেসের ন্যায় ক্রিয়া করবে।

প্রয়োগ ১৪ একটি নভোদ্রবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 200 cm ও 5 cm ।

ক. হাইগেনেস-এর নীতিটি বিবৃত কর। ১

খ. ধারকের মধ্যে পরাবিদ্যুৎ যুক্ত করলে ধারকত্বের কী পরিবর্তন হয় ব্যাখ্যা কর। ২

গ. নিকট ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে যন্ত্রটির নলের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যখন একটি বস্তুকে অসীমে ও স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্বে রাখা হয় তখন কোন ক্ষেত্রে উদ্বীপকের যন্ত্রটির বিবর্ধন বেশি হয় তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে দেখাও। ৪

[ব. বো. '১৭]

১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক) হাইগেনের নীতিটি হলো— যে কোনো মুহূর্তে কোনো তরঙ্গামুখের উপর অবস্থিত সকল কণাই গৌণ তরঙ্গের উৎস হিসেবে কাজ করে এবং একটি নির্দিষ্ট সময় পরে এ গৌণ তরঙ্গগুলোর স্পর্শতল তরঙ্গামুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

খ) ধারকের মধ্যে পরাবিদ্যুৎ যুক্ত করলে আবেশের কারণে এ পরিবাহীতে বিপরীত জাতীয় চার্জ আবিষ্ট হয়। এতে এই চার্জিত পরিবাহীর বিভব হ্রাস পায়। আবার ধারকত্ব, $C = \frac{Q}{V}$ অর্থাৎ ধারকত্ব বিভবের ব্যাসানুপাতিক। ফলে বিভব হ্রাস পেলে ধারকত্ব বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ ধারকের মধ্যে পরাবিদ্যুৎ যুক্ত করলে ধারকের ধারকত্ব বৃদ্ধি পায়।

ঘ) ধরি, নিকট ফোকাসিংয়ের ক্ষেত্রে যন্ত্রটির নলের দৈর্ঘ্য L

উদ্বীপক হতে,
অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 200 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 5 \text{ cm}$

স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব, $D = 25 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } L &= f_0 + \frac{D \times f_e}{D + f_e} \\ &= 200 \text{ cm} + \frac{25 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}}{25 \text{ cm} + 5 \text{ cm}} \\ &= 200 \text{ cm} + \frac{125 \text{ cm}}{30} \\ &= 204.17 \text{ cm} \end{aligned}$$

সূতরাং নিকট ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে যন্ত্রটির নলের দৈর্ঘ্য 204.17 cm

 উদ্বীপক অনুসারে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 200 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 5 \text{ cm}$

স্পট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব, $D = 25 \text{ cm}$

অসীমে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে বিবর্ধন, $M_1 = ?$

স্পট দর্শনের নিকটতম ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে বিবর্ধন, $M_2 = ?$

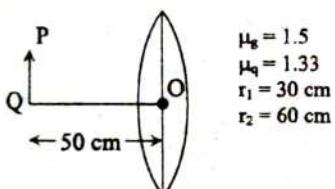
আমরা জানি, $M_1 = \frac{f_0}{f_e} = \frac{200 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 4 \text{ cm}$

আবার, $M_2 = \frac{f_0}{f_e} \left(1 + \frac{f_e}{D}\right) = \frac{200 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} \left(1 + \frac{5 \text{ cm}}{25 \text{ cm}}\right) = 40 \times 1.2 = 48$

অর্থাৎ $M_2 > M_1$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, কোনো বস্তুকে স্পট দর্শনের নিকটতম দূরত্বে রাখা হলে বিবর্ধন বেশি হবে।

 প্রয়োগ ১৫ | নিচের উদ্বীপকটি লক্ষ কর :



চিত্রে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান দেখানো হলো।

 ১. ক. ফোকাস দূরত্ব কী?

২. খ. লেন্সের ক্ষমতা $-3.5 D$ বলতে কী বুঝায়?

৩. গ. উদ্বীপক থেকে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

৪. ঘ. লেন্সটিকে পর্যায়ক্রমে বায়ু ও পানিতে স্থাপন করলে বিষের প্রকৃতি কেমন হবে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. '১৭]

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

 ১. আলোক কেন্দ্র থেকে প্রথম প্রথান ফোকাস বা দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বই হলো ফোকাস দূরত্ব।

 ২. লেন্সের ক্ষমতা $-3.5 D$ বলতে বোঝায় :

১. লেন্সের ক্ষমতা অঙ্গাত্মক হওয়ায় লেন্সটি অবস্থান হবে।

২. লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব $\frac{1}{3.5} \text{ m} = 0.286 \text{ m} = 28.6 \text{ cm}$

৩. লেন্সটি 28.6 cm দূরে প্রথান অক্ষের সমান্তরাল একগুচ্ছ আলোকরশ্মিকে অপসারী করে।

 ৪. ধরি, লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব f

উদ্বীপক হতে,

উভয়েন্তে লেন্সের, ১ম পৃষ্ঠার বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 30 \text{ cm}$

২য় পৃষ্ঠার বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -60 \text{ cm}$

কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_g = 1.5$

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

$$= (1.5 - 1) \left(\frac{1}{30 \text{ cm}} - \frac{1}{-60 \text{ cm}} \right) = 0.5 \left(\frac{2+1}{60 \text{ cm}} \right) = \frac{1.5}{60 \text{ cm}}$$

$\therefore f = 40 \text{ cm}$

সূতরাং লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 40 cm.

 ১. গ. হতে পাই, বায়ুতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 40 \text{ cm}$

উদ্বীপক হতে, লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 50 \text{ cm}$

উভয়েন্তে লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 30 \text{ cm}$ এবং $r_2 = -60 \text{ cm}$

পানি সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $w\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.5}{1.33} = 1.128$

বায়ুতে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v_a = ?$

পানিতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, $f_w = ?$

পানিতে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v_w = ?$

আমরা জানি, $\frac{1}{v_a} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f_a}$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_a} + \frac{1}{50 \text{ cm}} = \frac{1}{40 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{40 \text{ cm}} - \frac{1}{60 \text{ cm}} = \frac{3-2}{120 \text{ cm}}$$

$$\therefore v = 120 \text{ cm}$$

যেহেতু প্রতিবিষ্টের দূরত্ব ধনাত্মক সেহেতু প্রতিবিষ্ট বাস্তব ও উল্লেখ হবে।

আবার, $\frac{1}{v_w} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f_w}$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_w} + \frac{1}{50 \text{ cm}} = (w\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_w} = (1.128 - 1) \left(\frac{1}{30 \text{ cm}} - \frac{1}{-60 \text{ cm}} \right) - \frac{1}{50 \text{ cm}}$$

$$= 0.128 \left(\frac{1+2}{60 \text{ cm}} \right) - \frac{1}{50 \text{ cm}}$$

$$= \frac{0.384}{60 \text{ cm}} - \frac{1}{50 \text{ cm}} = \frac{1.92 - 6}{300 \text{ cm}} = - \frac{4.08}{300 \text{ cm}}$$

$$\therefore v_w = -73.53 \text{ cm}$$

যেহেতু প্রতিবিষ্টের দূরত্ব ধনাত্মক সেহেতু প্রতিবিষ্ট বাস্তব ও সোজা হবে।

১৬নং প্রয়োগ পরীক্ষা ২০১৬ এর প্রশ্ন ও উত্তর

 ১. প্রয়োগ ১৬ | ঢাকা মেডিকেল কলেজ হাসপাতালে ব্যবহৃত জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 0.02 m ও 0.05 m । একটি মাইক্রো অভিলক্ষ্যের সামনে 0.24 m দূরে রাখা অভিলক্ষ্যের পেছনে 0.12 m দূরে প্রতিবিষ্ট গঠিত হলো।

১. ক. তরঙ্গ মুখ কাকে বলে?

২. খ. কাচে আলোক বৎসর $6.27 \times 10^{12} \text{ km}$ বলতে কি বুঝ?

৩. গ. উদ্বীপকের যন্ত্রটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

৪. ঘ. স্পট দর্শনের ন্যানতম দূরত্বে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে লেন্স দৃটির অবস্থান বিনিয়ন করলে যন্ত্রের বিবর্ধনের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে কি-না বিশ্লেষণ কর।

[দি. বো. '১৬]

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

 ১. ক. কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পর্ক কণাগুলোর সঞ্চারপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

 ২. খ. আলোক রশ্মি এক বছরে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে আলোক বৎসর বলে। কাচে আলোক বৎসর $6.27 \times 10^{12} \text{ km}$ বলতে বোঝায় কাচে আলোক রশ্মি এক বৎসরে $6.27 \times 10^{12} \text{ km}$ দূরত্ব অতিক্রম করে।

 ৩. গ. ধরি, যন্ত্রটির দৈর্ঘ্য L

উদ্বীপক হতে, অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 0.02 \text{ m}$

অভিলক্ষ্য হতে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_o = 0.24 \text{ m}$

অভিলক্ষ্য থেকে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v_o = ?$

আমরা জানি, $\frac{1}{u_o} + \frac{1}{v_o} = \frac{1}{f_o}$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_o} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{u_o} = \frac{1}{0.02 \text{ m}} - \frac{1}{0.24 \text{ m}} = \frac{12-1}{0.24 \text{ m}} = \frac{11}{0.24 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } v_o = \frac{0.24 \text{ m}}{11} = 0.022 \text{ m}$$

অভিলক্ষ্যের পেছনে গঠিত প্রতিবিষ্ট অভিনেত্রের জন্য সক্ষমতা হিসেবে ক্রিয়া করবে।

\therefore অভিনেত্র থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_e = 0.12 \text{ m}$

\therefore যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = v_o + u_e = 0.022 \text{ m} + 0.12 \text{ m} = 0.142 \text{ m}$

- ১) উদীপক অনুসারে, অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 0.02 \text{ m}$
 অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 0.05 \text{ m}$
 অভিলক্ষ্য হতে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v_o = 0.12 \text{ m}$
 স্পন্দনের ক্ষেত্রে, অভিনেত্র হতে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v_e = 0.25 \text{ m}$
 বিবর্ধন $M_1 = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } M_1 &= \left(1 - \frac{v_o}{f_o}\right) \left(1 - \frac{v_e}{f_e}\right) \\ &= \left(1 - \frac{0.12 \text{ m}}{0.02 \text{ m}}\right) \left(1 - \frac{-0.25 \text{ m}}{0.05 \text{ m}}\right) = -5 \times 6 = -30 \\ \text{আবার, লেন্স দৃটির অবস্থান বিনিময় কালে বিবর্ধন } M_2 \text{ হলে,} \\ M_2 &= \left(1 - \frac{v_o}{f_e}\right) \left(1 - \frac{v_e}{f_o}\right) \\ &= \left(1 - \frac{0.12 \text{ m}}{0.05 \text{ m}}\right) \left(1 - \frac{-0.25 \text{ m}}{0.02 \text{ m}}\right) \\ &= -1.4 \times 13.5 = -18.9 \end{aligned}$$

যেহেতু $M_1 \neq M_2$ সেহেতু লেন্স দৃটি বিনিময় করলে যদ্বারা বিবর্ধনের পরিবর্তন হবে।

- ২) একটি কাচ প্রিজমের প্রতিসারক কোণ 60° ও উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক $\sqrt{2}$ ।

- ক. আলোর সমবর্তন কী? ১
 খ. "প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসংজ্ঞান নয়"-ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. উদীপকের প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা কোণ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. উদীপকের প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা অবস্থানে প্রথম আপতন কোণ নির্ণয় সম্ভব- উক্তিটির যথার্থতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[ঘ. বো. '১৬]

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

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

২) দুটি উৎস থেকে সমদূর্ধায় বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যের একই তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুটি আলোক তরঙ্গ নিঃস্তৃত হলে তাদের সুসংগত উৎস বলে। প্রকৃতিতে যেকোনো একটি উৎসের পরমাণু কর্তৃক নিঃস্তৃত 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।

- ৩) ধরি, প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা কোণ δ_m

উদীপক হতে, প্রিজমের প্রতিসারক কোণ, $A = 60^\circ$

উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = \sqrt{2}$

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

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

$$\text{বা, } \sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = \sqrt{2} \sin 30^\circ = 0.707$$

$$\text{বা, } \sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = \sin 45^\circ \text{ বা, } \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = 45^\circ$$

$$\text{বা, } 60^\circ + \delta_m = 90^\circ \text{ বা, } \delta_m = 90^\circ - 60^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 30^\circ$$

সুতরাং উদীপকের প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা কোণ 30° ।

- ৪) আমরা জানি,

$$\begin{aligned} A &= r_1 + r_2 \\ &= r_1 + r_1 \\ &= 2r_1 \\ \therefore r_1 &= \frac{A}{2} = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ \end{aligned}$$

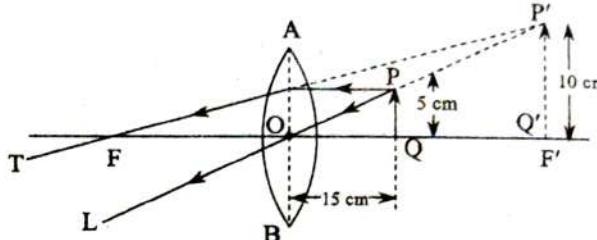
$$\text{আবার, } \mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} \text{ বা, } \sqrt{2} = \frac{\sin i_1}{\sin 30^\circ}$$

$$\text{বা, } \sin i_1 = \sqrt{2} \sin 30^\circ = 0.707 = \sin 45^\circ$$

$$\therefore i_1 = 45^\circ$$

সুতরাং ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা অবস্থানে প্রিজমটির প্রথম আপতন কোণ নির্ণয় সম্ভব, উক্তিটি যথার্থ।

- ৫) অংশ ১৮। নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



- ক. আলোর ব্যতিচার কী?

- খ. কাচের সঞ্জক কোণ 42° বলতে কী বোঝ?

- গ. উচ্চিতে লেস্টিটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।

- ঘ. লেস্টিটকে সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করে স্পন্দন প্রতিবিষ্ট দেখতে হলে ক্ষত থেকে কত দূরে লেস্টিটি স্থাপন করতে হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে দেখাও।

১

২

৩

৪

৫

৬

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

১) দুটি সুসংজ্ঞান উৎস হতে নিঃস্তৃত সমান কম্পাঙ্ক 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।

২) আলোক রশ্মি ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে আপত্তি হলে আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণ 90° হয় সে কোণকে সঞ্জক কোণ বলে। কাচের সঞ্জক কোণ 42° বলতে বোঝায় কাচ হতে বায়ুতে আলোকরশ্মি আপত্তি হওয়ার সময় আপতন কোণের মান 42° হলে প্রতিসরণ কোণ 90° হয়।

- ৩) ধরি, লেস্টিটির ক্ষমতা P

আমরা জানি,

$$m = \frac{l'}{l}$$

$$\text{বা, } m = \frac{0.10 \text{ m}}{0.05 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } m = 2$$

$$\text{আবার, } m = -\frac{v}{u}$$

$$\text{বা, } 2 = -\frac{v}{u}$$

$$\therefore v = -2u = -2 \times 0.15 \text{ m} = -0.3 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{0.15 \text{ m}} - \frac{1}{0.3 \text{ m}} = \frac{2-1}{0.3 \text{ m}} = \frac{1}{0.3 \text{ m}}$$

$$\therefore f = \frac{0.3 \text{ m}}{1} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.3 \text{ m}} = 3.33 \text{ D}$$

উদীপক হতে,

লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$

লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, $l = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$

প্রতিবিষ্টের দৈর্ঘ্য, $l' = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$

বিবর্ধন, $m = ?$

প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $u = ?$

গ) হতে পাই, লেসের ফোকাস দূরত্ব, $f = 0.3 \text{ m}$
স্পট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব = প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v = -25 \text{ cm} = -0.25 \text{ m}$
বস্তু হতে লেসের দূরত্ব = লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{0.3 \text{ m}} + \frac{1}{0.25 \text{ m}} = \frac{22}{3}$$

$$\text{বা, } u = 0.1364 \text{ m} = 13.64 \text{ cm}$$

সুতরাং বস্তু হতে 13.64 cm দূরে লেসটি স্থাপন করলে স্পট প্রতিবিষ্ট দেখতে পাওয়া যাবে।

প্রম্ভ ১৯। বিজ্ঞনের ছাত্র গোলাপের চোখ তুটিলীন কিন্তু আজাদ 40 cm এর কাছের বস্তু দেখতে পায় না। তারা একটি কোষের মাইড পর্যবেক্ষণ করার জন্য একটি জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য হতে 0.023 m দূরে মাইডটি রাখল। অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 0.02 m এবং 0.07 m।

- ক. পরাবেদুতিক ধ্বনি কাকে বলে? ১
- খ. তাপমাত্রার সাথে রোধের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. গোলাপ কত বিবর্ধিত প্রতিবিষ্ট দেখতে পাবে? ৩
- ঘ. মাইড পর্যবেক্ষণে উভয়ের ক্ষেত্রে যন্ত্রের দৈর্ঘ্য একই ছিল কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[সি. বো. '১৬]

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক) দুটি বিল্ড চার্জের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বের শূন্যস্থানে ক্রিয়াশীল বল ও ঐ দুই চার্জের মধ্যে একই দূরত্বে অন্য কোনো মাধ্যমে ক্রিয়াশীল বলের অনুপাতকে ঐ মাধ্যমের তড়িৎ মাধ্যমাত্র বা পরাবেদুতিক ধ্বনি বলে।

খ) মুক্ত ইলেক্ট্রন প্রবাহের সময় পরিবাহকের অণু পরমাণুর সাথে সংঘর্ষে লিঙ্গ হয়। এ কারণে পরিবাহকের রোধের উভব ঘটে। তাপমাত্রা বাড়লে পরিবাহকের অণু পরমাণু অতিরিক্ত শক্তি পায়। এতে তাদের কল্পনের পরিমাণ বেড়ে যায়। ফলে মুক্ত ইলেক্ট্রনের সাথে এদের সংঘর্ষ বৃদ্ধি পায় এবং প্রবাহ চলার পথে বেশি বাধার সৃষ্টি হয়। এতে করে পরিবাহকের রোধ বৃদ্ধি পায়। এজন্যই তাপমাত্রার সাথে রোধের পরিবর্তন ঘটে।

গ) ধরি, বিবর্ধনের পরিমাণ M

উচ্চীপক হতে, অভিলক্ষ্য হতে লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, $u_0 = 0.023 \text{ m}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 0.02 \text{ m}$

অভিনেত্রের ক্ষেত্রে অভিনেত্রে চূড়ান্ত প্রতিবিষ্টের দৈর্ঘ্য,

$$v_0 = -25 \text{ cm} = -0.25 \text{ m}$$

অভিলক্ষ্য হতে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v_0 = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{u_0} + \frac{1}{v_0} = \frac{1}{f_0}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_0} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{u_0} = \frac{1}{0.02 \text{ m}} - \frac{1}{0.023 \text{ m}} = \frac{1.15 - 1}{0.023 \text{ m}} = \frac{0.15}{0.023 \text{ m}}$$

$$\therefore v_0 = \frac{0.023 \text{ m}}{0.15} = 0.153 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } M = \left(1 - \frac{v_0}{f_0}\right) \left(1 - \frac{v_0}{f_0}\right)$$

$$= \left(1 - \frac{0.153 \text{ m}}{0.02 \text{ m}}\right) \left(1 - \frac{-0.25 \text{ m}}{0.07 \text{ m}}\right)$$

$$= -6.65 \times 4.571 = -30.4$$

$$\therefore |M| = 30.4$$

অর্থাৎ গোলাপ 30.4 গুণ বিবর্ধিত প্রতিবিষ্ট দেখতে পাবে।

ঘ) গ হতে পাই, অভিলক্ষ্য হতে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v_0 = 0.153 \text{ m}$
গোলাপের ক্ষেত্রে, চূড়ান্ত প্রতিবিষ্ট স্পট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে গঠিত হবে।
 $\therefore v_0 = -25 \text{ cm} = -0.25 \text{ m}$

আজাদের ক্ষেত্রে, চূড়ান্ত প্রতিবিষ্ট তার চেতের স্পট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে গঠিত হবে।

$$\therefore v_0' = -40 \text{ cm} = -0.4 \text{ m}$$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 0.07 \text{ m}$

গোলাপের ক্ষেত্রে, অভিনেত্রে থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব u_0'

আমরা জানি, $\frac{1}{u_0'} + \frac{1}{v_0'} = \frac{1}{f_0}$

$$\text{বা, } \frac{1}{u_0'} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{v_0'} = \frac{1}{0.07 \text{ m}} - \frac{1}{-0.25 \text{ m}} = \frac{0.25 + 0.07}{0.0175 \text{ m}} = \frac{0.32}{0.0175 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } u_0' = \frac{0.0175 \text{ m}}{0.32} = 0.055$$

\therefore গোলাপের ক্ষেত্রে নলের দৈর্ঘ্য, $L = v_0 + u_0'$

$$= (0.153 + 0.055) \text{ m} = 0.208 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{u_0'} + \frac{1}{v_0'} = \frac{1}{f_0}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u_0'} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{v_0'} = \frac{1}{0.07 \text{ m}} - \frac{1}{-0.4 \text{ m}} = \frac{0.4 + 0.07}{0.028 \text{ m}} = \frac{0.47}{0.028 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } u_0' = \frac{0.028 \text{ m}}{0.47} = 0.06 \text{ m}$$

\therefore আজাদের ক্ষেত্রে নলের দৈর্ঘ্য, $l' = v_0 + u_0'$
= (0.153 + 0.06) m
= 0.2126 m

অতএব উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে, মাইড পর্যবেক্ষণে উভয়ের ক্ষেত্রে যন্ত্রের দৈর্ঘ্য এক ছিল না।

প্রম্ভ ২০। বাযুতে অবস্থিত একটি $\frac{3}{2}$ প্রতিসরণকের কাচের তৈরি উভোভল লেসের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6 cm এবং 12 cm।

ক. আলোকের বিচ্ছুরণ কী?

খ. কাচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে কী বুঝায়?

গ. উজীপকের আলোকে লেসটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. উজীপকের লেসটিকে যদি পানিতে ঢুবানো হয় তবে
এর ফোকাস দূরত্বের ক্রিপ পরিবর্তন হবে গাণিতিক
বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। $[\mu_w = \frac{4}{3}]$

[সি. বো. '১৬]

২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক) সাদা আলোক প্রজ্ঞমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণে বিভক্ত হয়ে যায়। সাদা আলোর এ বিভাজনই আলোর বিচ্ছুরণ।

খ) কাচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে বোঝায় কাচ মাধ্যমে আপতন কোণের মান 57° হলে সমবর্তন সর্বাধিক হয়।

গ) ধরি, লেসটির ফোকাস দূরত্ব f

উচ্চীপক হতে, ১ম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 6 \text{ cm}$

২য় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -12 \text{ cm}$

কাচ লেসের প্রতিসরণগুরুত্ব, $\mu = \frac{3}{2}$

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

$$= \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{6 \text{ cm}} - \frac{1}{-12 \text{ cm}} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{2+1}{12 \text{ cm}} \right) = \frac{1}{2} \times \left(\frac{3}{12 \text{ cm}} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = \frac{1}{8 \text{ cm}}$$

$$\therefore f = 8 \text{ cm}$$

অতএব, লেসটির ফোকাস দূরত্ব 8 cm।

১) যন্তে করি, পানিতে লেপটির ফোকাস দূরত্ব, f_w
গ হতে পাই, বায়ুতে লেপটির ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 8 \text{ cm}$
উচ্চীপক অনুসারে,

১ম পৃষ্ঠের বক্তুর ব্যাসার্ধ, $r_1 = 6 \text{ cm}$
২য় পৃষ্ঠের বক্তুর ব্যাসার্ধ, $r_2 = -12 \text{ cm}$

$$\mu_w = \frac{4}{3} \text{ এবং } \mu_g = \frac{3}{2}$$

$$\therefore \mu_w = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{3}{4} = \frac{3}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{9}{8}$$

পানিতে লেপটির ফোকাস দূরত্ব,

$$\begin{aligned} \frac{1}{f_w} &= (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \\ &= \left(\frac{9}{8} - 1 \right) \left(\frac{1}{6 \text{ cm}} - \frac{1}{-12 \text{ cm}} \right) \\ &= \frac{1}{8} \left(\frac{2+1}{12 \text{ cm}} \right) = \frac{1}{8} \times \frac{3}{12 \text{ cm}} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{f_w} = \frac{1}{32 \text{ cm}} \quad \therefore f_w = 32 \text{ cm}$$

ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন = $(32 - 8) \text{ cm} = 24 \text{ cm}$

অর্থাৎ লেপটিকে পানিতে ডুবানো হলে ফোকাস দূরত্ব 24 cm বৃদ্ধি পাবে।

১৩) ইইচএসসি পরীক্ষা ২০১৫ এর প্রশ্ন ও উত্তর

জেমিমা বায়ুতে একটি কাচের উভল লেপ নিয়ে কাজ করছিল যার ভলবর্তের বক্তুর ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 15 cm এবং 30 cm ।
 $\mu_g = \frac{3}{2}$ এবং $\mu_w = \frac{4}{3}$.

ক. তরঙ্গ মুখ কাকে বলে?

১

খ. অবতল লেপে বাস্তব প্রতিবিষ্ট পাওয়া যায় কি-না—
ব্যাখ্যা কর।

২

গ. লেপটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. লেপটিকে পানিতে নিমজ্জিত করলে এর ক্ষমতার
কোনো পরিবর্তন হবে কি-না— বিশ্লেষণসহ মতামত
দাও।

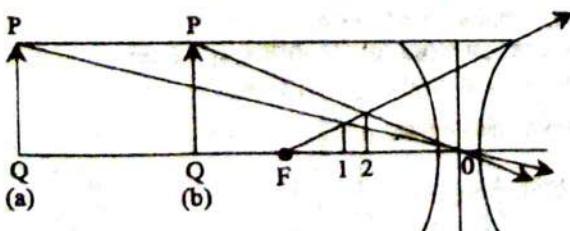
৪

[ঢ. বো. '১৫]

২১নং প্রশ্নের উত্তর

১) সুসংগত উৎস থেকে উৎপন্ন তরঙ্গের উপরস্থি সমদশা সম্পর্ক কণগুলোর সংজ্ঞার পথকে তরঙ্গমুখ বলে।

২) অবতল লেপে বাস্তব বিষ গঠিত হয় না। সর্বদাই অবাস্তব এবং
বর্বিত বিষ পাওয়া যায়। রশ্মি চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হলো:



বক্তুর a ও b অবস্থানের জন্য ১ ও ২ নম্বর অবস্থানে বিষ দেখানো
হলো। প্রত্যেক ক্ষেত্রেই বিষ অবাস্তব ও বর্বিত। বক্তুকে লেপের
যত কাছেই রাখা হোক না কেন বিষ কখনোই বক্তুর আকারের
সমান হবে না।

৩) ধরি, ফোকাস দূরত্ব, f_a

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \frac{1}{f_a} &= (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \\ &= \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{0.15} + \frac{1}{0.30} \right) \\ &= (.5) \left(\frac{2+1}{0.30} \right) = 5 \end{aligned}$$

$$\therefore f_a = \frac{1}{5} \text{ m} = 0.2 \text{ m}$$

অতএব, লেপটির ফোকাস দূরত্ব 0.2 m ।

৪) 'g' হতে প্রাপ্ত বায়ুতে ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 0.2 \text{ m}$

$$\therefore ক্ষমতা, P_0 = \frac{1}{f_a} D = \frac{1}{0.2} D = 5 D$$

পানিতে ফোকাস দূরত্ব,

$$\frac{1}{f_w} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$= \left(\frac{\mu_g}{\mu_w} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$= \left(\frac{3}{4} - 1 \right) \left(\frac{1}{0.15} + \frac{1}{0.30} \right)$$

$$= \left(\frac{9}{8} - 1 \right) \left(\frac{3}{30} \right) = \frac{1}{8} \times \frac{3}{30}$$

এখানে,

$$\mu_g = \frac{3}{2}$$

$$\mu_w = \frac{4}{3}$$

$$r_1 = 0.15 \text{ m}$$

$$r_2 = -0.30 \text{ m}$$

$$f_w = ?$$

$$P = ?$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f_w} = 1.25 = 0.8 \text{ m}$$

$$\therefore ক্ষমতা, P = \frac{1}{f_w} = \frac{1}{0.8} D = 1.25 D$$

দেখা যাচ্ছে পানিতে লেপের ক্ষমতা কমবে এবং তা বায়ুর এক চতুর্থাংশ।

৫) 1.5 প্রতিসরাঙ্গের একটি উভল লেপের বক্তুর ব্যাসার্ধ
যথাক্রমে 0.2 m ও 0.3 m । বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাঙ্গ $\frac{3}{2}$ এবং
পানির প্রতিসরাঙ্গ $\frac{4}{3}$ ।

ক. অপবর্তন প্রেটিং কী?

১

খ. উভয়মান উভোজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না কেন?
ব্যাখ্যা কর।

২

গ. বায়ু-মাধ্যমে লেপটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. পানিতে লেপটির ফোকাস দূরত্বের তারতম্য হবে কি?
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

[ঢ. বো. '১৫]

২২নং প্রশ্নের উত্তর

১) পাশাপাশি স্থাপিত অনেকগুলো সমগ্রস্থের সূৰ্য চির সম্পর্ক
পাতকে অপবর্তন প্রেটিং বলে।

২) আমরা জানি, উভয়মান উভোজাহাজ মেঘের উপর দিয়ে চলাচল
করে। ফলে এর ছায়া ভূমিতে পড়ার পূর্বেই তা মেঘের উপর পড়ে।
যা মেঘ ভেদ করে আর মাটিতে আসে না, এজন্যই উভয়মান
উভোজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না।

৩) উচ্চীপক হতে পাই, ধরি, বায়ু মাধ্যমে ফোকাস দূরত্ব, f_a ,

$$\text{বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাঙ্গ, } \mu_g = \frac{3}{2}$$

উভল লেপের বক্তুর ব্যাসার্ধ, $r_1 = 0.2 \text{ m}$, $r_2 = -0.3 \text{ m}$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{f_a} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.3} \right) = (0.5) \left(\frac{0.5}{0.06} \right)$$

$$\therefore f_a = 0.24 \text{ m}$$

বায়ুতে লেপটির ফোকাস দূরত্ব, 0.24 m ।

১) 'গ' হতে প্রাপ্ত বায়ুতে ফোকাস দূরত্ব, $f_g = 0.24 \text{ m}$

পানিতে ফোকাস দূরত্বের ক্ষেত্রে,
আমরা জানি,

$$\frac{1}{f_w} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$= \left(\frac{\mu_g}{\mu_w} - 1 \right) \left(\frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.3} \right)$$

$$= \left(\frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} - 1 \right) \left(\frac{0.5}{0.06} \right) = \left(\frac{1}{8} \right) \left(\frac{0.5}{0.06} \right)$$

$$\therefore f_w = 0.96 \text{ m} = 4f_g$$

\therefore পানিতে ফোকাস দূরত্ব বায়ুতে ফোকাস দূরত্বের চারগুণ।

২) নিম্নরবন বেড়াতে গিয়ে তামাগ্রা একটি নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করে, যার অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 20 cm এবং 5 cm . সে যন্ত্রটিকে অসীমে এবং স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব উভয়ক্ষেত্রে ফোকাসিং করে আকৃতিক দৃশ্য অবলোকন করে।

- ক. হাইগেনের নীতিটি বিবৃত কর। ১
 খ. কোনো প্রিজমের ন্যূনতম বিচৃতি কোণ 36° বলতে কী বুঝ? ২
 গ. তামাগ্রা যখন যন্ত্রটিকে অসীমে ফোকাসিং করে তখন যন্ত্রের দৈর্ঘ্য কত? ৩
 ঘ. উভয়ক্ষেত্রে ফোকাসিং এর জন্য তামাগ্রার পর্যবেক্ষণকৃত বিবর্ধনের তুলনামূলক গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪
 [কু. বো. '১৫]

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

- ক) হাইগেনের নীতিটি হলো— কোনো তরঙ্গমুখের প্রতিটি বিন্দু এক একটি অণু তরঙ্গের উৎস হিসেবে কাজ করে। ঐ অণু তরঙ্গগুলো মূল তরঙ্গের সমান বেগ নিয়ে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যেকোনো মুহূর্তে এই অণুতরঙ্গগুলোকে স্পর্শ করে যে সাধারণ স্পর্শক তল পাওয়া যায়, তাই ঐ সময়ে নতুন তরঙ্গমুখের অবস্থান নির্দেশ করে।
- খ) ন্যূনতম বিচৃতি কোণ 36° এর অর্থ প্রিজমে আপত্তি আলোকরশ্মির আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট যানের জন্য বিচৃতি কোণের সর্বনিম্ন মান 36° হয়। বিচৃতি কোণের এ সর্বনিম্ন মান 36° কেই ন্যূনতম বিচৃতি কোণ বলে।

গ) ধরি, নলের দৈর্ঘ্য, x

আমরা জানি,

$$x = f_o + f_e$$

$$= 20 \text{ cm} + 5 \text{ cm}$$

$$= 25 \text{ cm}$$

$$\therefore x = 0.25 \text{ m}$$

$$\therefore \text{নলের দৈর্ঘ্য } 0.25 \text{ m} !$$

উদ্দীপক থেকে পাই,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 20 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 5 \text{ cm}$

ঘ) অসীম ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে :

বিবর্ধন, $m = \frac{f_o}{f_e}$ এখানে,

$$= \frac{20 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 4$$

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 20 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 5 \text{ cm}$

বিবর্ধন, $m = ?$

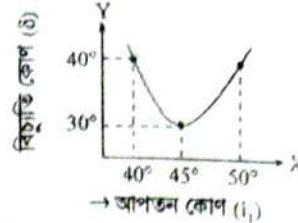
আবার, নিকট ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে,

বিবর্ধন, $m = \frac{f_o}{f_e} \left(1 + \frac{f_o}{D} \right)$ স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব, D

$$= \frac{20}{5} \left(1 + \frac{20}{25} \right) = 4 \left(1 + \frac{1}{5} \right) = \frac{24}{5} = 4.8$$

\therefore তামাগ্রা নিকট ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে বেশি বিবর্ধন দেখতে পারে।

১) নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



উপরের চিত্রে একটি সমবাহু প্রিজমের ডিম্ব ডিম্ব আপতন কোণের জন্য বিচৃতি কোণ বনাম আপতন কোণ লেখচিত্র দেখানো হয়েছে।

- ক. সমবর্তন কাকে বলে? ১
 খ. লেসের চারিপার্শ্ব মাধ্যম পরিবর্তন করলে উহার ফোকাস দূরত্ব পরিবর্তন হয় কেন? ২
 গ. উল্লিখিত প্রিজমটির উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক কত? ৩
 ঘ. উদ্দীপকের চিত্রে প্রদর্শিত তিনটি আপতন কোণের জন্য ব-ব- নির্গত কোণের মান সমান হবে কি? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪
 [সি. বো. '১৫]

২৪নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ) লেসের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক যদি তার চারপাশের মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের চেয়ে বেশি হয় (যেমন বায়ু মাধ্যমে কাচের উত্তল লেস) তাহলে আপত্তি রশ্মি গুচ্ছ প্রতিসরণের পর অভিসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত করবে। কিন্তু যদি লেসের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক চারপাশের মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের চেয়ে কম হয় (যেমন CS_2 -এ ডুবানো ক্রাউন কাচের উত্তল লেস) তাহলে উত্তল লেস আপত্তি রশ্মি গুচ্ছকে প্রতিসরণের পর অপসারী রশ্মি গুচ্ছে পরিণত করবে। অবতল লেসের ক্ষেত্রে বিপরীত ঘটনা ঘটবে। এভাবে, ফোকাস দূরত্ব পরিবর্তন হয়।

- গ) আমরা জানি,
- $$i_1 = \frac{A + \delta_m}{2}$$
- বা, $A = 2i_1 - \delta_m$
- এখানে, আপতন কোণ, $i_1 = 45^\circ$
- ন্যূনতম বিচৃতি কোণ, $\delta_m = 30^\circ$
- প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = ?$
- সমবাহু ত্রিভুজ বলে প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$
- $$= 2 \times 45^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$
- আবার, $i_1 = \frac{A}{2} = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$

আবার, আমরা জানি, $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{2}{1} = \sqrt{2}$

অতএব, প্রিজমটির প্রতিসরাঙ্ক $\sqrt{2}$ ।

ঘ) প্রথম ক্ষেত্রে, আপতন কোণ, $i_1 = 40^\circ$

নির্গত কোণ = i_2

আমরা পাই, $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$

$\therefore \sqrt{2} = \frac{\sin 40^\circ}{\sin r_1}$

বা, $\sin r_1 = 0.45452$

বা, $r_1 = \sin^{-1}(0.45452) = 27.03^\circ$

এখন, $A = r_1 + r_2$

বা, $60^\circ = 27.03^\circ + r_2$

বা, $r_2 = 32.97^\circ$

$\therefore \mu = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$

বা, $\sin i_2 = \mu \times \sin r_2 = \sqrt{2} \times \sin 32.97^\circ = 0.77$

বা, $i_2 = \sin^{-1}(0.77) = 50.35^\circ$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, প্রিজমটি ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা অবস্থানে আছে। এক্ষেত্রে আপত্তি কোণ ও নির্গত কোণের সমান।

যেহেতু $i_1 = 45$ সেহেতু $r_1 = 45$ হবে।

তৃতীয় ক্ষেত্রে, $i_1 = 50^\circ$

$$\text{এখন}, \mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\text{বা, } \sin r_1 = \frac{\sin 50^\circ}{\sqrt{2}}$$

$$\text{বা, } r_1 = 32.8^\circ$$

$$\text{এখন, } A = r_1 + r_2$$

$$\text{বা, } r_2 = 60^\circ - 32.8^\circ = 27.2^\circ$$

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

$$\text{বা, } \sin i_2 = \sqrt{2} \sin 27.2^\circ$$

$$\text{বা, } i_2 = 40.27^\circ$$

এই ও তৃতীয় আপত্তি কোণের সমান নয়। কিন্তু ২য় আপত্তি কোণের জন্য নির্গত কোণ সমান।

প্রশ্ন ২৫ একটি কাচের তৈরি সমবাহু প্রিজম নিয়ে ল্যাবরেটরিতে উহার ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা কোণ 30° পাওয়া গেল। এরপর প্রিজমটিকে পানিতে ডুবিয়ে আবার ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা কোণ নির্ণয় করা হলো। পানির প্রতিসরণাঙ্ক $\frac{4}{3}$ ।

ক. ফার্মাটের নীতিটি বিবৃত কর। ১

খ. লেস এবং প্রিজমের মধ্যে আলোর প্রতিসরণের তুলনা কর। ২

গ. ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা অবস্থানে প্রিজমটির প্রথম পৃষ্ঠের প্রতিসরণ কোণ বের কর। ৩

ঘ. পানিতে রাখা পর ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা কোণের পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

[বি. বো. '১৫]

২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফার্মাটের নীতিটি হলো— একটি নির্দিষ্ট বিন্দু হতে অপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে পরিভ্রমণকালে আলোক রশ্মি এমন একটি পথ অনুসরণ করে যা অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য পথের তুলনায় হ্য সর্বনিম্ন বা অবম নতুবা সর্বোচ্চ বা চরম অথবা অপরিবর্তিত তথ্য স্থির থাকে।

খ লেসের মধ্যদিয়ে একগুচ্ছ আলোক রশ্মি গমনকালে কোথাও মিলিত হবে (উভল লেসে) অথবা কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (অবতল লেসে)।

অপর পক্ষে, প্রিজমের মধ্যদিয়ে সাদা আলোক রশ্মি প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূলবর্ণে বিভক্ত হয়, যাকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে। বিচ্ছুরণের ফলে মূল বর্ণসমূহের একটি সঙ্গা পাওয়া যায় যাকে বর্ণালি বলে। বিচ্ছুরিত আলোক রশ্মিসমূহ প্রত্যেকেই একবর্ণী।

গ আমরা জানি,

$$A = r_1 + r_2 \dots (1)$$

কিন্তু ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা

অবস্থানে, $r_1 = r_2$

$$\therefore A = 2r_1$$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{A}{2} = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ$$

এখন প্রথম পৃষ্ঠের প্রতিসরণ কোণ $= 30^\circ$

এখন,

ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা কোণ, $\delta_m = 30^\circ$

প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

প্রথম পৃষ্ঠের প্রতিসরণ কোণ, $r_1 = ?$

$$\text{মা} \quad \text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\text{বা, } \frac{9}{8} = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}}$$

$$\text{বা, } \sin \left(\frac{60^\circ + \delta_m}{2} \right) = \frac{9}{8} \times \sin 30^\circ$$

$$\text{বা, } \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = \sin^{-1} (0.5625) = 34.23$$

$$\text{বা, } 60^\circ + \delta_m = 68.46^\circ$$

$$\text{বা, } \delta_m = 8.46^\circ$$

এখনে, প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_w = \frac{4}{3}$

কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_g = \frac{3}{2}$

পানি সাপেক্ষে কাচের

$$\text{প্রতিসরণাঙ্ক } w\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w}$$

$$= \frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8}$$

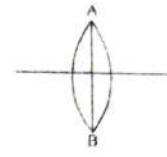
ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা কোণ, $\delta_m = ?$

এখনে ডোবানোর পর ন্যূনতম বিচ্ছিন্নতা কোণ হাস পায়।

প্রশ্ন ২৬

কাচের তৈরি উভল লেস।

বায়ুতে এর ফোকাস দূরত্ব 20 cm।



ক. ফার্মাটের নীতি বিবৃত কর।

খ. চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জ বল অনুভব করে কেন?

গ. লেসটিকে সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করলে এর বিবর্ধন ক্ষমতা কত হবে?

ঘ. উদ্দীপকের লেসটিকে যদি পানি মাধ্যমে রাখা হয় তবে লেসটির ফোকাস দূরত্ব বেড়ে যায়। ফোকাস দূরত্ব বেড়ে যাওয়ার বিষয়টি গাণিতিকভাবে যাচাই কর।

[বি. বো. '১৫]

২৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক ফার্মাটের নীতিটি হলো— একটি নির্দিষ্ট বিন্দু হতে অপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে পরিভ্রমণকালে আলোক রশ্মি এমন একটি পথ অনুসরণ করে যা অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য পথের তুলনায় হ্য সর্বনিম্ন বা অবম নতুবা সর্বোচ্চ বা চরম অথবা অপরিবর্তিত তথ্য স্থির থাকে।

খ একটি গতিশীল আধান তার চারপাশে একটি চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে। কোনো আধানকে একটি তড়িৎক্ষেত্রে স্থাপন করলে আধানটি একটি তড়িৎ বল অনুভব করে। ঠিক তেমনি কোনো গতিশীল আধানকে কোনো চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে, আধানটির গতিশীলতার কারণে এ চৌম্বকক্ষেত্র আধানটির উপর একটি বেগ নির্ভর বল বা চৌম্বক বল প্রয়োগ করে। এ বলের মান আধানের পরিমাণ, আধানের বেগ, চৌম্বকক্ষেত্রের মানের উপর নির্ভর করে।

গ আমরা জানি,

$$m = 1 + \frac{D}{f} = 1 + \frac{25}{20} = \frac{45}{20} = 2.25$$

এখনে,

উভল লেসটির ফোকাস দূরত্ব, $f = 20 \text{ cm}$

স্পট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব, $D = 25 \text{ cm}$

লেসটির বিবর্ধন, $m = ?$

ঘ ধরি, বায়ুতে ফোকাস দূরত্ব $= f_w$ এবং পানিতে ফোকাস দূরত্ব $= f_w'$

বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $w\mu_g = 1.5$

বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $w\mu_w = 1.33$

উভল লেসের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে r_1 ও r_2

$$\text{আমরা পাই, } \frac{1}{f_w} = (w\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots (1)$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{f_w'} = (w\mu_w - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots (2)$$

$$(1) \div (2) \text{ হতে পাই, } \frac{f_w}{f_w'} = \frac{w\mu_g - 1}{w\mu_w - 1} = \frac{1.5 - 1}{1.5 - 1.33} = \frac{1.5 - 1}{1.33 - 1}$$

$$\text{বা, } f_w = \frac{1.5 \times 1.33}{1.5 - 1.33} \times f_w' = 4f_w' = 80 \text{ cm}$$

$\therefore f_w > f_w'$ অর্থাৎ পানিতে ফোকাস দূরত্ব বেড়ে যাবে।



NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

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

৩ এটি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তৌহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ২৭। পদাৰ্থবিজ্ঞান গবেষণাগার পরীক্ষায় কাচের তৈরি সমবাহু একটি প্রিজমের ন্যূনতম বিচৃতি কোণ পাওয়া গেল 30° । এরপর প্রিজমটিকে পানিতে ডুবিয়ে আবার ন্যূনতম বিচৃতি কোণ নির্ণয় করা হলো। পানির প্রতিসরণগুরুত্ব $\frac{4}{3}$ ।

ক. ফার্মাটের নীতিটি বিচৃত কর।

১

খ. পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন সংকট কোণের উপর নির্ভরশীল - ব্যাখ্যা কর।

২

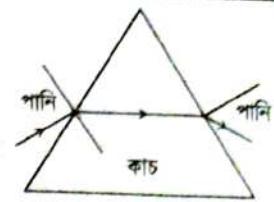
গ. ন্যূনতম বিচৃতি অবস্থানে প্রিজমটির প্রথম পৃষ্ঠের প্রতিসরণ কোণ বের কর।

৩

ঘ. পানিতে রাখার পর ন্যূনতম বিচৃতি কোণের পরিবর্তন হবে কী? গাণিতিক ব্যাখ্যা কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]



২৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ফার্মাটের নীতিটি হলো— একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে অপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে পরিভ্রমণকালে আলোকরশ্মি এমন একটি পথ অনুসরণ করে যা অতিরিক্ত প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য পথের তুলনায় হয় সর্বনিম্ন বা অবশ্য নতুন সর্বোচ্চ বা চৰম অথবা অপরিবর্তিত তথ্য স্থির থাকে।

খ. আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করলে অভিলম্ব হতে দূরে সরে যায় এবং আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য বিভেদতাল ঘেঁষে যায় যখন প্রতিসরণ কোণ $r = 90^\circ$ হয় এবং আপতন কোণের ঐ নির্দিষ্ট মানকে সংকট কোণ ($i = \theta_c$) বলা হয়।

যদি আলোকরশ্মি θ_c অপেক্ষা বড় কোণে আপতিত হয় তবেই সেটি সম্পূর্ণভাবে প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসবে যা পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন। কাজেই পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন সংকট কোণের উপর নির্ভরশীল।

গ. সমবাহু প্রিজমের ক্ষেত্রে প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$ এবং ন্যূনতম বিচৃতি অবস্থানে।

$$i_1 = i_2 \text{ এবং } r_1 + r_2 = A$$

আমরা জানি, $\delta_m = i_1 + i_2 - A$

$$\text{বা, } \delta_m = 2i_1 - A$$

$$\text{বা, } 2i_1 = A + \delta_m$$

$$\text{বা, } i_1 = \frac{A + \delta_m}{2}$$

$$\text{বা, } i_1 = \frac{60^\circ + 30^\circ}{2}$$

$$\therefore i_1 = 45^\circ$$

$$\text{আবার, } r_1 + r_2 = A$$

$$\therefore 2r_1 = A$$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{A}{2}$$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{60^\circ}{2}$$

$$\therefore r_1 = 30^\circ$$

নির্ণেয় প্রতিসরণ কোণ 30° ।

ঘ. প্রিজমটিকে পানিতে রাখলে,

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

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

$$\text{বা, } \frac{3}{2} = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}}{\frac{1}{2}}$$

$$\text{বা, } \frac{3}{2} \times \frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}$$

$$\text{বা, } \sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = \frac{9}{16}$$

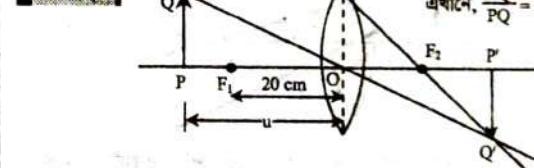
$$\text{বা, } \frac{60 + \delta_m}{2} = \sin^{-1} \frac{9}{16}$$

$$\text{বা, } 60 + \delta_m = 2 \sin^{-1} \frac{9}{16} = 68.46^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 8.46^\circ$$

অর্থাৎ, ন্যূনতম বিচৃতি কোণ পরিবর্তিত হবে।

২৮নং প্রশ্নের উত্তর



ক. আলোক কেন্দ্র কাকে বলে?

১

খ. লেখচিত্র একে ন্যূনতম বিচৃতির সাথে আপতন কোণের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উদ্ধীপকের তথ্য অনুযায়ী u এর মান নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্ধীপকের ঘটনায় পর্দায় ফেলা যায় না এমন প্রতিবিহু গঠন করতে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে? চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

২৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো আলোক রশ্মি যদি কোনো লেন্সের এক পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে নির্গত হওয়ার সময় আপতিত রশ্মির সমান্তরালে নির্গত হয় তাহলে সে রশ্মি লেন্সের প্রধান অক্ষের উপরিস্থিত যে বিন্দু দিয়ে অতিরিক্ত করে তাকে লেন্সের আলোক কেন্দ্র বলে।

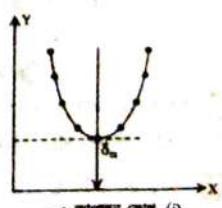
খ. ন্যূনতম বিচৃতির সাথে আপতন কোণের সম্পর্ক চিত্র মিছুরূপ:

একটি নির্দিষ্ট প্রিজমের ক্ষেত্রে, প্রিজম কোণ A হব এবং i_1, i_2 -এর উপর নির্ভরশীল। কাজেই বিচৃতি কোণ i_1 আপতন কোণ i -এর উপর নির্ভরশীল।

আপতন কোণ i -এর উপর নির্ভরশীল।

উপরোক্ত চিত্র হতে দেখা যায়, আপতন কোণের বৃদ্ধির সাথে সাথে বিচৃতি কোণের মান কমতে থাকে। কিন্তু আপতন কোণের মান একটি নির্দিষ্ট মানে পৌছার পরে বিচৃতি কোণের মান আবার বাঢ়তে থাকে। আপতন কোণ যে মানে পৌছার পর বিচৃতি কোণ বাঢ়তে থাকে এই অবস্থার বিচৃতি কোণ সর্বনিম্ন হয় এবং একে ন্যূনতম বিচৃতি কোণ বলে। ন্যূনতম বিচৃতির ক্ষেত্রে, $i_1 = i_2$ এবং $i = \delta_m$ ।

$$\text{এক্ষেত্রে, } i_1 = \frac{\delta_m + A}{2}$$



১) আমরা জানি,
বিবর্ধন, $m = \frac{l'}{l} = \left| \frac{-v}{u} \right|$
বা, $\frac{v}{u} = 2$ বা, $v = 2u$

$$\text{আবার, } \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u} + \frac{1}{2u} = \frac{1}{20}$$

$$\text{বা, } \frac{2+1}{2u} = \frac{1}{20} \quad \text{বা, } u = 30 \text{ cm.}$$

উচ্চিপক্ষের ত্যানুযায়ী u এর মান 30 cm।

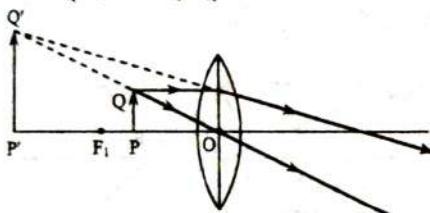
২) লেসের সাধারণ সমীকরণ থেকে জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{u-f}{uf}$$

$$\text{বা, } v = \frac{uf}{u-f} = \frac{u}{\frac{u-f}{u}} = \frac{-u}{f-1}$$

যদি $u < f$ হয়, তবে V ঋণাত্মক হয়। কিন্তু এর পরম মান u অপেক্ষা বড়। অর্থাৎ $|V| > u$ । লেসের যে পাশে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থিত, সেই পাশেই উহার প্রতিবিষ্ফটিত হবে এবং প্রতিবিষ্ফটের দূরত্ব, লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব অপেক্ষা বেশি হবে।



যেহেতু; প্রতিবিষ্ফটের দূরত্ব ঋণাত্মক, সেহেতু প্রতিবিষ্ফটি অবশ্যই অবস্থিত এবং সোজা হবে। তাই আমরা বলতে পারি যে, পর্দায় ফেলা যায় না এমন প্রতিবিষ্ফট গঠন করতে হলে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান অবশ্যই প্রধান ফোকাসের মাঝে থাকতে হবে।

৩) কাচের তৈরি একটি উভোক্তল লেসের বক্রতার ব্যাসার্ধ 20 cm ও 18 cm। বায়ু মাধ্যমে লেসটির 25 cm সামনে বস্তু স্থাপন করে 78.31 m দূরে প্রতিবিষ্ফট গঠন করা হলো।

ক. ন্যূনতম বিচ্ছিন্ন কোণ কাকে বলে? ১

খ. ফার্মাটের নীতি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. লেসটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

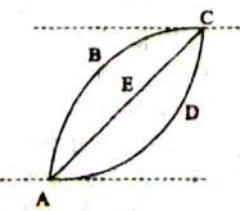
ঘ. পানিতে 37.31 cm দূরে প্রতিবিষ্ফট গঠিত হলে বস্তুর অবস্থান ঠিক রেখে লেসটিকে পানিতে স্থাপন করলে প্রবর্ধন অর্ধেক হয়ে যায় কি-না— গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

২৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আপাতত কোণের যে মানের জন্য বিচ্ছিন্ন কোণের মান সর্বনিম্ন হয়, সেই সর্বনিম্ন মানকে ন্যূনতম বিচ্ছিন্ন কোণ বলে।

খ. একটি নিম্নিক্ষেত্র বিন্দু হতে অপর একটি নিম্নিক্ষেত্র বিন্দুতে পরিস্রমণকালে আলোকরশ্মি এমন একটি পথ অনুসরণ করে যা অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য পথের তুলনায় হয় সর্বনিম্ন বা অবশ্য নতুন সর্বোচ্চ বা চৰম অথবা অপরিবর্তিত তথ্য স্থির। এটি ফার্মাটের নীতি নামে পরিচিত। চিত্রানুযায়ী, আলো ABC এবং ADC পথে না গিয়ে আলো AEC পথে অতিক্রম করবে।



১) এখানে, উক্তল লেসের প্রথম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 20 \text{ cm}$

এবং ২য় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -18 \text{ cm}$

বায়ু মাধ্যমে বস্তুর দূরত্ব, $u = 25 \text{ cm}$

" " প্রতিবিষ্ফটের দূরত্ব, $v = 78.31 \text{ cm}$

" " ফোকাস দূরত্ব, $f_a = ?$

আমরা জানি, $\frac{1}{f_a} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{25} + \frac{1}{78.31}$

$$\therefore f_a = 18.95 \text{ cm}$$

নির্ণয় ফোকাস দূরত্ব 18.95 cm।

২) এখানে, বস্তুর দূরত্ব, $u = 25 \text{ cm}$

বায়ুতে প্রতিবিষ্ফটের দূরত্ব, $v_a = 78.31 \text{ cm}$

পানিতে প্রতিবিষ্ফটের দূরত্ব, $v_w = 37.31 \text{ cm}$

বায়ুতে বিবর্ধন, $M_a = \left| \frac{v_a}{u} \right| = \left| \frac{78.31}{25} \right| = 3.132$

পানিতে বিবর্ধন, $M_w = \left| \frac{v_w}{u} \right| = \left| \frac{37.31}{25} \right| = 1.4924$

সুতরাং $\frac{M_a}{M_w} = \frac{3.132}{1.4924} = 2.09 \approx 2$

$$\therefore M_a = 2 M_w$$

অতএব, বস্তুর অবস্থান ঠিক রেখে বায়ুতে বিবর্ধন পানিতে বিবর্ধনের দ্বিগুণ অর্থাৎ পানিতে বিবর্ধন বায়ুতে বিবর্ধনের অর্ধেক।

৩) একটি মাইক্রোকোপের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথক্রমে 1 cm এবং 8 cm। লেস দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 14.5 cm। একটি 0.5 mm দীর্ঘ বস্তু অভিলক্ষ্য থেকে 1.1 cm দূরে স্থাপন করা হলো।

ক. আলোর বিচ্ছুরণ কাকে বলে? ১

খ. নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সুবিধা ও অসুবিধা লেখ। ২

গ. যন্ত্রের মোট বিবর্ধনের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব অর্ধেক হলো গ-এর তুলনায় বিবর্ধনের ক্রিপ্প পরিবর্তন ঘটবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৩০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সাদা আলো প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণে বিভক্ত হয়ে যায়। এ বিভাজনকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে। অর্থাৎ প্রিজমের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় সাদা রঙের আলো সাতটি মূল রঙের আলোকে বিলিপ্ট হওয়াকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে।

খ. নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সুবিধা হলো—

১. নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্র অধিক পরিমাণে বিবর্ধন সৃষ্টি করে।

২. এর দৃষ্টিক্ষেত্র প্রশস্ত এবং প্রতিবিষ্ফট প্রায় ত্রুটিমুক্ত এবং

৩. প্রয়োজনে ক্রসওয়ার এবং মাইক্রোমিটার ছু ব্যবহার করা হয়।

এ যন্ত্রে দুটি অসুবিধাও পরিলক্ষিত হয়। যথা—

১. নলটি খুবই দীর্ঘ হওয়ায় যন্ত্রটি বেশ বড় হয়।

২. এ যন্ত্র বস্তুর উপর্যোগী প্রতিবিষ্ফট সৃষ্টি করে বলে ভূপ্লেটের দূরের বস্তু পর্যবেক্ষণে ব্যবহারযোগ্য হয় না।

ঘ. উন্নীপকে উল্লিখিত,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 1 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 8 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্য থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_1 = 1.1 \text{ cm}$

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = 14.5 \text{ cm}$

যন্ত্রের মোট বিবর্ধন, $|m| = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{v_1} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_o}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{u_1}$$

$$= \frac{1}{1 \text{ cm}} - \frac{1}{1.1 \text{ cm}} = \frac{1.1 - 1}{1.1 \text{ cm}} = \frac{0.1}{1.1 \text{ cm}}$$

$$\therefore v_1 = 11 \text{ cm}$$

এ প্রতিবেদ অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তু হিসেবে কাজ করবে।

অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব u_2 হলো,

$$u_2 = L - |v_1| = 14.5 \text{ cm} - 11 \text{ cm}$$

$$\therefore u_2 = 3.5 \text{ cm}$$

অভিনেত্র থেকে চূড়ান্ত প্রতিবিষ্টের দূরত্ব v_2 হলো,

$$\frac{1}{v_2} + \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_o}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_2} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{u_2} = \frac{1}{8} - \frac{1}{3.5} = \frac{3.5 - 8}{8 \times 3.5} = \frac{-4.5}{8 \times 3.5}$$

$$\therefore v_2 = -6.2 \text{ cm}$$

সূতরাং মোট বিবর্ধন,

$$|m| = m_1 \times m_2$$

$$= \left(1 - \frac{v_1}{f_o}\right) \left(1 - \frac{v_2}{f_o}\right)$$

$$= \left(1 - \frac{11 \text{ cm}}{1 \text{ cm}}\right) \left(1 - \frac{-6.2 \text{ cm}}{8 \text{ cm}}\right)$$

$$= -10 \times 1.775 = -17.75$$

$$\therefore |m| = 17.75$$

সূতরাং যন্ত্রের মোট বিবর্ধনের পরিমাণ 17.75।

৩ উদ্ধীপকে উল্লিখিত,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 1 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 4 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্য থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_1 = 1.1 \text{ cm}$

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = 14.5 \text{ cm}$

লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, $l = 0.5 \text{ cm}$

শেষ বিষের দৈর্ঘ্য, $l' = ?$

যন্ত্রের মোট বিবর্ধন, $|m| = ?$

অভিলক্ষ্য থেকে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব v_1 হলো,

$$\frac{1}{v_1} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_o}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{u_1} = \frac{1}{1 \text{ cm}} - \frac{1}{1.1 \text{ cm}} = \frac{1.1 - 1}{1.1 \text{ cm}} = \frac{0.1}{1.1 \text{ cm}}$$

$$\therefore v_1 = 11 \text{ cm}$$

এ বিষ অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তু হিসেবে কাজ করবে। সূতরাং

অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব u_2 হলো,

$$u_2 = L - |v_1| = 14.5 \text{ cm} - 11 \text{ cm}$$

$$\therefore u_2 = 3.5 \text{ cm}$$

অভিনেত্র থেকে চূড়ান্ত প্রতিবিষ্টের দূরত্ব v_2 হলো,

$$\frac{1}{v_2} + \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_o}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_2} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{u_2} = \frac{1}{4 \text{ cm}} - \frac{1}{3.5 \text{ cm}} = \frac{3.5 - 4}{4 \times 3.5 \text{ cm}}$$

$$\therefore v_2 = -28 \text{ cm}$$

এখন মোট বিবর্ধন,

$$M = m_1 \times m_2$$

$$= \left(1 - \frac{v_1}{f_o}\right) \left(1 - \frac{v_2}{f_o}\right)$$

$$= \left(1 - \frac{11 \text{ cm}}{1 \text{ cm}}\right) \left(1 - \frac{-28 \text{ cm}}{4 \text{ cm}}\right) = -10 \times 8 = -80$$

$$\therefore |M| = 80$$

গ হতে প্রাপ্ত যন্ত্রের মোট বিবর্ধনের পরিমাণ 17.75

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায় অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব

অর্ধেক হলে গ-এর তুলনায় বিবর্ধন আয় 4.5 গুণ হবে।

১১৩ একটি অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 5 mm এবং 2 cm। যন্ত্রটির দৈর্ঘ্য 20 cm।

ক. নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্র কে উভাবন করেন?

খ. একটি চশমার ক্ষমতা +4D বলতে কী বুঝ?

গ. যন্ত্রটির বিবর্ধন নির্ণয় কর।

ঘ. যন্ত্রটির মাধ্যমে 450 গুণের বেশি বিবর্ধন পাওয়া সম্ভব হবে

কি-না— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর।

[অনুলিপনীর প্রক্ৰিয়া]

৩১২ প্রশ্নের উত্তর

ক. ডেনমার্কের জ্যোতির্বিদ কেপলার ১৬১১ সালে নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্র উভাবন করেন।

খ. কোনো একটি চশমার ক্ষমতা +4D বলতে বোঝায়—

১. চশমার ক্ষমতা ধনাত্মক হওয়ায় চশমাটি উত্তল এবং

২. চশমাটির ফোকাস দূরত্ব $\frac{1}{4}$ মিটার বা 0.25 m বা 25 cm, অর্থাৎ চশমাটি 25 cm দূরে প্রধান অক্ষের সমত্তরালে একগুচ্ছ আলোকরশ্মিকে একত্রিত করবে।

গ. উদ্ধীপকের তথ্যের আলোকে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 5 \text{ mm} = 0.5 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 2 \text{ cm}$

যন্ত্রটির দৈর্ঘ্য, $L = 20 \text{ cm}$

আবার, স্পট দর্শনের ফোকাসিং এর বেলায় অভিনেত্রের জন্য অবাস্তব বিষের দূরত্ব, $v_2 = -D = -25 \text{ cm}$

আমরা জানি, $\frac{1}{u_2} + \frac{1}{v_2} = \frac{1}{f_o}$

$$\text{বা, } \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{v_2} = \frac{1}{2} - \frac{1}{-25} = \frac{1}{2} + \frac{1}{25}$$

$$\therefore u_2 = \frac{50}{27} \text{ cm}$$

আবার, $L = |v_1| + |u_2|$

$$|v_1| = L - |u_2| = 20 - \frac{50}{27} = \frac{490}{27} \text{ cm}$$

$$\text{এখন আবার, } M = \left(1 - \frac{v_1}{f_o}\right) \times \left(1 - \frac{v_2}{f_e}\right) = \left(1 - \frac{27}{5}\right) \times \left(1 - \frac{-25}{0.5}\right)$$

$$M = -476.55$$

$$\therefore |M| = 476.55$$

∴ যন্ত্রটির মোট বিবর্ধন 476.55।

ঘ. যন্ত্রটির মাধ্যমে 450 গুণের বেশি বিবর্ধন পাওয়া সম্ভব হবে কি-না তা নিচে গাণিতিকভাবে যাচাই করা হলো—

স্পট দর্শনের ফোকাসিং এর বেলায় অভিনেত্রের জন্য অবাস্তব বিষের দূরত্ব, $v_2 = -D = -25 \text{ cm}$ । ধরি, অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব যথাক্রমে u_1 ও u_2 , বিষের দূরত্ব v_1 ও v_2 এবং বিবর্ধন m_1 ও m_2 ।

উদ্ধীপকে উল্লিখিত,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 5 \text{ mm} = 0.5 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 2 \text{ cm}$

নলের দৈর্ঘ্য, $L = 20 \text{ cm}$

সূতরাং মোট বিবর্ধন,

$$M = m_1 \times m_2 = \left(1 - \frac{v_1}{f_o}\right) \left(1 - \frac{v_2}{f_e}\right) \dots \dots \dots (1)$$

আমরা জানি, $\frac{1}{v_2} + \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_e}$

$$\text{বা, } \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_e} - \frac{1}{v_2} = \frac{1}{2 \text{ cm}} - \frac{1}{-25 \text{ cm}} = \frac{25 + 2}{50 \text{ cm}}$$

$$\therefore u_2 = \frac{50}{27} \text{ cm}$$

আবার, $L = |v_1| + |u_2|$

$$\therefore |v_1| = L - |u_2|$$

$$= 20 \text{ cm} - \frac{50}{27} \text{ cm} = \frac{540 - 50}{27} \text{ cm} = \frac{490}{27} \text{ cm}$$

যেহেতু অভিক্ষেপ জন্য এ বিষ তার পথে সূচি হয়, অর্থাৎ এটি বাস্তব বিষ, তাই v_1 ধনাত্মক।

$$\text{সূতরাং, } v_1 = \frac{490}{27} \text{ cm}$$

এখন (১) মৎ সমীকরণে এ মান বসিয়ে পাই,

$$\therefore M = \left(1 - \frac{490 \text{ cm}}{27 \times 0.5 \text{ cm}}\right) \left(1 - \frac{-25 \text{ cm}}{2 \text{ cm}}\right)$$

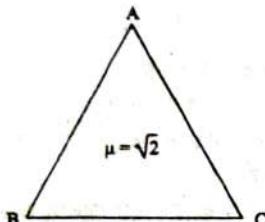
$$= -35.3 \times 13.5 = -476.55$$

ক্ষণাত্মক চিহ্ন উল্টো বিষ বোঝায়।

$$|M| = 476.55$$

উপরের গাণিতিক বিপ্লবে হতে দেখা যায় যন্ত্রটির মাধ্যমে 450 গুণেও বেশি বিবর্ধন পাওয়া সম্ভব।

চিত্রের প্রিজমটিতে $AB = BC = CA$.



ক. ফোকাস দূরত্ব কী?

১

খ. নীল কাচের মধ্য দিয়ে একটি হলুদ ফুল কীরূপ দেখাবে? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্ছিন্ন কোণ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উকীপকের প্রিজমটির প্রথম প্রতিসারক তলে আলোক

রশ্মি $\frac{\pi}{4}$ কোণে আপত্তি হলে কী ঘটবে বিপ্লবে কর।

৪

[অনুশীলনীর পৃষ্ঠা ৬]

৩২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. লেন্সের আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে।

খ. নীল কাচের মধ্য দিয়ে একটি হলুদ ফুলকে সাদা দেখাবে।

হলুদ ফুল সাদা আলোর কেবলমাত্র হলুদ বর্ণকে প্রতিফলিত করে, যাকি বর্ণগুলো শোষণ করে। হলুদ ফুল থেকে নির্গত হলুদ বর্ণ নীল কাচ কর্তৃক শোষিত হয়ে সাদা বর্ণের আকার ধারণ করে। কারণ সাদা বর্ণের সূচির সময় সবসময় তিনটি বর্ণের প্রয়োজন হয় না। দুটি বর্ণ মিলিয়েও সাদা বর্ণ সূচি করা যায়। হলুদ ও নীল বর্ণ দুটি পরিপূরক বর্ণ। অতএব, এই বর্ণের মিলে সাদা বর্ণের সূচি হবে।

গ. দেওয়া আছে, $AB = BC = CA$

অতএব, তিউজটি সমবাহু তিউজ।

অর্থাৎ প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = \sqrt{2}$

প্রিজমটি ন্যূনতম বিচ্ছিন্ন কোণ, $\delta = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\text{বা, } \sqrt{2} = \frac{\sin \frac{60 + \delta_m}{2}}{\sin \frac{60}{2}}$$

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

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

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

$$\text{বা, } \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = \sin^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 45^\circ$$

$$\text{বা, } 60^\circ + \delta_m = 90^\circ$$

$$\text{বা, } \delta_m = 90^\circ - 60^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 30^\circ$$

অতএব, প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্ছিন্ন কোণ 30° ।

ঘ. দেওয়া আছে, প্রথম প্রতিসারক তলে আপত্তি কোণ, $i_1 = \frac{\pi}{4}$

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} \quad \text{এখানে, } \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$

$$\text{বা, } \sqrt{2} = \frac{\sin \frac{\pi}{4}}{\sin r_1}$$

$$\text{বা, } \sin r_1 = \frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } r_1 = \sin^{-1} \frac{1}{2}$$

$$\therefore r_1 = 30^\circ$$

$$\text{আবার, } A = r_1 + r_2$$

$$\text{বা, } r_2 = A - r_1 = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$$

$$\text{আবার, } \mu = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

$$\text{বা, } \sin i_2 = \mu \times \sin r_2 = \sqrt{2} \times \sin 30^\circ = \sqrt{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{বা, } i_2 = \sin^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\therefore i_2 = 45^\circ$$

অতএব, বলতে পারি, যে কোণে প্রতিসারক তলে আলোকরশ্মি আপত্তি হচ্ছে এই একই কোণে আলোকরশ্মি নির্গত হচ্ছে।

গুরুত্বপূর্ণ একজন ডুরুরী স্থলভাগে + 5 D ক্ষমতার চশমা ব্যবহার করেন যার প্রতিসরাঙ্ক 1.5।

ক. প্রিজম কোণ কী?

খ. মেলের সূত্র শক্তির নিয়ত্যাত সূত্র মেনে চলে— ব্যাখ্যা কর।

গ. বর্ণিত লেন্সের সাথে 30 সে.মি. ফোকাস দূরত্বের লেন্সের সমবায় করলে তুল্য লেন্সের ক্ষমতা কত হবে? ৩

ঘ. ডুরুরী একই চশমা ব্যবহার করলে পানির মধ্যেও কোনো

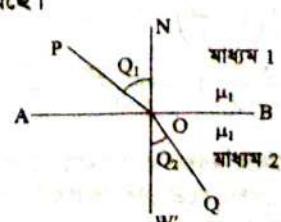
বন্ধ স্পট দেখবেন কি-না? গাণিতিক যুক্তি দাও। ($\mu_w = \frac{4}{3}$) ৪

[অনুশীলনীর পৃষ্ঠা ৭]

৩৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রতিসারক তলস্থয় যে কোণে পরস্পরকে ছেদ করে তাকে প্রিজম কোণ বলে।

খ. চিত্রে AOB বিভেদে তল μ_1 ও μ_2 প্রতিসরণাঙ্ক বিশিষ্ট দুটি মাধ্যমকে পৃথক করছে।



এখন PO আপত্তির রশ্মি এবং OQ প্রতিসরিত রশ্মিই কিংবা QO আপত্তির রশ্মি ও OP প্রতিসরিত রশ্মিই হোক অর্থাৎ আলোক রশ্মি প্রথম থেকে দ্বিতীয় মাধ্যম বা দ্বিতীয় থেকে প্রথম মাধ্যমে যাক না কেন ক্ষেলের সূত্রের সাধারণ রূপ

$$\mu_1 \sin \theta_1 = \mu_2 \sin \theta_2$$

অর্থাৎ কোনো মাধ্যমে প্রতিসরণাঙ্ক \times অভিসরণের সাথে ঐ মাধ্যমের আলোক রশ্মির কোণের সাইন = অপর মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক \times অভিসরণের সাথে ঐ মাধ্যমের আলোক রশ্মির কোণের সাইন। অর্থাৎ ক্ষেলের সূত্র শক্তির নিয়তাতা সূত্র মেনে চলে।

১ দেওয়া আছে,

চশমার ক্ষমতা, $P_1 = +5D$

বর্ণিত লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$

$$(i) \text{ বর্ণিত লেন্সের ক্ষমতা, } P_2 = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.3} = +3.33 D$$

$$\therefore \text{ তুল্য লেন্সের ক্ষমতা, } P = P_1 + P_2$$

$$= 5 + 3.33$$

$$= 8.33 D$$

অতএব, তুল্য লেন্সের ক্ষমতা $+8.33 D$ ।

$$(ii) \text{ এখনে, বায়ুতে ফোকাস দূরত্ব, } f_a = \frac{1}{P_1} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ m}$$

ধরি, লেন্সের দুই পৃষ্ঠের বক্তুর ব্যাসার্ধ, r_1 ও r_2 ।

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

$$\text{বাতাসের ক্ষেত্রে, } \frac{1}{f_a} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{পানির ক্ষেত্রে, } \frac{1}{f_w} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \dots \dots (2)$$

(1) নং সমীকরণকে (2)নং সমীকরণ দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{f_w}{f_a} = \frac{\mu_g - 1}{\mu_g - 1}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_a} = \frac{1.5 - 1}{1.5 - 1}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_a} = \frac{0.5}{\frac{4.5}{4} - 1}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_a} = \frac{0.5}{\frac{4.5 - 4}{4}} = \frac{0.5}{\frac{1}{4}}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_a} = \frac{0.5}{0.5} = \frac{2}{0.5}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{0.2} = \frac{2}{0.5}$$

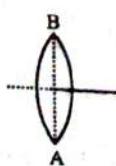
$$\text{বা, } f_w = \frac{2 \times 0.2}{0.5}$$

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

$$\text{পানিতে লেন্সের ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f_w} = \frac{1}{0.8} = 1.25 D$$

অর্থাৎ ডুবুরী একই চশমা ব্যবহার করলে পানির মধ্যে কোনো বস্তু দেখতে পাবেন না।

চিত্র ৪৪ চিত্রে একটি উভেদল লেন্স। বায়ুতে এর ফোকাস দূরত্ব 20 cm ।



$$\mu_g = 1.5; \mu_w = 1.33$$

ক. লম্বন ত্রুটি কী?

খ. কোনো বস্তুর রৈখিক বিবর্ধন বলতে কী বুঝা?

গ. লেন্সটিকে সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করলে এর বিবর্ধন ক্ষমতা কত হবে?

ঘ. লেন্সটি পানিতে রাখলে ফোকাস দূরত্ব বেড়ে যায়। বিষয়টি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৮]

৩৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন রৈখিক বা বৃত্তাকার ক্ষেলের পাঠ নেওয়ার সময় দৃষ্টি রেখা ক্ষেলের তলের সাথে লম্বভাবে প্রক্ষেপণ করতে হয়। অন্যথায় দৃষ্টির দিক পরিবর্তনের সাথে সাথে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের আপাত পরিবর্তন ঘটে এবং পাঠ নিতে ভুল হয়। একে লম্বন ত্রুটি বলা হয়।

খ কোন বিষয় লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় কতগুণ বড় বা ছোট বিষয়ের রৈখিক বিবর্ধন দ্বারা তা বুঝা যায়। সূতরাং বিষয়ের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বলে। রৈখিক বিবর্ধনকে m দ্বারা প্রকাশ করা হয়। কোন লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য / এবং বিষয়ের দৈর্ঘ্য $/ l$ হলে, রৈখিক বিবর্ধন, $m = \frac{\text{বিষয়ের দৈর্ঘ্য}}{\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য}} = \frac{l'}{l} = \frac{v}{u}$

সীমীকরণটি সকল ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। বাস্তব বিষয় উল্টা হয় তাই বাস্তব বিষয়ের বিবর্ধন খণ্ডায়ক এবং অবাস্তব বিষয় সোজা হয় তাই অবাস্তব বিষয়ের বিবর্ধন খণ্ডায়ক হয়।

গ এখনে, বায়ুতে ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$ বিবর্ধন ক্ষমতা $M = ?$

স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম, $D = 25 \text{ cm} = 0.25$

$$\text{আমরা জানি, } M = 1 + \frac{D}{f} = 1 + \frac{0.25}{0.2} = 2.25$$

অতএব, লেন্সটি সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করলে বিবর্ধন ক্ষমতা হবে 2.25 ।

ঘ ধরি, লেন্সের দুই পৃষ্ঠের বক্তুর ব্যাসার্ধ যথাক্রমে r_1 ও r_2 ।

এবং লেন্সটির পানিতে ফোকাস দূরত্ব f_w

পানির ক্ষেত্রে,

$$\frac{1}{f_w} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

বায়ুর ক্ষেত্রে,

$$\frac{1}{f_a} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \dots \dots (2)$$

(2) নং কে (1) দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{f_w}{f_a} = \frac{\mu_g - 1}{\mu_g - 1} \quad \mu_g = 1.5$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_a} = \frac{\mu_g - 1}{\mu_g - 1} \quad \mu_g = 1.33$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_a} = \frac{1.5}{\frac{1.5}{1.33} - 1}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_a} = \frac{1.5}{0.13} = 11.5$$

$$\text{বা, } f_w = \frac{1.5}{0.13} \times 0.2 = 2.3 \text{ m}$$

অতএব, $f_a < f_w$ । অর্থাৎ লেন্সটি পানিতে রাখলে ফোকাস দূরত্ব বেড়ে যায়।

প্রশ্ন ৩৫ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৬ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৭ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৮ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩৯ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৫-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪০ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

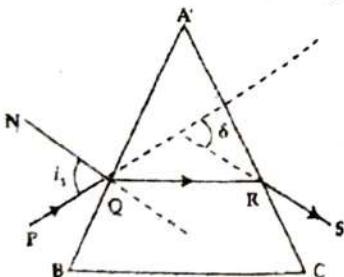
প্রশ্ন ৪১ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৫-এর উত্তরের জন্য ৪৩২ পৃষ্ঠার ২ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৩৪ পৃষ্ঠার ২ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৩৯৯ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪২ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৬-এর উত্তরের জন্য ৪৩২ পৃষ্ঠার ৩ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৩৪ পৃষ্ঠার ৩ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪০০ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৪৩ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তরের জন্য ৪৩২ পৃষ্ঠার ৫ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৩৪ পৃষ্ঠার ৫ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪০১ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

১০ ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৪৪ চিত্রে প্রিজমের মধ্য দিয়ে একটি আলোক রশ্মির প্রতিসরণ দেখানো হয়েছে। এখানে A প্রিজম কোণ এবং i বিচৃতি কোণ।



ক. প্রিজম কোণ কী?

খ. আপতন কোণের সাথে বিচৃতি কোণ কীভাবে পরিবর্তিত হয়? ১

গ. $A = 60^\circ$ এবং ন্যূনতম বিচৃতি কোণ $\delta_m = 30^\circ$ হলে প্রিজম পদার্থের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর। ২

ঘ. উচীপকের প্রিজমটি 1.33 প্রতিসরণাঙ্কের পানিতে সম্পূর্ণ নিমজ্জিত করলে ন্যূনতম বিচৃতি কোণের কী পরিবর্তন হবে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৩

অনুশীলনীর প্রশ্ন ১

১ ধরি, প্রিজম পদার্থের প্রতিসরণাঙ্ক μ

আমরা জানি, প্রিজম পদার্থের উচীপক হতে,

প্রতিসরণাঙ্ক, প্রিজমের প্রতিসরণ কোণ, $A = 60^\circ$
ন্যূনতম বিচৃতি কোণ, $\delta_m = 30^\circ$

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

$$\text{বা, } \mu = \frac{\sin \frac{60^\circ + 30^\circ}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}} = \frac{\sin \frac{90^\circ}{2}}{\sin 30^\circ} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = 1.414$$

সূতরাং প্রিজম পদার্থের প্রতিসরণাঙ্ক 1.414।

২ গ থেকে পাই,

ন্যূনতম বিচৃতি কোণ, $\delta_m = 30^\circ$

উচীপক অনুসারে, পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_w = 1.33$

কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_g = 1.5$

পানি সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, $w\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.5}{1.33} = 1.128$

প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

ন্যূনতম বিচৃতি কোণ, $\delta_m' = ?$

আমরা জানি,

$$w\mu_g = \frac{\sin \frac{A + \delta_m'}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m'}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}}$$

$$\text{বা, } \sin \frac{60^\circ + \delta_m'}{2} = 1.128 \times \sin 30^\circ$$

$$\text{বা, } \frac{60^\circ + \delta_m'}{2} = \sin^{-1}(0.564)$$

$$\text{বা, } 60^\circ + \delta_m' = 68.666$$

১১ প্রশ্নের উত্তর

১ প্রিজমের প্রতিসারক তলায়ের মধ্যবর্তী কোণ হলো প্রিজম কোণ।

২ প্রিজমের মধ্যদিয়ে আলোকরশ্মি গমন করলে প্রতিসরণজনিত কারণে তার বিচৃতি ঘটে এবং আপত্তি ও নির্গত রশ্মির মধ্যবর্তী কোণ বিচৃতির পরিমাণ নির্দেশ করে। এ বিচৃতি কোণের মান আপত্তন কোণের উপর নির্ভর করে। নিম্নমান হতে শুরু করে আপত্তন কোণের মান ক্রমাগত বাঢ়তে থাকলে বিচৃতি কোণের মান কমতে থাকে। আপত্তন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য এ বিচৃতি কোণের মান সর্বাপেক্ষা কম হয়। এরপর আপত্তন কোণ বৃদ্ধির সাথে সাথে বিচৃতি কোণের মানও বাঢ়তে থাকে।

$$\text{বা, } \delta_m' = 68.666^\circ - 60^\circ$$

$$\therefore \delta_m' = 8.666^\circ$$

$$\therefore \text{বিচ্ছিন্ন কোণ হ্রাস পাবে} = \delta_m - \delta_m' = 30^\circ - 8.666^\circ = 21.334^\circ$$

অর্থাৎ প্রিজমটিকে 1.33 প্রতিসরণাঙ্গের তরল দ্বারা পূর্ণ করলে বিচ্ছিন্ন কোণ 21.334° হ্রাস পাবে।

প্রয়োগ ৫২ পাশের চিত্রে একটি বিবর্ধক কাচ দেখানো হচ্ছে। সাধারণত যেখানে খুব বেশি বিবর্ধনের প্রয়োজন হয় না সেখানে এটি ব্যবহৃত হয়। যেমন— লেখা, হাতের ছাপ, অতি ক্ষুদ্র যন্ত্রপাতি ইত্যাদি দেখার কাজে এটি ব্যবহার করা হয়।



ক. অণুবীক্ষণ যন্ত্র কী?

খ. বিবর্ধক কাচ কি বস্তুর যেকোনো অবস্থানে বিবর্ধিত প্রতিবিষ্ট গঠন করে?— ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্দীপকের বিবর্ধক কাচে সৃষ্টি প্রতিবিষ্টের দূরত্ব 25 cm এবং ফোকাস দূরত্ব 15 cm হলে বিবর্ধন কত?

ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে বিবর্ধক কাচের ফোকাস দূরত্ব যত কম হবে তার বিবর্ধন ক্ষমতা তত বৃদ্ধি পাবে।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

৫২নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যন্ত্রের সাহায্যে চোখের নিকটবর্তী অতিক্ষুদ্র বস্তুকে বড় করে দেখা যায় তা হলো অণুবীক্ষণ যন্ত্র।

খ বিবর্ধক কাচের ফোকাস দূরত্বের মধ্যে কোনো বস্তুকে স্থাপন করে অপর পাশ হতে দেখলে বস্তুটির একটি সোজা, বিবর্ধিত ও অবস্থার প্রতিবিষ্ট দেখা যায়। এ প্রতিবিষ্ট চোখের যত কাছে গঠিত হয় প্রতিবিষ্টও তত বড় দেখায়। কিন্তু প্রতিবিষ্ট চোখের নিকট বিন্দুর চেয়ে কাছে গঠিত হলে সেই প্রতিবিষ্ট আর স্পষ্ট দেখা যায় না অর্থাৎ প্রতিবিষ্ট চোখের নিকট বিন্দুতে গঠিত হয় তখন তা খালি চোখেই সবচেয়ে স্পষ্ট দেখা যায়। তাই বিবর্ধক কাচ বস্তুর যেকোনো অবস্থানে বিবর্ধিত প্রতিবিষ্ট গঠন করতে পারে না।

গ উদ্দীপকে, বিবর্ধক কাচে সৃষ্টি,

প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v = 25 \text{ cm}$ [প্রতিবিষ্ট অবস্থার বলে V ধনাত্মক] $= 0.25 \text{ m}$

ফোকাস দূরত্ব, $f = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$.

বিবর্ধন, $M = ?$

আমরা জানি, সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন, $M = \left(1 - \frac{v}{f}\right)$

$$\therefore M = \left(1 - \frac{0.25}{0.15}\right) = \left(1 + \frac{0.25}{0.15}\right) = 2.67.$$

সুতরাং বিবর্ধক কাচের বিবর্ধন 2.67।

ঘ বিবর্ধক কাচের ফোকাস দূরত্ব য কম হবে বিবর্ধন ক্ষমতা তত বৃদ্ধি পাবে। গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে এ উন্নিটির যথার্থতা নিরূপণ করা হলো—

বিবর্ধক কাচের বিবর্ধনের সমীকরণ, $M = 1 - \frac{v}{f} \dots\dots\dots (1)$

যেহেতু লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব ধনাত্মক সেহেতু লেন্সটি উত্তল। অবস্থার প্রতিবিষ্ট উত্তল লেন্সের নিকট বিন্দুতে গঠিত হয়ে $V = -D$ দেখা যায়।

$$\text{সেকেতে, } M = 1 + \frac{V}{f} \dots\dots\dots (2)$$

আমরা জানি, স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব, $D = 25 \text{ cm}$ ‘গ’ হতে পাই, ফোকাস দূরত্ব, $f = 15 \text{ cm}$ এর অন্য যন্ত্রটির বিবর্ধন, $M = 2.67$

আবার, ফোকাস দূরত্ব, $f = 10 \text{ cm}$ হলে (২) নং থেকে পাই,

$$M = 1 + \frac{25 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 3.5$$

অর্থাৎ যন্ত্রটির লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 10 cm হলে বিবর্ধন হবে 3.5 পুনরায় ফোকাস দূরত্ব, $f = 7 \text{ cm}$ হলে, (২) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$M = 1 + \frac{25 \text{ cm}}{7 \text{ cm}} = 4.57$$

অর্থাৎ ফোকাস দূরত্ব 7 cm হলে বিবর্ধন 4.57

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায়, বিবর্ধক কাচের ফোকাস দূরত্ব যত কম হবে বিবর্ধন ক্ষমতা তত বৃদ্ধি পাবে।

প্রয়োগ ৫৩ একটি যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের

ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে $4 \times 10^{-3} \text{ m}$ এবং $5 \times 10^{-2} \text{ m}$ । অভিলক্ষ্য দ্বারা গঠিত কোনো বস্তুর প্রতিবিষ্ট এটি হতে $22 \times 10^{-2} \text{ m}$ দূরে অবস্থিত। অভিনেত্র হতে চূড়ান্ত প্রতিবিষ্ট $25 \times 10^{-2} \text{ m}$ দূরে অবস্থিত।

ক. অণুবীক্ষণ যন্ত্র কী?

খ. অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রে দ্বারা গঠিত প্রতিবিষ্টের বৈশিষ্ট্য লিখ। রিফ্লেক্টিং টেলিস্কোপের সুবিধা কী?

গ. অণুবীক্ষণ যন্ত্রটির অভিনেত্রের বিবর্ধন নির্ণয় কর।

ঘ. দেখাও যে, অণুবীক্ষণ যন্ত্রটির মোট বিবর্ধন অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের বিবর্ধনের গুণফলের সমান। গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

৫৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যন্ত্রের সাহায্যে চোখের নিকটবর্তী অতিক্ষুদ্র বস্তুকে বড় করে দেখা যায় তা হলো অণুবীক্ষণ যন্ত্র।

খ যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য দ্বারা গঠিত প্রতিবিষ্টের বৈশিষ্ট্য হলো—

অবস্থান : প্রতিবিষ্ট অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের মাঝে অবস্থিত হয়।

প্রকৃতি : অবস্থার ও সোজা।

বিবর্ধন : বিবর্ধিত।

আবার অভিনেত্রে দ্বারা গঠিত প্রতিবিষ্টের বৈশিষ্ট্য হলো—

অবস্থান : অভিলক্ষ্যের বাইরে।

প্রকৃতি : অবস্থার ও সোজা।

বিবর্ধন : বিবর্ধিত।

ঘ ধরি, যন্ত্রটির অভিনেত্রের বিবর্ধন m_e .

মনে করি, অভিনেত্রে হতে বস্তুর দূরত্ব u_2 .

আমরা জানি, উদ্দীপক হতে,

$$\frac{1}{v_2} + \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_0}$$

বা, $\frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{v_2}$ প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v_2 = -25 \times 10^{-2} \text{ m}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 5 \times 10^{-2} \text{ m}$.

$$\text{বা, } \frac{1}{u_2} = \frac{1}{5 \times 10^{-2} \text{ m}} - \frac{1}{-25 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$\therefore u_2 = 4.17 \text{ cm}$$

সুতরাং অভিনেত্রে হতে বস্তুর দূরত্ব 4.17 cm.

আবার, অভিনেত্রের বিবর্ধন, m_e হলে,

$$m_e = \frac{v_2}{u_2}$$

$$\text{বা, } |m_e| = \left| \frac{25 \times 10^{-2} \text{ m}}{4.17 \times 10^{-2} \text{ m}} \right| = 6$$

∴ অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিনেত্রের বিবর্ধন 6.

যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রের মোট বিবর্ধন অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের বিবর্ধনের গুণফলের সমান। তা নিচে দেখানো হলো :

'g' নং হতে অভিনেত্রের বিবর্ধন, $me = 6$.

উদ্দীপক হতে, অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$

অভিলক্ষ্যের জন্য প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, $v_1 = 22 \times 10^{-2} \text{ m}$

মনে করি, অভিলক্ষ্য হতে বস্তুর দূরত্ব, u_1 .

আমরা জানি,

$$\frac{1}{v_1} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_0}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{v_1}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u_1} = \frac{1}{4 \times 10^{-2}} - \frac{1}{22 \times 10^{-2}}$$

$$\therefore u_1 = 4.89 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\therefore \text{অভিলক্ষ্য হতে বস্তুর দূরত্ব } 4.89 \times 10^{-2} \text{ m.}$$

$$\therefore \text{বিবর্ধন, } |m_o| = \left| -\frac{v_1}{u_1} \right| = \left| -\frac{22 \times 10^{-2}}{4.89 \times 10^{-2}} \right| = 4.49$$

অভিলক্ষ্যের বিবর্ধন, $m_o = 4.49$.

এখন, অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের বিবর্ধনের গুণফল

$$= |m_o| \times |m_e| = 4.49 \times 6 = 26.94.$$

আবার, যন্ত্রটির মোট বিবর্ধন,

$$\begin{aligned} m &= -\frac{v_1}{u_1} \left(1 - \frac{v_2}{f_e} \right) \\ &= -\frac{22 \times 10^{-2}}{4.89 \times 10^{-2}} \left(1 - \frac{-25 \times 10^{-2}}{5 \times 10^{-2}} \right) \\ &= -4.49 \times (1 + 5) \\ &= -26.94 \quad [\because |m| = 26.94] \\ &= |m_o| \times |m_e|. \end{aligned}$$

অর্থাৎ যন্ত্রটির মোট বিবর্ধন অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের বিবর্ধনের গুণফলের সমান।

প্রয়োগ ১৪ একটি যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 0.02 m এবং 0.05 m ও তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.16 m । 0.5 mm দীর্ঘ বস্তু অভিলক্ষ্যের সামনে 0.24 m দূরে স্থাপন করা হলো।

- ক. স্পট দৃষ্টির নিকটতম ও দূরতম দূরত্ব কী? ১
 খ. লেসের চারিপার্শ্ব মাধ্যম পরিবর্তন করলে উহার ফোকাস দূরত্ব পরিবর্তন হয় কেন? ২
 গ. অনুবীক্ষণ যন্ত্রটির বিবর্ধন নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব অর্ধেক করা হলে বিবর্ধন পূর্বের তুলনায় কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

(অনুশীলনীর প্রয়োগ)

৫৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক) বিনা আন্তিতে চোখ সর্বনিম্ন যে দূরত্ব পর্যন্ত স্পটভাবে দেখতে পায় তাই স্পট দৃষ্টির নিকটতম দূরত্ব এবং সর্বাধিক যে দূরত্ব পর্যন্ত স্পটভাবে দেখতে পায় তাই দূরতম দূরত্ব। ১

খ) লেসের উপাদানের প্রতিসরাঙ্গক যদি তার চারপাশের মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্গের চেয়ে বেশি হয় (যেমন বায়ু মাধ্যমে কাচের উত্তল লেস) তাহলে আপত্তি রশ্মি গুচ্ছ প্রতিসরণের পর অভিসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত করবে। কিন্তু যদি লেসের উপাদানের প্রতিসরাঙ্গক চারপাশের মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্গের চেয়ে কম হয় (যেমন CS_2 -এ ছুবানো ক্রাউন কাচের উত্তল লেস) তাহলে উত্তল লেস আপত্তি রশ্মি গুচ্ছকে প্রতিসরণের পর অভিসারী রশ্মি গুচ্ছে পরিণত করবে। অর্ডেল লেসের ক্ষেত্রে বিপরীত ঘটনা ঘটবে। এভাবে, ফোকাস দূরত্ব পরিবর্তন হয়।

মুক্তির সূজনশীল পদাৰ্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্ৰ একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

১ ধরি, অভিনেত্রে হতে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব, v_2 এবং অভিনেত্রে থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, u_2 .

উদ্দীপক হতে, অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 0.02 \text{ m}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 0.05 \text{ m}$

তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $L = 0.16 \text{ m}$

অভিলক্ষ্য হতে বস্তুর দূরত্ব, $u_1 = 0.24 \text{ m}$

আমরা জানি, $\frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_0}$

$$\text{বা, } \frac{1}{0.24} + \frac{1}{v_1} = \frac{1}{0.02}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_1} = \frac{1}{0.02 \text{ m}} - \frac{1}{0.24 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } v_1 = 0.022 \text{ m}$$

আবার, নলের দৈর্ঘ্য L হলে,

$$L = |v_1| + |u_2|$$

$$\text{বা, } |u_2| = L - |v_1| = 0.16 \text{ m} - 0.022 \text{ m} = 0.138 \text{ m}$$

$$\therefore u_2 = 0.138 \text{ m}$$

আবার, $\frac{1}{v_2} + \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_e}$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_2} = \frac{1}{f_e} - \frac{1}{u_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_2} = \frac{1}{0.05 \text{ m}} - \frac{1}{0.138 \text{ m}}$$

$$\text{বা, } v_2 = 0.078 \text{ m}$$

কিন্তু চূড়ান্ত প্রতিবিষ্ট অবাস্তব বলে, $v_2 = -0.078 \text{ m}$

সুতরাং অভিনেত্রে হতে অবাস্তব প্রতিবিষ্টের দূরত্ব 0.078 m ।

আবার, বিবর্ধন, M হলে,

$$M = \left(1 - \frac{v_1}{f_0} \right) \left(1 - \frac{v_2}{f_e} \right)$$

$$= \left(1 - \frac{0.022 \text{ m}}{0.02 \text{ m}} \right) \left(1 - \frac{-0.078 \text{ m}}{0.05 \text{ m}} \right)$$

$$= -0.1 \times 2.56 = -0.256$$

ঝোঁকাক চিহ্ন উল্লেখ করে।

সুতরাং অণুবীক্ষণ যন্ত্রটির বিবর্ধন 0.256 ।

ঝ উদ্দীপক অনুসারে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 0.02 \text{ m}$

$$\text{অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, } f_e = \frac{0.05 \text{ m}}{2} = 0.025 \text{ m}$$

অভিলক্ষ্য থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_1 = 0.24 \text{ m}$

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = 0.16 \text{ m}$

যন্ত্রের মোট বিবর্ধন, $M' = ?$

অভিলক্ষ্য থেকে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব v_1 হলে

$$g \text{ নং অনুসারে, } v_1 = 0.022 \text{ m}; u_2 = 0.138 \text{ m}$$

অভিনেত্রে থেকে চূড়ান্ত প্রতিবিষ্টের দূরত্ব V_2 হলে

$$\frac{1}{V_2} + \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f'_e}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{V_2} = \frac{1}{f'_e} - \frac{1}{u_2}$$

$$= \frac{1}{0.025 \text{ m}} - \frac{1}{0.138 \text{ m}}$$

$$\therefore V_2 = 0.03 \text{ m}$$

চূড়ান্ত প্রতিবিষ্ট অবাস্তব বলে, $v_2 = -0.03 \text{ m}$

আমরা জানি,

$$M = \left(1 - \frac{V_2}{f'_e} \right) \left(1 - \frac{V_2}{f'_e} \right) = \left(1 - \frac{0.022 \text{ m}}{0.02 \text{ m}} \right) \left(1 - \frac{-0.03 \text{ m}}{0.025 \text{ m}} \right)$$

$$= -0.1 \times 2.2 = -0.22$$

গ হতে প্রাপ্ত বিবর্ধন 0.256 ।

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় যে অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব অর্ধেক করলে বিবর্ধন পূর্বের তুলনায় হাস পাবে।

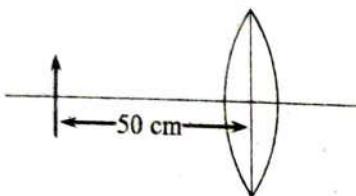
প্রশ্ন ৫৫। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৬-এর উত্তরের জন্য ৪৩২ পৃষ্ঠার ১৯ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৩৫ পৃষ্ঠার ২১ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪০৪ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৫৬। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তরের জন্য ৪৩২ পৃষ্ঠার ২০ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৩৫ পৃষ্ঠার ২২ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪০৪ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৫৭। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তরের জন্য ৪৩২ পৃষ্ঠার ২১ নং (জ্ঞানমূলক), ৪৩৫ পৃষ্ঠার ২৫ নং (অনুধাবনমূলক) এবং ৪০৫ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ২০-এর গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

৩ গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৬১। চিত্রের লেন্সটির পৃষ্ঠায়ের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 30 cm ও 20 cm এবং বায়ু সাপেক্ষে লেন্স উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক 1.5। বায়ুতে লেন্সটি থেকে 50 cm দূরে একটি বস্তু স্থাপন করায় বাস্তব বিষ্ণু পাওয়া গেল কিন্তু পানিতে একই দূরত্বে বস্তু স্থাপন করলে অবাস্তব বিষ্ণু পাওয়া যায়। পানির প্রতিসরাঙ্ক 1.33।



- ক. আলোক কেন্দ্র কাকে বলে?
- খ. বিষ্ণু বিবর্ধিত, খর্বিত না লক্ষ্যবস্তুর সমান হবে তা কীভাবে বুঝা যায়?
- গ. বায়ুতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।
- ঘ. বায়ুতে বাস্তব বিষ্ণু ও পানিতে অবাস্তব বিষ্ণু হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

৩ ৬২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো আলোক রশ্মি যদি কোনো লেন্সের এক পৃষ্ঠে আপত্তি হয়ে নির্গত হওয়ার সময় আপত্তি রশ্মির সমান্তরালে নির্গত হয় তাহলে সে রশ্মি লেন্সের প্রধান অক্ষের উপরিস্থিত যে বিন্দু দিয়ে অতিক্রম করে তাকে লেন্সের আলোক কেন্দ্র বলে।

খ. বিষ্ণু বিবর্ধিত, খর্বিত না লক্ষ্যবস্তুর সমান হবে তা বিবর্ধনের মান থেকে জানা যায়। বিষ্ণুর দূরত্ব v এবং লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব u হলে,

$$\text{বিবর্ধনের মান, } |m| = \frac{|v|}{u}$$

এখন, $|v| > u$ হলে, $|m| > 1$ হবে। এক্ষেত্রে বিষ্ণু বিবর্ধিত হবে।

$|v| < u$ হলে, $|m| < 1$ হবে। এক্ষেত্রে বিষ্ণু খর্বিত হবে।

আবার, $|v| = u$ হলে, $|m| = 1$ হবে। এক্ষেত্রে বিষ্ণু লক্ষ্যবস্তুর সমান হবে।

অতএব, বিষ্ণুর দূরত্ব লক্ষ্যবস্তুর দূরত্বের চেয়ে বেশি, কম না সমান তা জেনে বিষ্ণু বিবর্ধিত খর্বিত না লক্ষ্যবস্তুর সমান হবে তা জানা যায়।

গ. সূজনশীল ৪(গ) নং এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. এখনে, লেন্সের ১ম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = +30\text{ cm}$

লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_i = 1.5$

পানির প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_w = 1.33$

ঘ. পানির সাপেক্ষে লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক,

$$w\mu_i = \frac{\mu_i}{\mu_w} = \frac{1.5}{1.33} = 1.1278$$

লেন্স হতে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 50\text{ cm}$

প্রশ্ন ৫৮। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৪-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৫৯। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৬০। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৬১। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১২-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

মনে করি, লেন্সটির পানিতে ফোকাস দূরত্ব, f_w

$$\begin{aligned} \therefore \frac{1}{f_w} &= (\mu_i - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \\ &= (1.1278 - 1) \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{20} \right) \\ &= 0.01065 \text{ cm}^{-1} \\ \therefore f_w &= 93.8967 \text{ cm} \end{aligned}$$

'গ' অংশ হতে পাই, লেন্সটির বায়ুতে ফোকাস দূরত্ব, $f_g = 24\text{ cm}$ এখনে দেখা যাচ্ছে, বায়ুতে লক্ষ্যবস্তু ফোকাস দূরত্বের বাইরে অবস্থান করে ($50\text{ cm} > 24\text{ cm}$)। কিন্তু পানিতে লক্ষ্যবস্তু ফোকাস দূরত্বের ভিতরে অবস্থান করে ($50\text{ cm} < 93.8967\text{ cm}$)।

উদ্দীপকের লেন্সটি একটি উত্তল লেন্স। উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তু ফোকাস দূরত্বের ভিতরে অবস্থিত হলে বিষ্ণু অবাস্তব হয়। আর বাইরে হলে বিষ্ণু বাস্তব হয়।

এ কারণেই বায়ুতে বাস্তব বিষ্ণু পাওয়া গেলেও পানিতে অবাস্তব বিষ্ণু পাওয়া যায়।

গাণিতিকভাবে দেখানো যায় যে, পানিতে প্রতিবিষ্ণুর দূরত্ব v_w হলে,

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{v_w} = \frac{1}{f_w}$$

$$\text{বা, } v_w = (f_w^{-1} - u^{-1})^{-1}$$

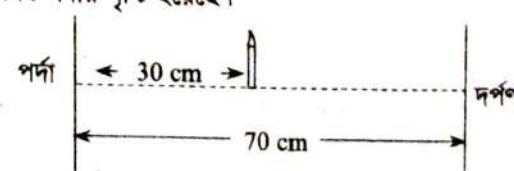
$$\text{বা, } v_w = (93.8967^{-1} - 30^{-1})^{-1}$$

$$\therefore v_w = -107\text{ cm}$$

এখনে, প্রতিবিষ্ণুর দূরত্ব ঝণাঝক অর্থাৎ বিষ্ণু অবাস্তব।

প্রশ্ন ৬২। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৬৩। চিত্রে দর্শনে আলোর প্রতিফলনের ফলে মোমবাতিটির একটি বিষ্ণু পর্দায় সৃষ্টি হয়েছে।



ক. প্রধান ফোকাস কাকে বলে?

খ. চিত্রে দর্শনটির প্রকৃতি কীরুপ? যুক্তি দাও।

গ. দর্শনটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. দর্শনের স্থানে একটি লেন্স স্থাপন করা হলে পর্দার অবস্থানে বাস্তব বা অবাস্তব বিষ্ণু গঠন হওয়া সম্ভব কি-না চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

৩ ৬৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গোলীয় দর্শনে আপত্তি প্রধান অক্ষের নিকটবর্তী সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয় বা যে বিন্দু থেকে অপসৃত হয় বলে মনে হয় তাকে প্রধান ফোকাস বলে।

৩ চিত্রে দর্পণটির প্রকৃতি অবতল। নিচে ঘুন্টিসহ এটি ব্যাখ্যা করা হলো—
চিত্রের দর্পণটি থেকে 70 cm দূরে একটি পর্দা রাখা হয়েছে এবং
লক্ষ্যবস্তু ও পর্দার মধ্যবর্তী দূরত্ব 30 cm। সূতরাং, দর্পণ হতে লক্ষ্যবস্তুর
দূরত্ব = $70\text{ cm} - 30\text{ cm} = 40\text{ cm}$ । এখন দর্পণটি যদি সমতল হয় তবে
প্রতিবিষ্ফোর্ণ পর্দায় নয় দর্পণেই সৃষ্টি হতো। কেননা, সমতল দর্পণে সৃষ্টি
অবস্থার প্রতিবিষ্ফোর্ণ পর্দায় ফেলা যায় না। আবার, যদি দর্পণটি উত্তল হতো
সেক্ষেত্রে সৃষ্টি প্রতিবিষ্ফোর্ণের পিছনে মেরু এবং প্রধান ফোকাসের
মাঝে অবস্থিত হতো। কিন্তু দর্পণটি অবতল হলে লক্ষ্যবস্তুর একটি
বাস্তব প্রতিবিষ্ফোর্ণ পর্দায় ফেলা যাবে। যেহেতু, লক্ষ্যবস্তুটির প্রতিবিষ্ফোর্ণ পর্দায়
ফেলা হয়েছে সেহেতু দর্পণটি অবশ্যই অবতল দর্পণ।

৪ ধরি, দর্পণটির ফোকাস দূরত্ব,

আমরা জানি,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$u = \frac{1}{40\text{ cm}} + \frac{1}{70\text{ cm}}$$

$$u = \frac{7+4}{280\text{ cm}}$$

$$u = \frac{11}{280\text{ cm}}$$

$$u = \frac{280\text{ cm}}{11} = 25.45\text{ cm}$$

সূতরাং, দর্পণটির ফোকাস দূরত্ব 25.45 cm ।

৫ দর্পণের স্থানে একটি উত্তল লেন্স স্থাপন করা হলে পর্দার অবস্থানে বাস্তব প্রতিবিষ্ফোর্ণ গঠন করা সম্ভব। নিচে চিত্রসহ এটি ব্যাখ্যা করা হলো—

মনে করি, LO' একটি সরু উত্তল লেন্স। O এর আলোক কেন্দ্র এবং F_1 ও F_2 যথাক্রমে প্রথম ও দ্বিতীয় ফোকাস। L লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর f এবং $2f$ এর মাঝে লম্বভাবে স্থাপিত PQ মৌমবাতিটি একটি লক্ষ্যবস্তু। P থেকে PL রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে লেন্সের উপর আপত্তি হয়ে প্রধান ফোকাস F_2 এর মধ্যদিয়ে LI পথে প্রতিসরিত হয়। P হতে অপর একটি রশ্মি PO লেন্সের আলোককেন্দ্রের মধ্যদিয়ে আপত্তি হয়ে সোজাসুজি OR পথে প্রতিসরিত হয়।

প্রতিসরিত এ রশ্মিই পরস্পর P' বিন্দুতে মিলিত হয়। Q হতে অপর একটি রশ্মি QO পথে সরাসরি প্রতিসৃত হয়। P' হতে প্রধান অক্ষের উপর $P'Q'$ লম্ব

অঙ্কন করি। এ $P'Q'$ -ই PQ লক্ষ্যবস্তুর বাস্তব প্রতিবিষ্ফোর্ণ। এ প্রতিবিষ্ফোর্ণ $2f$ এর বেশি দূরত্বে গঠিত হবে। প্রতিবিষ্ফোর্ণটি উল্টো এবং বিবর্ধিত হবে।

' g ' হতে পাই, দর্পণ তথা লেন্সের ফোকাস দূরত্ব,

$$f = 25.45\text{ cm}$$

$$\therefore 2f = 2 \times 25.45\text{ cm} = 50.9\text{ cm}$$

যেহেতু প্রতিবিষ্ফোর্ণটি $2f$ এর বেশি দূরত্বে গঠিত হয় সেহেতু এটি 70 cm দূরে অর্ধাংশ পর্দার অবস্থানে গঠিত হওয়া সম্ভব।

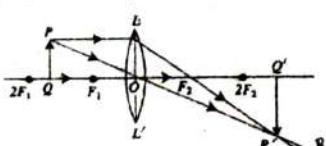
৬ অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

৭ অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১০-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

৮ অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ১১-এর উত্তরের জন্য সৃজনশীল প্রশ্ন ৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

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

$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$ $u = 70\text{ cm} - 30\text{ cm} = 40\text{ cm}$ $v = 70\text{ cm}$	উন্নীপক হতে, লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 70\text{ cm} - 30\text{ cm} = 40\text{ cm}$ প্রতিবিষ্ফোর্ণের দূরত্ব, $v = 70\text{ cm}$
---	---



১০ একই উপাদানে তৈরি একটি উত্তোলন লেন্স ও একটি সমবাহু প্রিজম এমনভাবে রাখা আছে যেন, লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপত্তি একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র থেকে 17.39 cm দূরে প্রধান অক্ষকে ছেদ করে প্রিজমের পৃষ্ঠে 45° কোণে আপত্তি হয়ে দ্বিতীয় পৃষ্ঠায়ে নির্ণয় করে। লেন্সের পৃষ্ঠায়ের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 12 cm ও 18 cm ।

ক. কৌণিক বিবর্ধন কাকে বলে?

খ. সরু প্রিজমের বিচ্যুতি আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না — ব্যাখ্যা কর।

গ. লেন্স উপাদানের প্রতিসরণাঙ্কে নির্ণয় কর।

ঘ. প্রিজমের প্রতিসরণের ক্ষেত্রে বিচ্যুতি কোণ ন্যূনতম হবে কি-না গণিতিকভাবে যাচাই কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১০]

৬৯নং প্রশ্নের উত্তর

১ বিষ ঢারা সৃষ্টি দ্রষ্টিকোণ ও বস্তু ঢারা সৃষ্টি দ্রষ্টিকোণের অনুপাতই কৌণিক বিবর্ধন।

২ কোনো প্রিজমের প্রিজম কোণ 60° বা তা অপেক্ষা কম হলে তাকে সরু প্রিজম বলে। সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে এর একটি প্রতিসরণ তলে আলোকরশ্মি প্রায় লম্বভাবে আপত্তি হয় অর্থাৎ আপতন কোণ খুব ক্ষুদ্র হয় বলে প্রতিসরণ কোণও খুব ছোট হয়। ফলে i_2 এবং i_2 কোণগুলোও খুব ছোট হয়। বিচ্যুতি কোণের সমীকরণ হলো $\delta = i_1 - i_2 - A$ । কিন্তু i_1 ও i_2 খুব ছোট হওয়ায় সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে এই সমীকরণটি হয় $\delta = (\mu - 1)A$ । অর্থাৎ, সরু প্রিজমের বিচ্যুতি কোণ নির্ভর করে প্রিজম পদার্থের প্রতিসরণাঙ্ক এবং প্রিজম কোণের উপর। এজন্য সরু প্রিজমের বিচ্যুতি কোণ আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না।

৩ এখানে, লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপত্তি একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র থেকে 17.39 cm দূরে প্রধান অক্ষকে ছেদ করে।

$$\therefore \text{লেন্সের ফোকাস দূরত্ব}, f = 17.39\text{ cm}$$

লেন্সের ১ম পৃষ্ঠের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = + 12\text{ cm}$

লেন্সের ২য় পৃষ্ঠের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = - 18\text{ cm}$

লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = ?$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{17.39} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{18} \right)$$

$$\text{বা, } \mu - 1 = \frac{720}{1739}$$

$$\therefore \mu = 1.414$$

৪ প্রিজম ও লেন্স একই উপাদানে তৈরি। সূতরাং, প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক ও লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক একই।

৫ প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = 1.414$ [' g ' হতে]

প্রিজমের ১ম পৃষ্ঠে আপতন কোণ, $i_1 = 45^\circ$

প্রিজমটি সমবাহু হওয়ায় প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

১ম পৃষ্ঠে প্রতিসরণ কোণ i_1 হলো,

$$\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\text{বা, } \sin r_1 = \frac{\sin i_1}{\mu}$$

$$\text{বা, } r_1 = \sin^{-1} \left(\frac{\sin i_1}{\mu} \right)$$

$$\text{বা, } r_1 = \sin^{-1} \left(\frac{\sin 45^\circ}{1.414} \right)$$

$$\therefore r_1 = 30^\circ$$

আবার, দ্বিতীয় পৃষ্ঠে আপতন কোণ r_1 হলে,

$$A = r_1 + r_2$$

$$\therefore r_2 = A - r_1 = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$$

$$\text{দ্বিতীয় পৃষ্ঠে নির্গমন কোণ } i_2 \text{ হলে, } \mu = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

$$\text{বা, } \sin i_2 = \mu \times \sin r_2$$

$$\therefore i_2 = \sin^{-1}(\mu \times \sin r_2) = \sin^{-1}(1.414 \times \sin 30^\circ) = 45^\circ$$

$$\text{দেখা যাচ্ছে, } i_1 = r_2 = 45^\circ$$

$$\text{এবং } r_1 = r_2 = 30^\circ$$

যা ন্যূনতম বিচ্যুতির শর্ত।

অতএব, প্রিজমের প্রতিসরণের ক্ষেত্রে বিচ্যুতি কোণ ন্যূনতম হবে।

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

প্রশ্ন ১৪ $\frac{3}{2}$ প্রতিসরাঙ্কের একটি উত্তল লেসের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 30 cm ও 60 cm । লেসের 50 cm সামনে বস্তু রাখলে 200 cm পেছনে বিষ সচিত হয়। পারি প্রতিসরাঙ্ক $\frac{4}{3}$ ।

- | | | |
|--|---|---|
|  | ক. প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ বলতে কী বুঝা? | ১ |
|  | খ. বিপদ সংকেতের ক্ষেত্রে সাধারণত লাল আলো ব্যবহার করা হয় কেন? | ২ |
|  | গ. বাতাসে লেসটির ফোকাস দূরত্ব কত? | ৩ |
|  | ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে, পানিতে ডুবালে লেসটির ফোকাস দূরত্ব চারগুণ হয়ে যায়। | ৪ |

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

৪. ৭৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রিজমে আপাতিত রশ্মির আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য বিচ্যুতি কোণের মান সর্বনিম্ন হয়। বিচ্যুতি কোণের এ সর্বনিম্ন মানকেই ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ বলে।

খ দৃশ্যমান আলোর সাতটি বর্ণের মধ্যে লাল আলোর তরঙ্গাবৈৰ্য সর্বোচ্চ। বেশি। আবার, আলোর বিক্ষেপণ তরঙ্গাবৈৰ্যের চতুর্থ ঘাতের ব্যবন্তানুপাতিক। ফলে বায়ুমণ্ডলের মধ্য দিয়ে চলার পর্যায়ে অন্যান্য বর্ণের আলোর তুলনায় লাল বর্ণের বিক্ষেপণ কম হয়। এ কারণে লাল আলো বায়ুমণ্ডলে অধিক দূর পর্যন্ত যেতে পারে। ফলে কোনো লাল আলোক চিহ্নিত বিপজ্জনক স্থানে আসার অনেক আগেই গাড়ির চালক লাল আলো দেখতে পেয়ে সতর্ক হতে পারে। তাই বিপদ সংকেতে সর্বদা লাল আলো ব্যবহার করা হয়।

গ আমরা জানি,

$$\frac{1}{f_s} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f_s} = \frac{1}{50} + \frac{1}{200}$$

এখানে,

$$\text{বস্তুর দূরত্ব, } u = 50\text{ cm}$$

$$\text{প্রতিবিহের দূরত্ব, } v = 200\text{ cm}$$

$$\text{বাতাসে ফোকাস দূরত্ব, } f_s = ?$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f_s} = \frac{1}{40}$$

$$\therefore f_s = 40\text{ cm}$$

অতএব, বাতাসে ফোকাস দূরত্ব 40 cm ।

ঘ আমাদের দেখাতে হবে,

$$f_w = 4f_s$$

আমরা জানি,

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

বায়ুর ক্ষেত্রে,

$$\frac{1}{f_s} = (w\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\therefore \frac{1}{f_s} = \left(\frac{9}{8} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots\dots (1)$$

এখানে,

$$w\mu_g = \frac{4}{3}$$

$$w\mu_g = \frac{3}{2}$$

$$\therefore w\mu_g = \frac{4\mu_g}{3\mu_w} = \frac{3/2}{3/4} = \frac{9}{8}$$

পানির ক্ষেত্রে,

$$\frac{1}{f_w} = (w\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\therefore \frac{1}{f_w} = \left(\frac{9}{8} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots\dots (2)$$

এখন, (1) \div (2) নং হতে পাই,

$$\frac{f_w}{f_s} = \frac{\frac{3}{2} - 1}{\frac{9}{8} - 1} = \frac{1}{2} \times \frac{8}{5}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_s} = 4$$

$$\therefore f_w = 4f_s$$

অতএব, পানিতে ডুবালে লেসটির ফোকাস দূরত্ব চারগুণ হয়ে যায়।

(প্রমাণিত)

৫. তফাজল, মহিউদ্দিন, মীলুফার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১৫ সেলিম সাহেব একজন ব্যবসায়ী। সূক্ষ্ম কারুকার্য, অতিক্রম লেখা, হাতের ছাপ ইত্যাদি দেখার জন্য তার ম্যাগনেফাইং প্লাস দরকার। একদিন তার ছেলেকে দোকান থেকে 0.15 m ফোকাস দূরত্বের একটি ম্যাগনেফাইং প্লাস আনতে বললেন। ছেলে দোকান থেকে তা এনে দিলেন। সেলিম সাহেবের সহজেই তা দিয়ে সবকিছু স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে রেখে স্পষ্ট দেখতে পেয়ে খুবই খুশি হলেন।

- | | | |
|---|--|---|
|  | ক. অভিনেত্রে কী? | ১ |
|  | খ. কৌণিক বিবর্ধন বলতে কী বুঝায়? | ২ |
|  | গ. সেলিম সাহেবের ব্যবহৃত যন্ত্রের বিবর্ধন বের কর। | ৩ |
|  | ঘ. ম্যাগনেফাইং প্লাসে দেখতে হলে সক্ষ্যবস্তু লেসের খুব কাছে রাখতে হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। | ৪ |

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

৬. ৭৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক অণুবীক্ষণ বা দূরবীক্ষণ যন্ত্রের যে লেসটির পশ্চাতে বা পেছনে চোখ রাখতে হয় সেই লেসই অভিনেত্র।

খ প্রতিবিষ্ব ধারা সৃষ্টি বীক্ষণ কোণ এবং সক্ষ্যবস্তু ধারা সৃষ্টি বীক্ষণ কোণের অনুপাতকে কৌণিক বিবর্ধন বলে। কৌণিক বিবর্ধন কোণ বীক্ষণ যন্ত্রের ক্ষেত্রে পরিমাপ করা হয়। বীক্ষণ যন্ত্র ছাড়া যদি বস্তুটি চোখে a কোণ তৈরি করে এবং যন্ত্র ব্যবহারের ফলে চূড়ান্ত প্রতিবিষ্বটি যদি চোখে b কোণ তৈরি করে তবে কৌণিক বিবর্ধন,

$$m = \frac{\text{প্রতিবিষ্ব ধারা চোখে উৎপন্ন কোণ}}{\text{বস্তু ধারা চোখে উৎপন্ন কোণ}} = \frac{b}{a}$$

বায়ুতে ফোকাস দূরত্ব f_o হলে,

$$\frac{1}{f_o} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$= (1.5 - 1) \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{18} \right)$$

$$= 0.5 \times \frac{5}{36} = \frac{5}{72}$$

$$\therefore f_o = \frac{72}{5} = 14.4 \text{ cm}$$

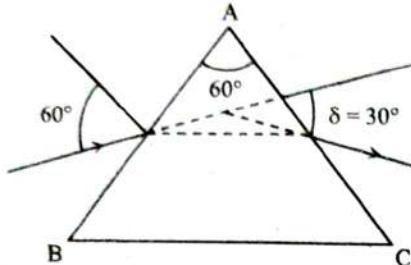
$$= 0.14 \text{ m}$$

$$\therefore \text{লেন্সটির শক্তি}, p = \frac{1}{f_o} = \frac{1}{0.144} = 6.944 \text{ D}$$

মুসুমশীল ১৪ (গ) নং দ্রষ্টব্য।

৩ ড. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৭৮ | উদ্ধীপক অনুসারে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. হল বিভব কাকে বলে?

খ. আলোর ব্যতিকারে সুসংজ্ঞাত উৎসের প্রয়োজন কেন?

গ. প্রিজমের প্রতিসরাঙ্গক কত?

ঘ. ন্যূনতম বিচ্যুতি ঘটাতে আপতন কোণের কীরূপ পরিবর্তন করতে হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

১

২

৩

৪

৪ ৭৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বিদ্যুৎবাহীর প্রবাহের দিকের সাথে অভিলম্ব বরাবর একটি চৌমুক ক্ষেত্র প্রয়োগ করলে ঐ প্রবাহ ও চৌমুক ক্ষেত্র উভয়ের অভিলম্ব অভিমুখে একটি বিভব পার্থক্য সৃষ্টি হয়। এ ক্রিয়াকে বলা হয় হল ক্রিয়া এবং সৃষ্টি বিভব পার্থক্যকে বলা হয় হল বিভব।

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 অন্ধকার হবে এবং সেটা এতো দ্রুত ঘটে (10^{-8} s) যে, দর্শনাভূতির স্থায়িত্বকালের (10^{-1} s) মধ্যে ঘটার কারণে আমরা ব্যতিকার ডোরা না দেখে সমতাবে আলোকিত সাধারণ উজ্জ্বলতাই দেখতে পাব। তাই স্থায়ী ব্যতিকার সৃষ্টির জন্য সুসংজ্ঞাত উৎস অপরিহার্য।

৫ রমা বিজয়, আলী আহমেদ, সুদেব পাল ও সালাহউদ্দিন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ৮১ | একটি অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 1 cm ও 4 cm । তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 14.5 cm । 0.5 mm দৈর্ঘ্যের একটি বস্তু অভিলক্ষ্য হতে 1.1 cm দূরে স্থাপন করা হলো।

ক. অণুবীক্ষণ যন্ত্র কাকে বলে?

১

খ. আকাশে, উড়োজাহাজ ছোট মনে হয়—বীক্ষণ কোণের আলোকে বুঝিয়ে দাও।

২

গ. উদ্ধীপকে উল্লেখিত অণুবীক্ষণ এর বিবরণ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের মধ্যে কোনটির বিবরণ বেশি? বিশ্লেষণ কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

৬ ৮২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে আলোক যন্ত্রের সাহায্যে নিকটবর্তী অতি ক্ষুদ্র বস্তুর খুচিনাটি প্রতিবিহুর মাধ্যমে বর্ধিত করে দেখা যায় তাকে অণুবীক্ষণ যন্ত্র বলে।

খ. কোনো লক্ষ্যবস্তু চোখের লেপে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে বীক্ষণ কোণ বা দৃষ্টি বলে। বস্তুর প্রতিবিষ্ঠ ছোট হবে না বড় হবে তা বীক্ষণ কোণের উপর নির্ভর করে। একটি বস্তু চোখ হতে যত দূরে সরতে ধাকবে বীক্ষণ কোণের মানও তত ছোট হতে ধাকবে এবং বস্তুটিকে ছোট দেখাবে। ভূমিতে অবস্থানরত একটি উড়োজাহাজ আকৃতিতে অনেক বড় দেখা যায় কারণ এটি তখন চোখের লেপে বড় বীক্ষণ কোণ উৎপন্ন করে। অন্যদিকে উড়োজাহাজ যখন আকাশে অবস্থান করে তখন চোখ হতে এটি অনেক দূরে থাকে। ফলে চোখে সৃষ্টি বীক্ষণ কোণের মান ছোট বা কম হয়। এজন্য আকাশে উড়োজাহাজ ছোট মনে হয়।

গ. ধরি, অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবরণ M

উদ্ধীপক হতে পাই, অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 1 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_i = 4 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্য থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_1 = 1.1 \text{ cm}$

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = 14.5 \text{ cm}$

লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, $l = 0.5 \text{ mm}$

শেষ বিষের দৈর্ঘ্য, $l' = ?$

অভিলক্ষ্য থেকে বিষ্টের দূরত্ত v_1 হলে,

$$\frac{1}{v_1} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_o}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{u_1} = \frac{1}{1 \text{ cm}} - \frac{1}{1.1 \text{ cm}} = \frac{1.1 - 1}{1.1 \text{ cm}}$$

$$\therefore v_1 = 11 \text{ cm}$$

এ বিষ্ট অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তু হিসেবে কাজ করবে। সুতরাং অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ত u_2 হলে,

$$u_2 = L - |v_1| = 14.5 \text{ cm} - 11 \text{ cm} = 3.5 \text{ cm}$$

$$\text{অভিনেত্র থেকে চূড়ান্ত বিষ্টের দূরত্ত } v_2 \text{ হলে, } \frac{1}{v_2} + \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f_o}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_2} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{u_2} = \frac{1}{4 \text{ cm}} - \frac{1}{3.5 \text{ cm}} = \frac{3.5 - 4}{4 \times 3.5 \text{ cm}}$$

$$\therefore v_2 = -28 \text{ cm}$$

এখন, মোট বিবর্ধন, $M = m_1 \times m_2$

$$= \left(1 - \frac{v_1}{f_o}\right) \left(1 - \frac{v_2}{f_o}\right)$$

$$= \left(1 - \frac{11 \text{ cm}}{1 \text{ cm}}\right) \left(1 - \frac{-28 \text{ cm}}{4 \text{ cm}}\right)$$

$$= -10 \times 8 = -80$$

যেহেতু, $M = -$, বিষ্ট উল্লেখ

$$|M| = 80$$

সুতরাং, অণুবীক্ষণ যন্ত্রটির বিবর্ধন 80।



মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল কর্তৃক প্রণীত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল এ অধ্যায়ের জন্য শিখনফলের ধারায় নিম্নোক্ত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তরসমূহ প্রণয়ন করছেন। 100% মৌলিক উদ্দীপক নির্ভর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তরসমূহের যথাযথ অনুশীলন কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার জন্য তোমাদের সেরা প্রস্তুতি গ্রহণ এবং আর্থিকাম বৃদ্ধিতে সহায়তা করবে।

শিখনফল : কার্যালয়ের নীতির সাহায্যে আলোর প্রতিসরণ ও প্রতিসরণের সূত্র বিশ্লেষণ করতে পারব।

প্রশ্ন ১.৩। 1.৫ প্রতিসরণাঙ্কের কাচের উভোক্তল লেসের দুই পৃষ্ঠের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ 20 cm ও 40 cm বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক $\frac{4}{3}$ ।

ক. আলোকের বিচ্ছিন্নি কী?

১

খ. আলোর মুখ্য ফোকাস ও গৌণ ফোকাসের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

২

গ. লেসটির বায়ুতে ফোকাস দূরত্ত কত?

৩

ঘ. পানিতে লেস হতে 50 cm দূরে বস্তু রাখলে প্রতিবিষ্টের প্রকৃতি কিরূপ হবে— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

৪

৮তম প্রশ্নের উত্তর

ক প্রিজমে আপত্তি রশ্মিকে সামনের দিকে এবং নির্গত রশ্মিকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে যে অন্তর্ভুক্ত কোণ উৎপন্ন হয় সে কোণই বিচ্ছিন্নি কোণ বা বিচ্ছিন্নি।

খ আলোর মুখ্য ও গৌণ ফোকাসের পার্থক্য নিম্নরূপ:

মুখ্য ফোকাস	গৌণ ফোকাস
১. লেসের প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আগত আলোক রশ্মি প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের যে বিন্দুতে যিলিত হয় তাকে মুখ্য ফোকাস বলে।	১. প্রধান অক্ষের সাথে সামান্য আনত সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ লেসে আপত্তি হয়ে প্রতিসরণের পর ফোকাস তলে যে বিন্দুতে যিলিত হয় তাকে গৌণ ফোকাস।
২. একটি লেসে একটিই হয়।	২. একই লেসে একাধিক হতে পারে।

নতুন সৃজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিতীয় পত্র একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

১. অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রে এর মধ্যে কোনটির অভিলক্ষ্যের বিবর্ধন বেশি। নিচে এটি বিশ্লেষণ করা হলো—

উদ্দীপক হতে পাই, অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ত, $f_o = 1 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ত, $f_e = 4 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্য থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ত, $v_1 = 1.1 \text{ cm}$

'g' হতে, অভিলক্ষ্য থেকে প্রতিবিষ্টের দূরত্ত, $v_1 = 11 \text{ cm}$

অভিনেত্রে থেকে চূড়ান্ত প্রতিবিষ্টের দূরত্ত, $v_2 = -28 \text{ cm}$

ধরি, অভিলক্ষ্যের জন্য বিবর্ধন m_1

এবং অভিনেত্রের জন্য বিবর্ধন m_2

$$\text{আমরা জানি, } m_1 = 1 - \frac{v_1}{f_o}$$

$$\text{বা, } m_1 = 1 - \frac{11 \text{ cm}}{1 \text{ cm}}$$

$$\therefore m_1 = -10$$

ঝণাঝক চিহ্ন উল্লেখ প্রতিবিষ্ট নির্দেশ করে।

$$\therefore |m_1| = 10 \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{আবার, } m_2 = 1 - \frac{v_2}{f_e}$$

$$\text{বা, } m_2 = 1 - \frac{-28 \text{ cm}}{4 \text{ cm}}$$

$$\therefore m_2 = 8 \dots \dots \dots (2)$$

(1) নং ও (2) নং সমীকরণ হতে দেখা যায়, $|m_1| > m_2$

অর্থাৎ, উদ্দীপকের অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যের বিবর্ধন অভিনেত্রের বিবর্ধন অপেক্ষা বেশি হবে।

৬.১

১. আমরা জানি,

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

$$= (1.5 - 1) \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{-40} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = \frac{3}{80} \text{ m}$$

$$\text{বা, } f = 26.67 \text{ cm}$$

অতএব, লেসটির বায়ুতে ফোকাস দূরত্ত 26.67 cm।

২. 'g' থেকে পাই, বায়ুতে লেসটির ফোকাস দূরত্ত, $f_o = 26.67 \text{ cm}$

এখনে, উভোক্তল লেসের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $r_1 = 20 \text{ cm}$ এবং $r_2 = -40 \text{ cm}$

লেসের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_g = 1.5$ এবং পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_w = \frac{4}{3}$

পানিতে লেসের প্রতিসরণাঙ্ক, $w\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.5}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8}$

পানিতে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ত, $\mu_w = 50 \text{ cm}$

ধরি, পানিতে প্রতিবিষ্টের দূরত্ত, v_w

আমরা জানি,

$$\frac{1}{v_w} + \frac{1}{u_w} = \frac{1}{f_w} = (w\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_w} = \left(\frac{9}{8} - 1 \right) \left(\frac{1}{20} - \frac{1}{-40} \right) - \frac{1}{50}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_w} = \frac{1}{8} \left(\frac{2+1}{40} \right) - \frac{1}{50} = \frac{1}{8} \times \frac{3}{40} - \frac{1}{50} = -\frac{17}{1600}$$

$$\therefore v_w = -94.118 \text{ cm}$$

যেহেতু প্রতিবিষ্টের দূরত্ত ঝণাঝক সেহেতু প্রতিবিষ্ট অবস্থা ও সোজা হবে।

প্রয়োগ ৮৪ বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্গক $\frac{4}{3}$ এবং বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্গক $\frac{3}{2}$. কাচ সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্গক $\frac{5}{3}$.

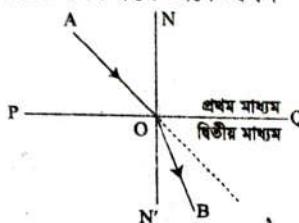
- ক. লেসের বক্রতার কেন্দ্র কাকে বলে? ১
 খ. প্রতিসরণের ক্ষেত্রে প্রথম ও দ্বিতীয় মাধ্যম বলতে কী
 বুঝায়? ২
 গ. পানি সাপেক্ষে কাচের এবং কাচ সাপেক্ষে পানির
 প্রতিসরণাঙ্গক নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. পানিতে ও হীরকে আলোর বেগের তুলনা কর। ৪

৮৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. লেসের কোনো পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে লেসের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে।

খ. আপত্তি রশ্মি দুটি মাধ্যমের বিভেদভলে কোনো বিন্দুতে আপত্তি হওয়ার পূর্ব পর্যন্ত যে মাধ্যম দিয়ে গমন করে তাকে প্রথম মাধ্যম বলে। চিত্রের উপরের মাধ্যমটিকে প্রথম মাধ্যম বলা হয়।

প্রতিসূত রশ্মি যে মাধ্যম দিয়ে
 গমন করে তাকে দ্বিতীয় মাধ্যম
 বলে। চিত্রে নিচের মাধ্যমটি দ্বিতীয়
 মাধ্যম।



গ. মনে করি, পানি সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্গক $w\mu_g$
 এবং কাচ সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্গক $g\mu_w$.

উদ্দীপক হতে পাই, বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্গক, $w\mu_w = \frac{4}{3}$

এবং বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্গক $w\mu_g = \frac{3}{2}$

$$\text{আমরা জানি, } w\mu_g = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} = \frac{9}{8} = \frac{9}{8}$$

সূতরাং পানি সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্গক $\frac{9}{8}$.

$$\text{আবার আলোর প্রত্যাবর্তীতার সূত্রানুসারে, } w\mu_g = \frac{1}{g\mu_w}$$

$$\text{বা, } \frac{9}{8} = \frac{1}{g\mu_w}$$

$$\therefore g\mu_w = \frac{8}{9}$$

সূতরাং কাচ সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্গক $\frac{8}{9}$.

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্গক, $w\mu_w = \frac{4}{3}$

কাচ সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্গক, $g\mu_d = \frac{5}{3}$

বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্গক, $w\mu_g = \frac{3}{2}$

বায়ুতে আলোর বেগ, $c_w = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

পানিতে আলোর বেগ, $c_w = ?$

এবং হীরকে আলোর বেগ, $c_d = ?$

$$\text{আমরা জানি, } w\mu_w = \frac{c_w}{c_w}$$

$$\text{বা, } c_w = \frac{w\mu_w \cdot c_w}{4} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{\frac{3}{2}} = 2.25 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

সূতরাং পানিতে আলোর বেগ $2.25 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ।

$$\text{আবার, } w\mu_g = \frac{c_w}{c_g}$$

$$\text{বা, } c_g = \frac{c_w}{w\mu_g}$$

$$\text{বা, } c_g = \frac{2.25 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{\frac{9}{8}} \quad \left[\because w\mu_g = \frac{9}{8} \right]$$

$$\therefore c_g = 2 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আবার, } g\mu_d = \frac{c_d}{c_d}$$

$$\text{বা, } c_d = \frac{c_g}{g\mu_d}$$

$$\text{বা, } c_d = \frac{2 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{\frac{5}{3}} = 1.2 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

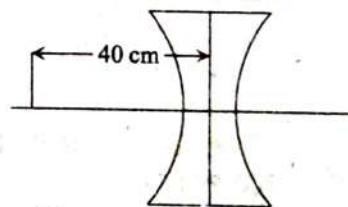
$$\therefore c_d = 0.5334 \times c_w$$

অতএব উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় হীরকে আলোর বেগ পানিতে আলোর বেগের 0.5334 গুণ।

6.2

শিখনক্ষেত্র : লেস তৈরির গাণিতিক সঙ্গীকরণ প্রতিপাদন করতে পাওয়া।

প্রয়োগ ৮৫ একটি কাচের তৈরি উভাবতল লেসের ১ম ও ২য় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 20 cm ও 30 cm।



ক. সৌর বর্ণালি কাকে বলে?

খ. আলোক যত্নে রৈখিক বিবর্ধন অপেক্ষা কৌণিক বিবর্ধন অধিক উপযোগী হয় কেন? – ব্যাখ্যা কর।

গ. লেসেটির ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় কর।

ঘ. লেসেটির ১ম পৃষ্ঠ সমতল করে দিলে, উভয় ক্ষেত্রেই বিষ্঵ের প্রকৃতি একই হবে কি-না – যাচাই কর।

৮৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সূর্য থেকে আগত আলোকে বিশ্লেষণ করা হলে যে বর্ণালি পাওয়া যায় তাকে সৌর বর্ণালি বলে।

খ. আলোক যত্নে অভিনেত্র দুটি লেস ব্যবহার করা হয় যেখানে অভিনেত্রের বিষ অভিনেত্রের লক্ষ্যবস্তু হিসাবে কাজ করে। অর্থাৎ অভিনেত্রের লক্ষ্যবস্তুটি একটি ভার্চুয়াল Object যেহেতু ভার্চুয়াল অবজেক্টের dimension মাপা সম্ভব নয় তাই আলোক যত্নে রৈখিক বিবর্ধন অপেক্ষা কৌণিক বিবর্ধন অধিক উপযোগী।

ঘ. এখানে, বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = -20 \text{ cm}$ এবং বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = 30 \text{ cm}$ কাচের প্রতিসরণাঙ্গক, $\mu = 1.5$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = (1.5 - 1) \times \left(\frac{1}{-20 \text{ cm}} - \frac{1}{30 \text{ cm}} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = -0.5 \times \frac{3 + 2}{60 \text{ cm}} = -\frac{2.5}{60 \text{ cm}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = -\frac{1}{0.24 \text{ m}}$$

$$\therefore P = \frac{1}{f} = -4.17 \text{ D}$$

অতএব, লেসেটির ক্ষমতা - 4.17 D.

ম ১ম ক্ষেত্রে ফোকাস দূরত্ব, $f = -0.24 \text{ m} = -24 \text{ cm}$

$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{24 \text{ cm}} - \frac{1}{40 \text{ cm}}$$

$\therefore v = -15 \text{ cm}$; বিষ অসদ, সোজা

১ম পৃষ্ঠা সমতল করে দিলে ধরি লেপ্টির ফোকাস দূরত্ব f' হয়

$$\therefore \frac{1}{f'} = (\mu - 1) \times \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f'} = (1.51 - 1) \times \left(-\frac{1}{30 \text{ cm}} \right)$$

$$f' = -60 \text{ cm}$$

২য় ক্ষেত্রে বিষের দূরত্ব v' হলে

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v'} = \frac{1}{f'}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v'} = \frac{1}{f'} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{60 \text{ cm}} - \frac{1}{40 \text{ cm}}$$

$\therefore v' = -24 \text{ cm}$; বিষ অসদ, সজা

$$১ম ক্ষেত্রে রৈখিক বিবর্ধন, m = -\frac{v}{u} = -\frac{-15}{40} = 0.375$$

$$২য় ক্ষেত্রে রৈখিক বিবর্ধন, m' = -\frac{v}{u} = -\frac{-24}{40} = 0.6$$

$$\therefore m \neq m'$$

অতএব, উভয় ক্ষেত্রে বিষ অসদ সোজা হলেও বিষের আকার উভয় ক্ষেত্রে এক নয়। ২য় ক্ষেত্রে বিষের আকার অপেক্ষাকৃত বড়।

6.3

শিখনকল : দূরগ ও উভয় লেপ্টি ব্যবহার করে তরলের প্রতিসরণাত্মক নির্ণয় করতে পারব।

প্রয়োগ ৮৬। একটা লক্ষ্যবস্তুকে

অবতল লেপ্টি হতে 30 cm দূরে

রাখা হয়েছে। লেপ্টির

উপাদানের প্রতিসরণাত্মক 1.51

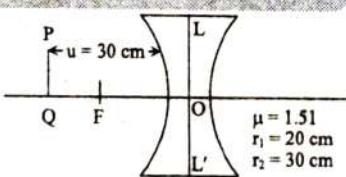
এবং বক্তুর ব্যাসার্ধের r_1 ও r_2

ক. ফার্মাটের নীতি লিখ।

খ. কেন সরু প্রিজমের বিচ্ছিন্ন কোণ আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না ব্যাখ্যা কর।

গ. উদ্বিপক হতে প্রতিবিষ্টের দূরত্ব নির্ণয় কর এবং এর প্রকৃতি কীরূপ?

ঘ. যদি লেপ্টাকে কোনো মাধ্যমে প্রবেশ করানো হয় তবে এর ক্ষমতা $-2D$ হয়। মাধ্যমটার প্রতিসরণাত্মক কত হবে?



১

২

৩

৪

৮৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ফার্মাটের নীতিটি হলো— একটি নির্দিষ্ট বিদ্যুতে পরিঅবস্থাকালে আলোক রশ্মি এমন একটি পথ অনুসরণ করে যা অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য পথের তুলনায় হয় সর্বনিম্ন বা অবম নতুবা সর্বোচ্চ বা চরম অর্থবা অপরিবর্তিত তথ্য স্থির থাকে।

খ. আমরা জানি, বিচ্ছিন্ন কোণ, $\delta = i_1 + i_2 - A$

এখন,

সরু প্রিজমে i_1, i_2 খুব ছোট হওয়ায় r_1 ও r_2 ও খুব ছোট হয়।

$$\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\text{বা, } \mu = \frac{1}{r_1} \quad [\theta \text{ খুব ক্ষুদ্র হলে } \sin \theta = \theta]$$

$$\text{বা, } i_1 = \mu r_1$$

অনুরূপভাবে, $i_2 = \mu r_2$

$$\therefore \text{সরু প্রিজমে, } \delta = \mu r_1 + \mu r_2 - A \\ = \mu(r_1 + r_2) - A \\ = \mu A - A \\ = (\mu - 1)A$$

সরু প্রিজমে বিচ্ছিন্ন কোণের উপরের সমীকরণে আপতন কোণ অনুপস্থিত। অতএব, সরু প্রিজমে বিচ্ছিন্ন আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না।

ম ১লেপ্টির ফোকাস দূরত্ব f হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = (1.51 - 1) \left(\frac{1}{-20} - \frac{1}{30} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = -0.51 \times \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = -\frac{17}{400}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{-17}{400}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{-17}{400} - \frac{1}{u} = \frac{-17}{400} - \frac{1}{30} = \frac{-91}{1200}$$

$$\text{বা, } v = \frac{-1200}{91}$$

$\therefore v = -13.187 \text{ cm}$ বিষের প্রকৃতি অবাস্তব, সোজা এবং খরিত অতএব, প্রতি বিষের দূরত্ব 13.187 cm । এর প্রকৃতি অবাস্তব, সোজা এবং খরিত।

ন ১ ধরি মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক, μ_m

এই মাধ্যমে লেপ্টের ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{1}{-2D} = -50 \text{ cm}$

$$\therefore \frac{1}{-50} = \left(\frac{\mu}{\mu_m} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{\mu}{\mu_m} - 1 = \frac{-\frac{1}{50}}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}}$$

$$\text{বা, } \frac{\mu}{\mu_m} = \frac{-1}{50} \times \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1} + 1 = \frac{-1}{50} \times \frac{-20 \times 30}{30 - (-20)} + 1$$

$$\text{বা, } \frac{\mu}{\mu_m} = \frac{20 \times 30}{50 \times 50} + 1 = \frac{31}{25}$$

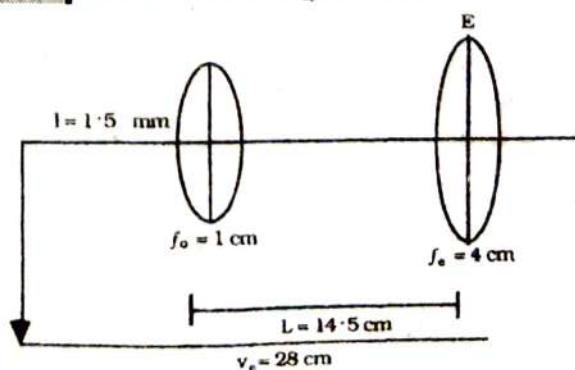
$$\text{বা, } \mu_m = \frac{25 \times \mu}{31} = \frac{25 \times 1.51}{31} = 1.218$$

অতএব, মাধ্যমটার প্রতিসরাঙ্ক 1.218।

6.4

শিখনকল : মাইক্রোকোপের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারব।

প্রয়োগ ৮৭। চিত্রে একটি যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র দেখানো হলো:



- ক. রিফ্লেক্টিং টেলিস্কোপ কী?
খ. অবতল লেসে গঠিত প্রতিবিষ্প পর্দায় উৎপন্ন হয় কি-না? ব্যাখ্যা কর।
গ. উদ্ধীপকের অভিলক্ষ্য হতে কত দূরে বস্তুটি স্থাপন করা হয়েছে নির্ণয় কর।
ঘ. উদ্ধীপকের যন্ত্রটিকে ক্ষুদ্র বস্তুটিকে 80 গুণ বড় দেখা যাবে কি-না— তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৮৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে দূরবীক্ষণ যন্ত্রে উত্তল লেসের প্রধান অঙ্গের ছেদ বিন্দুতে একটি সমতল দর্পণ অবতল দর্পণের সাথে 45° কোণে আনত অবস্থায় থাকে, তাই রিফ্লেক্টিং টেলিস্কোপ।

খ. অবতল লেসে গঠিত বিষ্প পর্দায় উৎপন্ন হয় না কারণ অবতল লেসে সর্বদা অবস্থার বিষ্প তৈরি হয় আর অবস্থার বিষ্প কখনও পর্দায় ফেলা যায় না।

গ. দেওয়া আছে, $v_e = 28 \text{ cm}$; $f_0 = 1 \text{ cm}$, $f_e = 4 \text{ cm}$; $L = 14.5 \text{ cm}$

$$\text{এখন}, \frac{1}{v_e} + \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$$

$$\text{বা, } u_e = \frac{1}{\frac{1}{f_e} - \frac{1}{v_e}} = \frac{1}{\frac{1}{4} - \frac{1}{28}} = \frac{14}{3} \text{ cm}$$

$$L = u_e + v_0$$

$$\text{বা, } v_0 = L - u_e = 14.5 - \frac{14}{3} = \frac{59}{6} \text{ cm}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{u_0} + \frac{1}{v_0} = \frac{1}{f_0}$$

$$\text{বা, } u_0 = \frac{1}{\frac{1}{f_0} - \frac{1}{v_0}} = \frac{1}{\frac{1}{1} - \frac{1}{\frac{59}{6}}} = \frac{59}{53} \text{ cm} = 1.1132 \text{ cm}$$

অতএব, অভিলক্ষ্য হতে বস্তুর দূরত্ব 1.1132 cm ।

ঘ. 'g' হতে পাই, $v_0 = \frac{59}{6} \text{ cm}$; $u_0 = \frac{59}{53} \text{ cm}$; $f_e = 4 \text{ cm}$

উদ্ধীপক হতে, $v_e = 28 \text{ cm}$

$$\text{বিবর্ধন, } m = -\frac{v_0}{u_0} \left(1 + \frac{v_e}{f_e} \right)$$

$$= -\frac{\frac{59}{6}}{\frac{59}{53}} \left(1 + \frac{28}{4} \right) = -\frac{53}{6} (1 + 7)$$

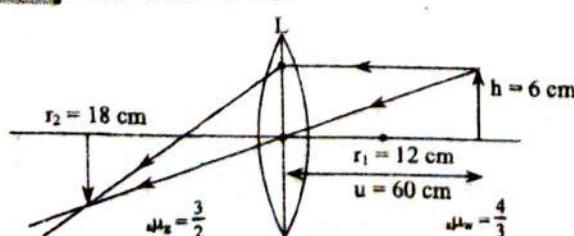
$$\text{বা, } m = -70.67$$

$$\therefore |m| = 70.67$$

অর্থাৎ যন্ত্রটির বিবর্ধন 70.67

কাজেই যন্ত্রটি দ্বারা বস্তুটিকে 80 গুণ বড় দেখা যাবে না।

৮৮নং নিচের চিত্রটি লক্ষ কর :



- ক. প্রিজমের শীর্ষ কাকে বলে?
খ. কাচ লেসের ক্ষমতা বলতে কী বুঝ?
গ. লেস কর্তৃক সৃষ্টি বিষ্পের আকার নির্ণয় কর।
ঘ. ব্যবস্থাটি পানিতে নিয়ে গেলে ফোকাস দূরত্বের কী পরিবর্তন ঘটবে?

৮৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রিজমের প্রতিসারক তলজয় যে রেখায় পরস্পরকে ছেদ করে তাকে প্রতিসারক ধার বা প্রিজমের শীর্ষ বলে।

খ. একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোক রশ্মিকে কোনো লেসের অভিসারী (উত্তল লেসে) গুচ্ছে বা অপসারী (অবতল লেসে) গুচ্ছে পরিণত করার প্রবণতাকে ঐ লেসের ক্ষমতা বলে। অর্থাৎ, কোনো লেসের আলোক রশ্মিকে অভিসরণ বা অপসরণ করার সামর্থ্যকে লেসের ক্ষমতা বলে।

ধরি, একটি লেসের ফোকাস দূরত্ব, $f =$

$$\therefore \text{ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f}$$

অর্থাৎ, লেসের ফোকাস দূরত্বের বিপরীত সংখ্যাকে এর ক্ষমতা বলে।

ক্ষমতার একক ডায়াটার (D), যা প্রকাশ করতে হলে ফোকাস দূরত্ব অবশ্যই মিটারে প্রকাশিত হতে হবে।

উল্লেখ্য যে, উত্তল লেসের ক্ষমতা ধনাত্মক এবং অবতল লেসের ক্ষমতা ঋণাত্মক।

গ. উদ্ধীপক থেকে পাই,

উত্তল লেসের, প্রথম পৃষ্ঠের ক্রতৃতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 12 \text{ cm}$

বিতীয় পৃষ্ঠের ক্রতৃতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -18 \text{ cm}$

বায়ুতে লেসের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_g = \frac{3}{2} = 1.5$

" " ফোকাস দূরত্ব, $f_a = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{f_a} = (n_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f_a} = (1.5 - 1) \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{-18} \right)$$

$$= 0.5 \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{18} \right)$$

$$= 0.5 \left(\frac{3+2}{36} \right)$$

$$= 0.5 \left(\frac{5}{36} \right)$$

$$\therefore f_a = 14.4 \text{ cm}$$

আবার,

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f_a}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} + \frac{1}{60} = \frac{1}{14.4}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{14.4} - \frac{1}{60} = 0.05278$$

$$\therefore v = 18.95 \text{ cm}$$

$$\text{আবার, বিবর্ধন, } |m| = \left| -\frac{v}{u} \right|$$

$$\text{বা, } |m| = \left| -\frac{18.95}{60} \right|$$

বা, $|m| = 0.32 < 1$; লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট

$$\text{আমরা জানি, } m = \frac{l'}{l} = \frac{v}{u} \quad \text{বস্তুর দৈর্ঘ্য, } l = 6 \text{ cm}$$

$$\text{বা, } m = \frac{l'}{l}$$

$$\text{বা, } 0.32 = \frac{l'}{6}$$

$$\therefore l' = 1.92 \text{ cm}$$

বা, বিষ্পের আকার 1.92 cm ।

গ নং হতে প্রাপ্ত বাযুতে লেপটির ফোকাস দূরত্ব $f_o = 14.4 \text{ cm}$ পানিতে নিমজ্জিত কৰলে, লেপটির ফোকাস দূরত্ব, $f_w = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } \frac{1}{f_w} = \left(\frac{\mu_g}{\mu_w} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f_w} = \left(\frac{1.5}{1.33} - 1 \right) \left(\frac{1}{12} - \frac{1}{-18} \right)$$

$$= (1.12782 - 1) \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{18} \right) = 0.12782 \left(\frac{3+2}{36} \right)$$

$$= 0.12782 \left(\frac{5}{36} \right)$$

$$\therefore f_w = 56.33 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{লেপটির ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন হবে} = (56.33 - 14.4) \text{ cm}$$

$$= 41.93 \text{ cm}$$

6.5

শিখনকল : টেলিভিশনের মূলনীতি ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।

প্ৰশ্ন ১০। একটি নভোদূৰীক্ষণ যন্ত্ৰে $+4D$ এবং $+10D$ ক্ষমতাৰ অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্ৰে লেন্স ব্যৱহাৰ কৰা হয়। উভয় লেন্সই সমোক্তল প্ৰকৃতিৰ। লেন্সেৰ উপাদানেৰ প্ৰতিসূচক ১.৫।

- ক. স্পষ্ট দৰ্শনেৰ নিকটতম দূৰত্ব কাকে বলে? ১
- খ. আপতন কোণ 0° বা 90° হলে প্ৰতিসূচক নিৰ্ণয় অসম্ভব— ব্যাখ্যা কৰ। ২
- গ. উদীপকেৰ অভিনেত্ৰে লেন্সেৰ বক্তাৰ ব্যাসাৰ্ধ নিৰ্ণয় কৰ। ৩
- ঘ. উদীপকেৰ নভোদূৰীক্ষণ যন্ত্ৰটিতে উভয় ধৰনেৰ ফোকাসিং এৰ ক্ষেত্ৰে বিবৰণ ও নলেৰ দৈৰ্ঘ্য একই হবে কি না? গাণিতিকভাৱে বিশ্লেষণ কৰ। ৪

৮৯নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক চোখ থেকে সবচেয়ে কম যে দূৰত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুকে বিনা শ্রান্তিতে স্পষ্ট দেখা যায় তাকে স্পষ্ট দৰ্শণেৰ নিকটতম দূৰত্ব বলে।

খ আপতন 0° বা 90° হলে প্ৰতিসূচক নিৰ্ণয় যে অসম্ভব তা নিচে ব্যাখ্যা কৰা হলো—

$$\text{ছেলেৰ সূত্ৰানুযায়ী, } \mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

যেখানে, i = আপতন কোণ এবং r = প্ৰতিসূচণ কোণ

এখন, $i = 0$ হলে

$$\mu = \frac{\sin 0^\circ}{\sin r} = \frac{0}{\sin r} = 0$$

কিন্তু μ এৰ মান কখনো শূন্য হতে পাৰে না।

সুতৰাং, আপতন কোণ 0° হলে প্ৰতিসূচক নিৰ্ণয় অসম্ভব।

আবাৰ আপতন কোণ 90° হলে আপতিত রশ্মি বিভেদ তল যেমে চলে যায় ফলে এৰ প্ৰতিসূচণ ঘটাৰ সুযোগ ধাকে 'না। এজন্য একেতেও প্ৰতিসূচক নিৰ্ণয় কৰা অসম্ভব।

গ উদীপক হতে পাই, লেন্সেৰ উপাদানেৰ প্ৰতিসূচক, $\mu = 1.5$

অভিনেত্ৰে লেন্সেৰ ক্ষমতা, $\frac{1}{f} = 10 \text{ D}$

বক্তাৰ ব্যাসাৰ্ধ, $r = ?$

$$\text{আমৰা জানি, } \frac{1}{f} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r} \right)$$

$$\text{বা, } 10 = (1.5 - 1) \frac{2}{r}$$

$$\text{বা, } r = 0.1 \text{ m} = 10 \text{ cm}$$

∴ অভিনেত্ৰে লেন্সেৰ বক্তাৰ ব্যাসাৰ্ধ 10 cm ।

ঘ এখানে, অভিলক্ষ্যৰ ফোকাস দূৰত্ব, $f_o = \frac{1}{4} D = 0.25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$

অভিনেত্ৰে ফোকাস দূৰত্ব, $f_c = 10 \text{ cm}$

$$\text{অসীমে ফোকাসিং-এৰ ক্ষেত্ৰে বিবৰণ, } m_1 = \frac{f_o}{f_c} = \frac{25 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 2.5$$

$$\text{নিকট ফোকাসিং-এৰ ক্ষেত্ৰে বিবৰণ, } m_2 = \frac{f_o}{f_c} \left(1 + \frac{f_o}{D} \right)$$

$$= \frac{25 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} \left(1 + \frac{10 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} \right)$$

$$= 3.5$$

$$\therefore m_1 \neq m_2$$

উভয়ক্ষেত্ৰে বিবৰণ একই হবে না।

আবাৰ, অসীমে ফোকাসিং-এৰ ক্ষেত্ৰে নলেৰ দৈৰ্ঘ্য,

$$L_1 = f_o + f_c = 25 \text{ cm} + 10 \text{ cm} = 35 \text{ cm}$$

নিকট ফোকাসিং-এৰ ক্ষেত্ৰে নলেৰ দৈৰ্ঘ্য,

$$L_2 = f_o + \frac{D \times f_o}{D + f_c} = 25$$

$$\text{cm} \quad \frac{25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}}{25 \text{ cm} + 10 \text{ cm}} = 42.86 \text{ cm}$$

$$\therefore L_1 \neq L_2$$

∴ উভয়ক্ষেত্ৰে নলেৰ দৈৰ্ঘ্যও একই হবে না।

6.6

শিখনকল : রিফ্ৰেঞ্চ টেলিভিশনেৰ মূলনীতি ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।

প্ৰশ্ন ১১। একটি নভোদূৰীক্ষণ যন্ত্ৰে $+4D$ এবং $+10D$ ক্ষমতাৰ ফোকাস দূৰত্ব যথাক্ৰমে 200 cm ও 5 cm এবং এন্দেৰ মধ্যবৰ্তী সৰ্বোচ্চ দূৰত্ব 25 cm ।

- ক. সৌৱ বৰ্ণালি কাকে বলে? ১
- খ. যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ ফোকাস দূৰত্ব ও উন্মেষ ছোট রাখাৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰ। ২
- গ. স্বাভাৱিক দৰ্শনেৰ ফোকাসিং এৰ ক্ষেত্ৰে বিবৰণ কত হবে? ৩
- ঘ. স্পষ্ট দৰ্শনেৰ নিকট বিন্দুতে 50 g বিৰুদ্ধৰ্বত প্ৰতিবিষ্ঠ পাওয়া সম্ভব কি না তা গাণিতিক বিশ্লেষণেৰ সাহায্যে ব্যাখ্যা কৰ। ৪

৯০নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক সূৰ্য থেকে আগত আলোকে বিশ্লেষণ কৰা হলে যে বৰ্ণালি পাওয়া যায় তাকে সৌৱ বৰ্ণালি বলে।

খ যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ ফোকাস দূৰত্ব (f_o) ও উন্মেষ (m) ছোট রাখাৰ কাৰণ :

১. m এৰ মান কমিয়ে m এৰ মান বাঢ়ানো যায়। সুতৰাং বেশি বিবৰণ পাওয়াৰ জন্য যন্ত্ৰ উন্মেষেৰ অভিলক্ষ্য ব্যৱহাৰ কৰা হয়।
২. f_o এৰ মান কমিয়ে m এৰ মান বাঢ়ানো যায়। তাই বিবৰণেৰ মান বেশি পেতে কম ফোকাস দূৰত্বেৰ অভিনেত্ৰে ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

গ গ্ৰীনিচ মানমন্দিৰ প্ৰথিবীৰ একটি বড় এবং গুৰুত্বপূৰ্ণ মানমন্দিৰ। এ মানমন্দিৰে দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰ হিসেবে প্ৰতিফলক দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰ ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

মনে কৰি, প্ৰতিফলক দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ বিবৰণ m

উদীপক হতে, অভিলক্ষ্যৰ ফোকাস দূৰত্ব, $f_o = 200 \text{ cm}$

অভিনেত্ৰেৰ ফোকাস দূৰত্ব, $f_c = 5 \text{ cm}$

স্পষ্ট দৃষ্টিৰ ন্যূনতম দূৰত্ব, $D = 25 \text{ cm}$

$$\text{আমৰা জানি, বিবৰণ, } m = \frac{f_o}{f_c} \left(1 + \frac{f_o}{D} \right)$$

$$\text{বা, } m = \frac{200 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} \left(1 + \frac{5 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} \right)$$

$$\therefore m = 48$$

সুতৰাং, স্পষ্ট দৰ্শনেৰ ক্ষেত্ৰে প্ৰতিফলক যন্ত্ৰটিৰ বিবৰণ 48।

ম) ৫০ গুণ বিবর্ধন পেতে হলে ২টি উপায় অবলম্বন করা যায়। অর্থাৎ হয় অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব বাড়াতে হবে অথবা, অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব কমাতে হবে।

নিচে অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব বাড়িয়ে কাঞ্চিত বিবর্ধন পাওয়ার উপায় গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো—

প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্রটি হতে ৫০ গুণ বিবর্ধন হতে হলে—

ধরি, পরিবর্তিত অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব f_o'

উচ্চাপক হতে, অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_c = 5 \text{ cm}$

স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব, $D = 25 \text{ cm}$

$$\text{আমরা জানি, বিবর্ধন, } m = \frac{f_o'}{f_c} \left(1 + \frac{f_c}{D} \right)$$

$$\text{বা, } 50 = \frac{f_o'}{5 \text{ cm}} \left(1 + \frac{5 \text{ cm}}{25 \text{ cm}} \right)$$

$$\therefore f_o' = 208.33 \text{ cm}$$

∴ ৫০ গুণ বিবর্ধন পাওয়ার জন্য যন্ত্রটির অভিলক্ষ্যের পরিবর্তিত ফোকাস দূরত্ব হবে 208.33 cm।

6.7

শিখনফল : প্রিজমে আলোর প্রতিসরণ ও বিচ্ছুরণ ব্যাখ্যা করতে পারব।

মানবীয় বায়ু সাপেক্ষে সমবাহু প্রিজমের উপাদানের, পানির এবং ইথাইল অ্যাকোহলের প্রতিসরাংক যথাক্রমে $\sqrt{2}$, 1.33 ও 1.35। প্রিজমের ১ম প্রতিসরণ তলে আলোক রশ্মি 45° কোণে আপত্তি হলো।

- (ক) ন্যূনতম বিচুতি কাকে বলে? ১
- (খ) লেখচিত্র একে ন্যূনতম বিচুতির সাথে আপতন কোণের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২
- (গ) দেখাও যে, রশ্মিটি ন্যূনতম বিচুতিতে নির্গত হয়। ৩
- (ঘ) প্রিজমটি পানি ও ইথাইল অ্যালকোহল মাধ্যমে নিমজ্জিত করলে ন্যূনতম বিচুতি 'পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

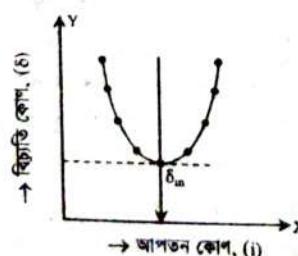
১১মং প্রশ্নের উত্তর

ক) প্রিজমে আপত্তি আলোর ক্ষেত্রে আপত্তি রশ্মি ও নির্গত রশ্মির মধ্যবর্তী কোণ হচ্ছে বিচুতি কোণ। এই বিচুতি কোণের সর্বনিম্ন মানকে ন্যূনতম বিচুতি কোণ বা ন্যূনতম বিচুতি বলে।

খ) ন্যূনতম বিচুতির সাথে আপতন

কোণের সম্পর্ক চিত্র নিম্নরূপ:

একটি নির্দিষ্ট প্রিজমের ক্ষেত্রে, প্রিজম কোণ A ধৰ এবং i_1, i_2 -এর উপর নির্ভরশীল। কাজেই বিচুতি কোণ δ আপতন কোণ i -এর উপর নির্ভরশীল।



উপরোক্ত চিত্র হতে দেখা যায়, আপতন কোণের বৃদ্ধির সাথে সাথে বিচুতি কোণের মান কমতে থাকে। কিন্তু আপতন কোণের মান একটি নির্দিষ্ট মানে পৌছার পরে বিচুতি কোণের মান আবার বাড়তে থাকে। আপতন কোণ যে মানে পৌছার পর বিচুতি কোণের মান আবার বাড়তে থাকে তা অবস্থার বিচুতি কোণ সর্বনিম্ন হয় এবং একে ন্যূনতম বিচুতি কোণ বলে। ন্যূনতম বিচুতির ক্ষেত্রে, $i_1 = i_2$ এবং $\delta = \delta_m$ ।

$$\text{এক্ষেত্রে, } i_1 = \frac{\delta_m + A}{2}.$$

ম) এখানে, $A = 60^\circ$; $\mu = \sqrt{2}$; $i_1 = 45^\circ$
আমরা জানি,

$$\sqrt{2} = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\text{বা, } \sin r_1 = \frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } r_1 = 30^\circ$$

$$\therefore r_2 = A - r_1 = 60^\circ - 30^\circ = 30^\circ$$

$$\text{আবার, } \mu = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

$$\text{বা, } \sqrt{2} = \frac{\sin i_2}{\sin 30^\circ}$$

$$\text{বা, } \sin i_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{বা, } i_2 = 45^\circ$$

যেহেতু, $i_1 = i_2$ সে রশ্মিটি ন্যূনতম বিচুতিতে নির্গত হয়।

গ) পানি মাধ্যমে, $w\mu_g = \frac{\sqrt{2}}{1.33} = 1.063$

$$\therefore 1.063 = \frac{\sin \frac{\delta_{mw} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\text{বা, } \sin \frac{\delta_{mw} + A}{2} = 1.063 \times \sin 30^\circ$$

$$\text{বা, } \frac{\delta_{mw} + A}{2} = 32.107^\circ$$

$$\text{বা, } \delta_{mw} = 64.214 - A$$

$$\therefore \delta_{mw} = 4.214^\circ$$

∴ পানি মাধ্যমে ন্যূনতম বিচুতি কোণ 4.214° ।

অ্যালকোহলে :

$$w\mu_g = \frac{\sqrt{2}}{1.35}$$

$$\text{বা, } w\mu_g = 1.048$$

$$\text{বা, } \frac{\sin \frac{\delta_{ma} + A}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = 1.048$$

$$\text{বা, } \sin \frac{\delta_{ma} + A}{2} = 1.048 \times \sin \left(\frac{60^\circ}{2} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{\delta_{ma} + A}{2} = 31.58^\circ$$

$$\text{বা, } \delta_{ma} = 63.16^\circ - 60^\circ$$

$$\therefore \delta_{ma} = 3.16^\circ$$

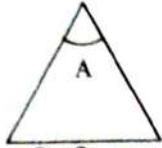
∴ অ্যালকোহল মাধ্যমে ন্যূনতম বিচুতি কোণ 3.16°

$$\therefore \delta_{mw} \neq \delta_{ma}$$

অতএব, প্রিজমটি পানি ও ইথাইল অ্যালকোহল মাধ্যমে নিমজ্জিত করলে ন্যূনতম বিচুতির পরিবর্তন হবে।



প্রশ্ন ১২



প্রিজমের ন্যূনতম বিচৃতি কোণ 37° এবং কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.5।

- ক. হাইগেনের নীতি বিবৃত কর। ১
 খ. ভোল্টমিটারের পালা 10 গুণ বাড়াতে হলে কি করতে
 হবে? ২
 গ. প্রিজম কোণ কত? ৩
 ঘ. উচ্চ প্রিজমে ১ম পৃষ্ঠে কত কোণে আলো আপত্তি হলে
 ২য় পৃষ্ঠে নির্গমন কোণ 90° হবে? ৪

[ভিকারুননিসা নূন কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. হাইগেনের নীতিটি হলো— কোনো মুহূর্তে কোনো তরঙ্গামুখের উপর অবস্থিত সরবিন্দুই গৌণ তরঙ্গের বা অণু তরঙ্গের নতুন উৎস হিসেবে কাজ করে এবং একটি নির্দিষ্ট সময় পরে এ গৌণ তরঙ্গগুলোর স্পর্শস্থল তরঙ্গামুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

খ. ভোল্টমিটারের পালা বৃদ্ধির ক্ষেত্রে আমরা জানি, $S = (n - 1) R$ রোধকে ভোল্ট মিটারের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করতে হয় যাতে nV ভোল্ট বিভবের V ভোল্টমিটারের মধ্যে পতন হয় এবং বাকি $(n - 1)V$ ভোল্ট শ্রেণিতে যুক্ত রোধের পতন হয়। অতএব, ভোল্টমিটারের পালা 10 গুণ বাড়াতে $(10 - 1)V = 9V$ মানের রোধকে ভোল্টমিটারের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করতে হবে, যেখানে R ভোল্টমিটারের রোধ।

গ. প্রিজমের প্রিজম কোণ, A হলে, প্রিজমের প্রতিসরণাঙ্ক,

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

$$\text{বা, } \mu = \sin \frac{\delta_m}{2} \cot \frac{A}{2} + \cos \frac{\delta_m}{2}$$

$$\text{বা, } \sin \frac{\delta_m}{2} \cot \frac{A}{2} = \mu - \cos \frac{\delta_m}{2}$$

$$\text{বা, } \cot \frac{A}{2} = \frac{\mu - \cos \frac{\delta_m}{2}}{\sin \frac{\delta_m}{2}}$$

$$\therefore A = 2 \cot^{-1} \left(\frac{\mu - \cos \frac{\delta_m}{2}}{\sin \frac{\delta_m}{2}} \right)$$

এখানে, ন্যূনতম বিচৃতি কোণ, $\delta_m = 37^\circ$

কাচের প্রতিসরণাঙ্ক,

$$\mu = 1.5$$

$$\therefore A = 2 \cot^{-1} \left[\frac{1.5 - \cos \left(\frac{37^\circ}{2} \right)}{\sin \left(\frac{37^\circ}{2} \right)} \right] = 60^\circ$$

অতএব, প্রিজম কোণ 60°

ঘ. 'গ' হতে পাই, প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

২য় পৃষ্ঠে নির্গমন কোণ, $i_2 = 90^\circ$

প্রিজমের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = 1.5$

আমরা জানি,

$$\mu = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

$$\text{বা, } \sin r_2 = \frac{\sin i_2}{\mu}$$

$$\text{বা, } \sin r_2 = \frac{\sin 90^\circ}{1.5}$$

$$\text{বা, } r_2 = 41.8^\circ$$

$$\text{আবার, } A = r_1 + r_2$$

$$\text{বা, } r_1 = A - r_2 = 60^\circ - 41.8^\circ$$

$$\therefore r_1 = 18.2^\circ$$

$$\text{এখন, } \mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\text{বা, } \sin i_1 = \mu \sin r_1$$

$$\text{বা, } \sin i_1 = 1.5 \times \sin 18.2^\circ$$

$$\text{বা, } i_1 = 27.94^\circ$$

অতএব, উদ্দিপকের প্রিজমে ১ম পৃষ্ঠে 27.94° কোণে আলো আপত্তি হলে ২য় পৃষ্ঠে নির্গমন কোণ 90° হবে।

প্রশ্ন ১৩। সুমনা ল্যাবে একটি প্লাইড পর্যবেক্ষণে একটি যন্ত্র ব্যবহার করে যার লেপস্বয়ের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 15 cm এবং 20 cm। সে প্লাইডটি দেখার জন্য লেপস্বয় এমনভাবে নিয়ন্ত্রিত করে যেখানে চোখের নিকট বিন্দুতে বস্তুর 5 গুণ আকারের বিষ সৃষ্টি হয়। উল্লেখ্য যে, প্লাইডটি অভিলক্ষ্য লেপস্টির 25 cm সামনে অবস্থিত।

ক. ফার্মাটের নীতিটি লিখ। ১

খ. মরুভূমিতে ত্রুট্য পথিক প্রতিরিত হয় কেন? ২

গ. উচ্চ যন্ত্রে ব্যবহৃত লেপস্বয়ের তুল্য ক্ষমতা কত হবে? ৩

ঘ. সুমনা কর্তৃক পর্যবেক্ষণটির সত্যতা যাচাই কর। ৪

[সামসূল হক খান কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ফার্মাটের নীতিটি হলো— একটি নির্দিষ্ট বিন্দু হতে অপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে পরিষ্কারভাবে আলোক রশ্মি এমন একটি পথ অনুসরণ করে যা অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য পথের তুলনায় হয় সর্বনিম্ন বা অবম নতুবা সর্বোচ্চ বা চৱম অথবা অপরিবর্তিত তথ্য স্থির থাকে।

খ. মরুভূমিতে মরুচিকা সৃষ্টির ফলে দৃষ্টিভ্রম হয় যার ফলে ত্রুট্য পথিক প্রতিরিত হয়।

আলো ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে যাওয়ার সময় অভিলক্ষ্য থেকে দূরে সরে যায়। মরুভূমির উত্তপ্ত বালুর কারণে ভূগূঢ়ের দিকে বায়ু ক্রমাগতে হালকা হয়ে আসে। ফলে আলো ঘন বায়ু থেকে হালকা বায়ুস্থরে প্রবেশের সময় প্রতিসরণ কোণ বাড়তে বাড়তে এক সময় আপত্তি কোণের চেয়ে বড় হয়। ফলে আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন সৃষ্টি হয় এবং বালিতে প্রতিবিষ্ফে দেখা যায়। এর ফলে দৃষ্টিভ্রম হয় ও ত্রুট্য পথিক দূরে পানি আছে বলে মনে করে।

গ. অভিলক্ষ্য লেন্সের ফোকাস দূরত্ত, $f_0 = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$

অভিনেত্র লেন্সের ফোকাস দূরত্ত, $f_e = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

$$\text{অভিলক্ষ্যের ক্ষমতা, } P_0 = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{0.15} = + 6.67 \text{ D}$$

$$\text{অভিনেত্রের ক্ষমতা, } P_e = \frac{1}{f_e} = \frac{1}{0.2} = + 5 \text{ D}$$

$$\text{তুল্য ক্ষমতা, } P = P_0 + P_e = (6.67 + 5) \text{ D} = 11.67 \text{ D}$$

ঘ. আমরা জানি,

$$\frac{1}{v_0} + \frac{1}{u_0} = \frac{1}{f_0}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_0} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{u_0}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_0} = \frac{1}{15} - \frac{1}{25}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_0} = \frac{5-3}{75}$$

$$\text{বা, } v_0 = \frac{75}{2} = 37.5 \text{ cm.}$$

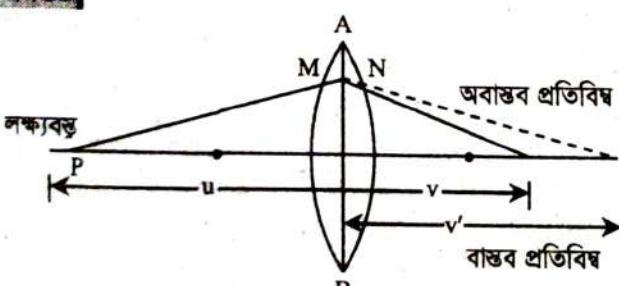
আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{বিবর্ধন, } M &= -\frac{v_0}{u_0} \left(1 + \frac{D}{f_e}\right) \\ &= -\frac{37.5}{25} \left(1 + \frac{25}{20}\right) \\ &= -3.375 \end{aligned}$$

$$|M| = |-3.375| = 3.375$$

সুতরাং সুমনার পর্যবেক্ষণটি ভুল।

প্রয়োগ



উদ্ধীপকের চিত্রে বায়ু মাধ্যমে স্থাপিত লেন্সের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 12 cm ও 18 cm। বায়ু সাপেক্ষে পানি ও কাচের প্রতিসরাঙ্গক যথাক্রমে $\frac{4}{3}$ ও $\frac{3}{2}$ । লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ত 30 cm।

ক. ফার্মাটের নীতি কী?

১

খ. উত্তল লেন্সে বাস্তব ও অবাস্তব উভয় প্রতিবিহু পাওয়া যায় ব্যাখ্যা কর।

২

গ. বাস্তব প্রতিবিহুর দূরত্ত কত?

৩

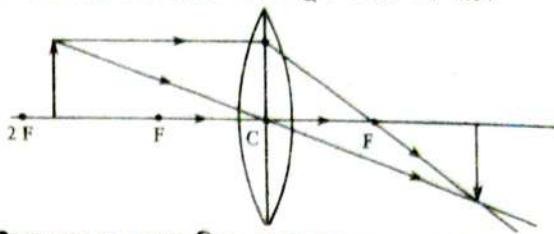
ঘ. বস্তুকে অসীমে বিবেচনা করে লেন্সটিকে পানিতে ঢুবালে লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় করা সম্ভব কিনা মতামত দাও।

৪ [রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী]

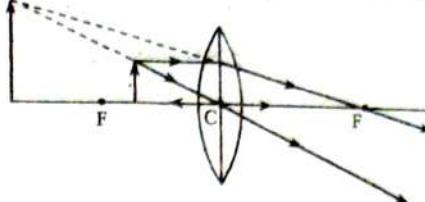
১৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ফার্মাটের নীতিটি হলো— একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে পরিভ্রমণকালে আলোক রশ্মি এমন একটি পথ অনুসরণ করে যা অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য পথের তুলনায় হয় সর্বনিম্ন বা অবস্থ নতুনা সর্বোচ্চ বা চৱম অথবা অপরিবর্তিত তথ্য দ্বির ধাকে।

- খ. উত্তল লেন্স বাস্তব ও অবাস্তব উভয় প্রতিবিহু গঠন করে।
গ. উত্তল লেন্সে বাস্তব বিষ: যখন বস্তু F ও 2F এর মাঝে



- ঘ. উত্তল লেন্সে অবাস্তব বিষ: যখন বস্তু F ও C এর মাঝে



সুতরাং উত্তল লেন্স বাস্তব এবং অবাস্তব প্রতিবিহু গঠন করে।

- ক. এখানে, লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ত, $u = 30 \text{ cm} = 0.30 \text{ m}$
প্রথম পৃষ্ঠের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = + 12 \text{ cm} = 0.12 \text{ m}$
২য় " " " $r_2 = - 18 \text{ cm} = - 0.18 \text{ m}$

লেন্সের উপাদানের প্রতিসারণাঙ্গক, $\mu_g = \frac{3}{2}$

বাস্তব বিষের দূরত্ত, $v = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \left(\frac{\mu_g}{\mu_a} - 1\right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{0.30} + \frac{1}{v} = \left(\frac{3}{2} - 1\right) \left(\frac{1}{0.12} + \frac{1}{0.18}\right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{0.30} + \frac{1}{v} = 0.5 \times 13.88$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = 6.94 - 3.33$$

$$\text{বা, } v = 0.277 \text{ m}$$

$$\therefore v = 27.7 \text{ cm}$$

নির্ণেয় বাস্তব প্রতিবিহুর দূরত্ত 27.7 cm.

- ঘ. আমরা জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = (w\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{\infty} + \frac{1}{v} = \left(\frac{w\mu_g}{w\mu_w} - 1\right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \left(\frac{3}{4} - 1\right) \left(\frac{1}{0.12} + \frac{1}{0.18}\right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \left(\frac{3}{2} \times \frac{3}{4} - 1\right) \times 13.88$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \left(\frac{9}{8} - 1\right) \times 13.88$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = 1.735$$

$$\therefore v = 0.576 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{0.576} + \frac{1}{\infty}$$

$$\therefore f = 0.576 \text{ m}$$

$$\therefore \text{লেন্সের ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.576} = + 1.735 \text{ D}$$

বস্তুকে অসীমে বিবেচনা করে লেন্সটিকে পানিতে ঢুবালে লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় করা সম্ভব এবং তার মান + 1.735 D.

প্রয়োগ ১৫ 30 cm ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট দুটি সম-অবতল লেন্স পরস্পরকে স্পর্শ করে আছে, লেন্স ২টির মধ্যস্থান 1.05 প্রতিসরাঙ্কের তরল ছাঁড়া পূর্ণ। লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক 1.50

ক. আলোক কেন্দ্র কাকে বলে?

১

খ. $b\mu_c = \frac{a\mu_c}{a\mu_b}$ ব্যাখ্যা কর।

২

গ. বিচ্ছিন্নভাবে একটি অবতল লেন্সকে 1.75 প্রতিসরাঙ্কের মাধ্যমের মধ্যে রাখলে ফোকাস দূরত্ব কত হবে?

৩

ঘ. লেন্স সংযোজনের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় সম্বন্ধে গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

৪

[সরকারি মজিদ মেমোরিয়াল সিটি কলেজ, খুলনা]

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. লেন্সের প্রধান অক্ষের উপরস্থ যে বিন্দুর মধ্যদিয়ে আলোকরশ্মি গেলে প্রতিসরণের ফলে এর দিকের কোনো পরিবর্তন হয় না সেই বিন্দুকে আলোক কেন্দ্র বলে।

খ. তিনটি মাধ্যম a, b ও c এবং যাদের প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে $a\mu_a$, $a\mu_b$ এবং $a\mu_c$

$$\therefore a\mu_b = \frac{\sin i}{\sin r_1}$$

$$\therefore b\mu_c = \frac{\sin r_1}{\sin r_2}$$

$$\text{এবং } c\mu_a = \frac{\sin r_2}{\sin i}$$

$$\therefore a\mu_b \times b\mu_c \times c\mu_a = \frac{\sin i}{\sin r_1} \times \frac{\sin r_1}{\sin r_2} \times \frac{\sin r_2}{\sin i} = 1$$

বা, $b\mu_c = \frac{1}{a\mu_b \times c\mu_a}$

$$\therefore b\mu_c = \frac{a\mu_a}{a\mu_b} \quad \therefore a\mu_c = \frac{1}{c\mu_a}$$

গ. লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_g = 1.50$

যে মাধ্যমে রাখা হয় সেই মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_m = 1.75$

বায়ুতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f_1 = -30 \text{ cm}$

$$\therefore \text{বায়ু মাধ্যমের ক্ষেত্রে, } \frac{1}{f_1} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \text{(i)}$$

$$\text{অন্য মাধ্যমে রাখলে, } \frac{1}{f_2} = (\mu_m - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots \text{(ii)}$$

(i) \div (ii) হতে পাই,

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{(\mu_g - 1)}{(\mu_m - 1)} = \frac{\mu_g - 1}{\mu_m - 1} = \frac{(1.50 - 1)}{(1.75 - 1)} = \frac{0.5}{(0.857 - 1)}$$

$$f_2 = (-30) (-3.5) = 105 \text{ cm}$$

ঘ. বস্তুত এখানে তিনটি লেন্সের সংযোগ হচ্ছে। দুটি সম-অবতল লেন্সের মাঝখানের তরলাটি ছি-উত্তল লেন্সের ন্যায় আচরণ করছে। এখানে এই তরল লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ ১.

সম-অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{f_1} &= (\mu - 1) \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r} \right) \\ &= (1.5 - 1) \left(\frac{-2}{r} \right) \\ &= -\frac{1}{2} \times \frac{2}{r} = -\frac{1}{r} \\ \therefore f_1 &= -r \end{aligned}$$



তরল লেন্সের ক্ষেত্রে,

$$\frac{1}{f'} = (\mu' - 1) \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r} \right) = (1.005 - 1) \left(\frac{2}{r} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f'} = \frac{0.005}{f_1}$$

$$\text{বা, } f' = \frac{f_1}{0.005}$$

তুল্য লেন্সের ফোকাস দূরত্ব F হলে,

$$\therefore \frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f'} + \frac{1}{f_1}$$

$$= \frac{2}{f_1} + \frac{0.005}{f_1}$$

$$= \frac{1}{f_1} (2 + 0.005) = -\frac{1}{30} (2.005)$$

$$\therefore F = -14.96 \text{ cm}$$

সূতরাং লেন্স সংযোজনের ফোকাস দূরত্ব -14.96 cm

এখানে,
 $f_1 = -30 \text{ cm}$

প্রয়োগ ১৬ "Optical Vission Company" + 7D এবং -3D ক্রমত সম্পন্ন দুটি লেন্সকে সমন্বয় করে একটি নতুন লেন্স বাজারজাত করল। তাঁরা পর্যবেক্ষণ করলেন যে, নতুন বাজারকৃত লেন্সটি বাস্তব ও অবাস্তব উভয় ধরনের বিষ্ব সৃষ্টি করতে পারে।

ক. তরঙ্গামুখ কাকে বলে?

খ. আলোর মুখ্য ফোকাস ও গৌণ ফোকাসের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

গ. উদ্ধীপকে বর্ণিত নতুন লেন্স হতে কত দূরে বস্তু রাখলে অর্ধেক আকারের বিষ্ব সৃষ্টি হবে?

ঘ. নতুন লেন্স হতে বস্তুর অবস্থান কীরূপ পরিবর্তন করলে

দ্বিগুণ আকারের বাস্তব বিষ্ব সৃষ্টি হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

[সিলেট সরকারি মহিলা কলেজ, সিলেট]

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা সম্পন্ন কণাগুলোর সঞ্চারপথকে তরঙ্গামুখ বলে।

খ. আলোর মুখ্য ও গৌণ ফোকাসের পার্থক্য নিম্নরূপ :

মুখ্য ফোকাস	গৌণ ফোকাস
১. লেন্সের প্রধান অক্ষের সাথে সামান্য আনন্দ সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের যে বিন্দুতে মিলিত হয় তাকে মুখ্য ফোকাস বলে।	১. প্রধান অক্ষের সাথে সামান্য আনন্দ সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ লেন্সে অপত্তি হয়ে প্রতিসরণের পর ফোকাস তলে যে বিন্দুতে মিলিত হয় তাকে গৌণ ফোকাস।
২. একটি লেন্সে একটিই হয়।	২. একই লেন্সে একাধিক হতে পারে।

গ. এখানে, $|M| = \frac{1}{2}$

$$\text{বা, } \frac{v}{u} = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } v = \frac{u}{2}$$

আমরা জানি, বিষ্ব বাস্তব হলে, $(v = \frac{u}{2})$

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u} + \frac{2}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{2+1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } u = 3f = 3 \times 0.25 = 0.75 \text{ m}$$

অতএব, লেন্স হতে 0.75 m দূরে বস্তু রাখতে হবে।

১) লেস দুটির ক্ষমতা যথাক্রমে P_1 এবং P_2 হলে,

$$P_1 = +7D$$

$$P_2 = -3D$$

এবং তুল্য লেসের ক্ষমতা P হলে, $P = P_1 + P_2 = 4D$

$$\therefore f = \frac{1}{P} = \frac{1}{4} = 0.25$$

দেওয়া আছে, $M = 2$

$$\text{বা, } |M| = \frac{v}{u'}$$

$$\text{বা, } \frac{v}{u'} = 2 \text{ বা, } v = 2u'$$

$$u' = ?$$

আমরা জানি, বিষ বাস্তব হলে, $\frac{1}{u'} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

$$\text{বা, } \frac{1}{u'} + \frac{1}{2u'} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } u' = \frac{3f}{2} = \frac{3 \times 0.25}{2}$$

$$= 0.375 \text{ m}$$

অর্থাৎ বিগুণ আকারের বাস্তব বিষ পেতে বস্তুকে $u - u' = (0.75 - 0.375) \text{ m} = 0.375 \text{ m}$ সামনে আসতে হবে।



একাধিক অধ্যায়ের সময়মে প্রযীত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

শ্রীয় শিক্ষার্থী, ইচ্চেডসি পরীক্ষায় সৃজনশীল প্রশ্ন সাধারণত একাধিক অধ্যায়ের সময়মে এসে থাকে। তোমরা যাতে পরীক্ষার জন্য এ ধরনের প্রশ্ন সম্পর্কে পূর্ব প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পার, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়ের সাথে সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের সময়মে প্রযীত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর নিচে দেওয়া হলো।

প্রশ্ন ১ ০.৮ m বাহুবিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি কৌণিক বিন্দু A, B ও C। ত্রিভুজের A ও B কৌণিক বিন্দুতে $+2C$ এবং $-2C$ চার্জ স্থাপন করা হলো।

ক. কৌণিক বিবর্ধন কাকে বলে?

১

খ. পৃথিবীর বিভবকে শূন্য ধরা হয় কেন?

২

গ. C বিন্দুতে প্রাবল্যের মান ও দিক নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্ধীপকের ত্রিভুজটি $\sqrt{2}$ প্রতিসরণাঙ্কবিশিষ্ট হলে ন্যূনতম

বিচুতি কোণ 30° হবে— উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর।

৪

[অধ্যায় ৬ ও ২-এর সময়মে প্রযীত]

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক) চোখের নিকট বিন্দুতে অবস্থিত প্রতিবিষ্পন ও লক্ষ্যবস্তু চোখে যে দৃষ্টিকোণ উৎপন্ন করে তাদের অনুপাতকে কৌণিক বিবর্ধন বলে।

খ) পৃথিবী একটি তড়িৎ পরিবাহক। ধনাত্মকভাবে আহিত বস্তুকে তড়িৎ সংযুক্ত করলে পৃথিবী থেকে ইলেক্ট্রন এসে বস্তুকে নিষ্ঠিত করে। আর ঝণাত্মকভাবে আহিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে সংযুক্ত করলে বস্তু থেকে ইলেক্ট্রন ডুমিতে প্রবাহিত হয়, ফলে বস্তুটি নিষ্ঠিত হয়। পৃথিবী এতো বিরাট যে, এতে আধান যোগ-বিয়োগ করলে এর বিভবের পরিবর্তন হয় না। পৃথিবী প্রতিনিয়ত বিভিন্ন বস্তু থেকে আধান গ্রহণ করে আবার সাথে সাথে অন্য বস্তুকে আধান সরবরাহও করে। ফলে এর আধানের কোনো পরিবর্তন হয় না। আধানের পরিবর্তন না হওয়ায় বিভবেরও কোনো পরিবর্তন হয় না। এজন্যই পৃথিবীর বিভবকে শূন্য ধরা হয়।

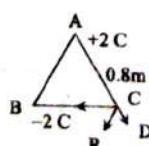
গ) ধরি, C বিন্দুতে প্রাবল্যের মান R

উদ্ধীপক হতে,

$$A \text{ বিন্দুতে চার্জ, } q = +2C$$

$$B \text{ বিন্দুতে চার্জ, } q = -2C$$

$$\text{প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য, } r = 0.8 \text{ m}$$



A বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে ACD এর দিকে প্রাবল্য E₁ হলে,

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{q}{r}$$

$$\text{বা, } E_1 = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{2 \text{ C}}{(0.8 \text{ m})^2}$$

$$\therefore E_1 = 28.125 \times 10^9 \text{ N C}^{-1}$$

আবার, B বিন্দুর চার্জের জন্য C বিন্দুতে CB এর দিকে প্রাবল্য E₂ হলে, $E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} \frac{q}{r}$

$$\text{বা, } E_2 = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{2 \text{ C}}{(0.8 \text{ m})^2}$$

$$\therefore E_2 = 28.125 \times 10^9 \text{ N C}^{-1}$$

প্রাবল্য দুটির মান নম্বার বলে C বিন্দুতে এদের লক্ষ্য প্রাবল্য $\angle BCD$ -কে সমন্বিত করবে। কিন্তু $\angle BCD = 120^\circ$ ।

$\therefore C$ বিন্দুতে লক্ষ্য প্রাবল্য AB এর সমান্তরাল হবে।

আবার, লক্ষ্য প্রাবল্য,

$$R = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos \alpha}$$

$$\text{বা, } R = \sqrt{(28.125 \times 10^9 \text{ N C}^{-1})^2 + (28.125 \times 10^9 \text{ N C}^{-1})^2 + 2 \times 28.125 \times 10^9 \text{ N C}^{-1} \times 28.125 \times 10^9 \text{ N C}^{-1} \times \cos 120^\circ}$$

$$\text{বা, } R = \sqrt{791.015 \times 10^{18} \text{ N}^2 \text{ C}^{-2} + 791.015 \times 10^{18} \text{ N}^2 \text{ C}^{-2} + 1582.03 \times 10^{18} \left(-\frac{1}{2}\right) \text{ N}^2 \text{ C}^{-2}}$$

$$\text{বা, } R = \sqrt{791.015 \times 10^{18} \text{ N}^2 \text{ C}^{-2}}$$

$$\therefore R = 28.125 \times 10^9 \text{ N C}^{-1}$$

সুতরাং, C বিন্দুতে প্রাবল্যের মান $28.125 \times 10^9 \text{ N C}^{-1}$ ।

ঘ) উদ্ধীপকের ত্রিভুজটি অর্ধাং সমবাহু ত্রিভুজটি $\sqrt{2}$ প্রতিসরণাঙ্ক বিশিষ্ট প্রিজম হলে ন্যূনতম বিচুতি কোণ 30° হবে। উক্তিটির যথার্থতা নিচে যাচাই করা হলো—

ধরি, প্রিজমটির ন্যূনতম বিচুতি কোণ δ_m

উদ্ধীপক হতে, প্রিজমটি সমবাহু বলে এর প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu = \sqrt{2}$

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

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin \frac{A}{2}}{\sin \frac{\delta_m}{2}}$$

$$\text{বা, } \sqrt{2} = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}} \text{ বা, } 1.4142 = \frac{\sin \left(30^\circ + \frac{\delta_m}{2}\right)}{\sin 30^\circ}$$

$$\text{বা, } \sin \left(30^\circ + \frac{\delta_m}{2}\right) = 1.4142 \times \sin 30^\circ$$

$$\text{বা, } \sin \left(30^\circ + \frac{\delta_m}{2}\right) = 1.4142 \times 0.5$$

$$\text{বা, } \sin \left(30^\circ + \frac{\delta_m}{2}\right) = 0.707 \text{ বা, } 30^\circ + \frac{\delta_m}{2} = \sin^{-1}(0.707)$$

$$\text{বা, } 30^\circ + \frac{\delta_m}{2} = 45^\circ \text{ বা, } \frac{\delta_m}{2} = 45^\circ - 30^\circ = 15^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 30^\circ$$

সুতরাং, প্রিজমটির ন্যূনতম বিচুতি কোণ 30°

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় উক্তিটি যথার্থ।



১০০% কমন উপযোগী জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

কমন উপযোগী জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। কৌণিক বিবর্ধন কাকে বলে? [ঢ. বো. '১৮; রা. বো. '১৫;
সি. বো. '১৮; দি. বো. '১৮] [সেলু-৩; আমির-৩; প্রামাণিক-২২; তপন-৪৭]

উত্তর : বিষ ছারা সৃষ্টি দৃষ্টিকোণ ও বস্তু ছারা সৃষ্টি দৃষ্টিকোণের
অনুপাতই কৌণিক বিবর্ধন।

প্রশ্ন ২। পরম প্রতিসরাঙ্গক কী? [ঢ. বো. '১৯] [সেলু-১১; প্রামাণিক-৫]

উত্তর : আলোক রশ্মি শূন্য মাধ্যম থেকে অন্য কোনো মাধ্যমে
তীর্যকভাবে প্রবেশ করলে নিদিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য আপতন
কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত হলো শূন্য
মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের পরম প্রতিসরাঙ্গক।

প্রশ্ন ৩। আপেক্ষিক প্রতিসরাঙ্গক কী? [সেলু-৭; প্রামাণিক-৬]

উত্তর : আলোকরশ্মি এক স্বচ্ছ মাধ্যমে থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে
প্রতিসৃত হলো আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের
অনুপাতকে প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের আপেক্ষিক
প্রতিসরণাঙ্গক বলে।

প্রশ্ন ৪। প্রিজম কোণ কী? [দি. বো. '১৯] [সেলু-৪৫]

উত্তর : প্রতিসারক তলায় যে কোণে পরম্পরাকে ছেদ করে তাকে
প্রিজম কোণ বলে।

প্রশ্ন ৫। উন্মেষ কী? [সেলু-২০; প্রামাণিক-২৪]

উত্তর : লেসের প্রধান ছেদের প্রান্তবয় বক্রতার কেন্দ্রে যে কোণ সৃষ্টি
করে তাকে লেসের উন্মেষ বলে।

প্রশ্ন ৬। লেসের বক্রতার কেন্দ্র কাকে বলে? [সেলু-২১; প্রামাণিক-১৫; তপন-৩৪(ক)]

উত্তর : লেসের কোনো পৃষ্ঠা যে গোলকের অংশ সেই গোলকের
কেন্দ্রকে লেসের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র বলে।

প্রশ্ন ৭। ফোকাস তল কাকে বলে? [সেলু-২৫; প্রামাণিক-১৪]

উত্তর : কোনো লেসের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে প্রধান অক্ষের
উল্লম্ব যে সমতল কল্পনা করা যায় তাকে ফোকাস তল বলে।

প্রশ্ন ৮। মেরুবিন্দু কী? [সেলু-২৬; প্রামাণিক-১৩]

উত্তর : গোলীয় দর্পণের প্রতিফলক তলের মধ্যবিন্দুই দর্পণের মেরুবিন্দু।

প্রশ্ন ৯। বক্রতার ব্যাসার্ধ কী? [সেলু-২৮; প্রামাণিক-১২; তপন-৩৪(খ)]

উত্তর : লেসের কোনো পৃষ্ঠা যে গোলকের অংশ সেই গোলকের
ব্যাসার্ধকে লেসের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে। লেসে দুটি
বক্রতার ব্যাসার্ধ থাকে। এদেরকে r_1 এবং r_2 দ্বারা সূচিত করা হয়।

প্রশ্ন ১০। প্রধান ফোকাস কী? [সেলু-২৭; প্রামাণিক-২; তপন-৩৪ (ঘ); তফাজ্জল-৩]

উত্তর : গোলীয় দর্পণে আপত্তি প্রধান অক্ষের নিকটবর্তী সমাতরাল
রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয়
বা যে বিন্দু থেকে অপসৃত হয় বলে মনে হয় তাকে প্রধান ফোকাস বলে।

প্রশ্ন ১১। লেসের গৌণ ফোকাস কাকে বলে? [সেলু-২২; প্রামাণিক-১১]

উত্তর : প্রধান অক্ষের সাথে সামান্য আনত সমাতরাল রশ্মিগুচ্ছ কোনো
লেসে আপত্তি হয়ে প্রতিসরণের পর উত্তল লেসের ক্ষেত্রে যে
বিন্দুতে মিলিত হয় বা অবতল লেসের ক্ষেত্রে যে বিন্দু থেকে অপসৃত
হচ্ছে বলে মনে হয় সে বিন্দুকে লেসের গৌণ ফোকাস বলে।

প্রশ্ন ১২। বিবর্ধন কী?

[সেলু-২০]

উত্তর : প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য এবং লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে বৈখিক
বিবর্ধন বা বিবর্ধন বলে। আবার, প্রতিবিম্বের দূরত্ব এবং লক্ষ্যবস্তুর
দূরত্বের অনুপাতকেও বিবর্ধন বলে।

প্রশ্ন ১৩। দূরবীক্ষণ যন্ত্র বলতে কী বোঝা?

[সেলু-২৪]

উত্তর : দূরের বস্তুকে ভালোভাবে পর্যবেক্ষণের জন্য যে আলোক যন্ত্র
ব্যবহৃত হয়, তাকে দূরবীক্ষণ যন্ত্র বলে।

প্রশ্ন ১৪। দৃষ্টিকোণ কাকে বলে? [রা. বো. '১৯; চ. বো. '১৯] [সেলু-২৪]

উত্তর : একটি বস্তু চোখে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে দৃষ্টিকোণ বা
বীক্ষণ কোণ বলে।

প্রশ্ন ১৫। প্রিজম কাকে বলে?

[সেলু-১৫; আমির-১০; প্রামাণিক-৩০; তপন-১৪; তফাজ্জল-৯]

উত্তর : তিনটি পরম্পরারে সমতল পৃষ্ঠা দ্বারা সীমাবদ্ধ একটি স্বচ্ছ
সমস্তু মাধ্যমকে প্রিজম বলা হয়।

প্রশ্ন ১৬। বর্ণালি কী?

[সেলু-১৬; তপন-২৪]

উত্তর : সাদা আলোক রশ্মি বিচ্ছুরণের ফলে পর্দার উপর বিভিন্ন রঙের
যে পাতি পাওয়া যায় তাই বর্ণালী।

প্রশ্ন ১৭। আলোক কেন্দ্র কী?

[রা. বো. '১৭; সেলু-২; প্রামাণিক-১৬; আমির-২৩; তপন-৩৪ (ঢ)]

উত্তর : লেসের প্রধান অক্ষের উপরস্থ যে বিন্দুর মধ্যদিয়ে
আলোকরশ্মি গেলে প্রতিসরণের ফলে এর দিকের কোনো পরিবর্তন
হয় না সেই বিন্দুই আলোক কেন্দ্র।

প্রশ্ন ১৮। ফোকাস দূরত্ব কী?

[দি. বো. '১৭; সেলু-৫; আমির-২৪; প্রামাণিক-১৭; তপন-৩৪ (ঢ); তফাজ্জল-৫]

উত্তর : আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস বা দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস
পর্যন্ত দূরত্বই হলো ফোকাস দূরত্ব।

প্রশ্ন ১৯। সরু প্রিজম কাকে বলে?

[রা. বো. '১৬; সেলু-৮; আমির-১; প্রামাণিক-৩১; তপন-২১; তফাজ্জল-১০]

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

প্রশ্ন ২০। ফার্মাটের নীতিটি বিবৃত কর। [ক. বো. '১৬; ঘ. বো. '১৯; চ. বো. '১৫;

ব. বো. '১৫; দি. বো. '১৫, সেলু-১; আমির-৪; প্রামাণিক-৩৬; তপন-৩২; তফাজ্জল-১]

উত্তর : ফার্মাটের নীতিটি হলো— একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে অপর
একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে পরিদ্রমকালে আলোক রশ্মি এমন একটি পথ
অনুসরণ করে যা অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় নিকটবর্তী অন্যান্য
পথের তুলনায় হয় সর্বনিম্ন বা অবম নতুবা সর্বোচ্চ বা চরম অর্থাৎ
অপরিবর্তিত তথা স্থির থাকে।

প্রশ্ন ২১। আলোকের বিচ্ছুরণ কী?

[সকল বোর্ড '১৮;

দি. বো. '১৬; সেলু-৬; আমির-২; প্রামাণিক-৩৫; তপন-২৩]

উত্তর : সাদা আলোক প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি
মূল বর্ণে বিভক্ত হয়ে যায়। সাদা আলোর ঐ বিভাজনই আলোর
বিচ্ছুরণ।

প্রশ্ন ২২। ছি-প্রতিসরণ বলতে কী বুঝা?

[সেলু-১৭; সেলু-১৭; সরকারি আজিজুল হক কলেজ, বগুড়া]

উত্তর : এমন কতগুলো কেলাস আছে যাদের মধ্যদিয়ে আলোক রশ্মি
গমন করলে এটি দুটি প্রতিসৃত রশ্মিতে বিভক্ত হয়। এ পদ্ধতিকে বৈত
বা ছি-প্রতিসরণ বলে।

ষষ্ঠ অধ্যায় জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান

৪৩৩

প্রশ্ন ২৩। বিবর্ধক কী? [সেলু-১৮; বরিশাল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, বরিশাল]

উত্তর : বিবর্ধক বা অ্যাম্প্লিফায়ার এক ধরনের ইলেক্ট্রনিক ডিভাইস বা কৌশল যার ইনপুট বর্তনীতে দুর্বল সংকেত প্রয়োগ করে বহিঃবর্তনী হতে বহুগুণ বিবর্ধিত সংকেত পাওয়া যায়।

প্রশ্ন ২৪। আলোক পথ কাকে বলে?

[সেলু-৮; তপন-৩১; কাস্টমেট পারালিক স্কুল এন্ড কলেজ, খুলনা]

উত্তর : কোনো মাধ্যমে একটি নির্দিষ্ট জ্যামিতিক পথ অতিক্রম করতে আলোকের যে সময় লাগে ঠিক সেই সময়ে শৃঙ্খ বা বায়ু মাধ্যমের মধ্যদিয়ে আলোক যে পরিমাণ পথ অতিক্রম করতে পারে সে পথকে আলোক পথ বলে।

প্রশ্ন ২৫। ছেলের সূত্রটি লেখ। [সেলু-৩০; প্রামাণিক-৪; তপন-৩; তফাজ্জল-২]

উত্তর : মেলের সূত্রটি হলো— একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং নির্দিষ্ট বর্ণের আলোক রশ্মির ক্ষেত্রে আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইন-এর অনুপাত সর্বদা ধ্রুবক।

প্রশ্ন ২৬। প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র কোথায় ব্যবহৃত হয়? [সেলু-৪৮]

উত্তর : প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র পৃথিবীর বড় বড় গুরুত্বপূর্ণ মান-মন্দিরগুলোতে ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ২৭। ডায়াঅন্টার কী? [সেলু-৪৬]

উত্তর : ডায়াঅন্টার হলো লেসের ক্ষমতার একক।

প্রশ্ন ২৮। লেসের ক্ষমতার এককের সংজ্ঞা দাও। [সেলু-৪৭]

উত্তর : লেসের ক্ষমতার একক ডায়াঅন্টার। এক মিটার ফোকাস দূরত্বের কোনো লেসের ক্ষমতাকে এক ডায়াঅন্টার বলে।

প্রশ্ন ২৯। অবাস্তব প্রতিবিষ্ট কী? [সেলু-৩৪]

উত্তর : কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোকরশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর ছিটায় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হলে ছিটায় বিন্দুতে গঠিত বিষ্টই হলো অবাস্তব বিষ্ট।

প্রশ্ন ৩০। অবতল দর্পণ কাকে বলে? [সেলু-৩৫]

উত্তর : কোনো গোলকের অবতল পৃষ্ঠে যদি প্রতিফলকরূপে কাজ করে অর্থাৎ আলোর নিয়মিত প্রতিফলন যদি গোলায় দর্পণের অবতল পৃষ্ঠ হতে সংঘটিত হয় তবে সে দর্পণকে অবতল দর্পণ বলে।

প্রশ্ন ৩১। সমতল দর্পণ কাকে বলে? [সেলু-৯]

উত্তর : কোনো সমতল পৃষ্ঠ যদি মসৃণ হয় এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তবে তাকে সমতল দর্পণ বলে।

প্রশ্ন ৩২। লম্বন ত্রুটি কী? [সেলু-৪১]

উত্তর : চোখের অবস্থানের পরিবর্তনের সাথে সাথে বস্তু ও প্রতিবিষ্টের অবস্থানের আপাত পরিবর্তন হলো লম্বন ত্রুটি বা প্যারালাইজ।

প্রশ্ন ৩৩। দেহ নল কী? [সেলু-৩১]

উত্তর : অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বাহুর সাথে একটি ফাঁপা নল লাগানো থাকে, এ ফাঁপা নলটিই হলো দেহ নল।

প্রশ্ন ৩৪। নোজ পিস বা লেস ধারক কী? [সেলু-৪৯]

উত্তর : দেহ নলের নিচের প্রান্তে একটি ধাতব চাকতি সংযুক্ত থাকে যা নোজ পিস বা লেস ধারক নামে পরিচিত।

প্রশ্ন ৩৫। ফোকাসিং কী? [সেলু-১৪]

উত্তর : ছুর সাহায্যে অভিনেত্রে লেসকে যথাযথ স্থানে বসাবার প্রক্রিয়াকে ফোকাসিং বলে।

প্রশ্ন ৩৬। স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব কাকে বলে? [সেলু-৪৪]

উত্তর : চোখ থেকে সবচেয়ে কম যে দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুকে বিনা প্রতিতে স্পষ্ট দেখা যায় তাকে স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব বলে।

প্রশ্ন ৩৭। উত্তলাবতল লেস কী? [সেলু-৪২; প্রামাণিক-৮]

উত্তর : যে অবতল লেসের একটি তল অবতল ও অপরটি উত্তল সেটিই উত্তলাবতল লেস।

প্রশ্ন ৩৮। লেসের প্রধান অক্ষ কাকে বলে?

[সেলু-৪০]

উত্তর : লেসের উভয় পৃষ্ঠের বক্তুর কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সরলরেখাকে প্রধান অক্ষ বলে।

প্রশ্ন ৩৯। ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ কাকে বলে?

[সেলু-৩২; আমির-১৪; প্রামাণিক-৩০; তপন-১৮]

উত্তর : আপাতন কোণের যে মানের জন্য বিচ্যুতি কোণের মান সর্বনিম্ন হয়, সেই সর্বনিম্ন মানকে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ বলে।

প্রশ্ন ৪০। লেস কাকে বলে?

[সেলু-১৯; তপন-৩৩]

উত্তর : দুটি গোলীয় অথবা একটি গোলীয় ও একটি সমতল অথবা দুটি বেলনাকৃতি অথবা একটি বেলনাকৃতি ও একটি সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেস বলে।

প্রশ্ন ৪১। লেসের ক্ষমতা কাকে বলে?

[সেলু-১২; আমির-৫; প্রামাণিক-২০; তপন-৩৪(ছ)]

উত্তর : লেসের ক্ষমতা বলতে একটি লেস আপাতিত আলোক রশ্মিকে কতখানি অভিসারিত বা অপসারিত করতে পারে তাকে বুঝায়। অর্থাৎ কোন লেসের ফোকাস দূরত্বের বিপরীত সংখ্যাকে লেসের ক্ষমতা বলে।

প্রশ্ন ৪২। অণুবীক্ষণ যন্ত্র কী?

[সেলু-৩৬; আমির-৭; তপন-৪৪; তফাজ্জল-১২]

উত্তর : যে যন্ত্রের সাহায্যে চোখের নিকটবর্তী অভিস্তুত বস্তুকে বড় করে দেখা যায় তা হলো অণুবীক্ষণ যন্ত্র।

প্রশ্ন ৪৩। অভিনেত্র কী?

[সেলু-৩৯; প্রামাণিক-২৭]

উত্তর : অণুবীক্ষণ বা দূরবীক্ষণ যন্ত্রের যে লেসটির পচাতে বা পেছনে চোখ রাখতে হয় সেই লেসই অভিনেত্র।

প্রশ্ন ৪৪। বিচ্যুতি কী?

[সেলু-৩৮; আমির-১৩; প্রামাণিক-৩২]

উত্তর : প্রিজমে আপতিত রশ্মিকে সামনের দিকে এবং নির্গত রশ্মিকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে যে অন্তর্ভুক্ত কোণ উৎপন্ন হয় সে কোণই বিচ্যুতি কোণ বা বিচ্যুতি।

প্রশ্ন ৪৫। আলোর প্রতিসরণ কাকে বলে?

[সেলু-৪০; তপন-২]

উত্তর : আলোকরশ্মি একবিছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে গমনের সময় মাধ্যমস্থয়ের বিভেদতলে ত্বরিকভাবে আপতিত হলে আপতিত রশ্মির দিক পরিবর্তন হয়। আলোকরশ্মির এ দিক পরিবর্তন হওয়াকে আলোর প্রতিসরণ বলে।

প্রশ্ন ৪৬। প্রিজমের শীর্ষ কাকে বলে?

[সেলু-৩৭; আমির-১১]

উত্তর : প্রিজমের প্রতিসারক তলস্থয় যে রেখায় পরম্পরাকে ছেদ করে তাকে প্রতিসারক ধার বা প্রিজমের শীর্ষ বলে।

প্রশ্ন ৪৭। অভিলক্ষ্য কাকে বলে?

[সেলু-১৩; প্রামাণিক-২৩]

উত্তর : অণুবীক্ষণ বা দূরবীক্ষণ যন্ত্রের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তুর দিকে যে লেসটি থাকে তাকে অভিলক্ষ্য বলা হয়।

প্রশ্ন ৪৮। নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্র কাকে বলে? [সেলু-৩৩; আমির-৮; প্রামাণিক-২৮]

উত্তর : চন্দ, সূর্য, গ্রহ, নক্ষত্র প্রভৃতি নভোমণ্ডলীর বস্তু পর্যবেক্ষণে যে দূরবীক্ষণ যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাকে নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্র বলে।

৩ কমন উপযোগী অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। লেসের ফোকাস দূরত্ব আপতিত আলোর বর্ণের উপর নির্ভরশীল— ব্যাখ্যা কর। [ঢ. বো. '১৯] [সেলু-৪৫]

উত্তর : লেস প্রস্তুতকারী সমীকরণ অনুসারে,

আমরা জানি, $f = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$ এই সম্পর্ক থেকে দেখা যাচ্ছে যে, লেসের ফোকাস দূরত্ব লেসের প্রতিসরণের উপর নির্ভর করে। আবার, জানা আছে— প্রতিসরণক তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যানুপোতিক এবং এক এক বর্ণের আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য এক এক। সূতরাং এক এক বর্ণের আলোর জন্য লেসের উপাদানের প্রতিসরণক এক এক হওয়ায় এর ফোকাস দূরত্বও ভিন্ন। অতএব, লেসের ফোকাস দূরত্ব আপতিত আলোর বর্ণের উপর নির্ভরশীল।

প্ৰশ্ন ২। যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰের অভিনেত্ৰের ফোকাস দূৰত্ব ও উন্মেষ বড় রাখা হয় কেন? [সেলু-১৪; প্রামাণিক-১৮]

উত্তৰ : যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰ অধিক বিবৰ্ধনক্ষম একটি যন্ত্ৰ। এ যন্ত্ৰ থেকে প্ৰায় 2000 গুণ পৰ্যন্ত বিবৰ্ধিত প্ৰতিবিষ্ট পাওয়া যায়। যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰে বিবৰ্ধন ক্ষমতা বাড়ানোৰ জন্য অভিনেত্ৰের ফোকাস দূৰত্ব ও উন্মেষ বড় রাখা হয়। অভিলক্ষ্যে যে বিবৰ্ধন পাওয়া যায় তাকে অভিনেত্ৰে সাহায্যে আৱো বাড়ানো হয়। এজন্য যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰের অভিনেত্ৰের ফোকাস দূৰত্ব ও উন্মেষ বড় রাখা হয়।

প্ৰশ্ন ৩। আপতন কোণ 0° বা 90° হলে প্ৰতিসূচক নিৰ্ণয় অসম্ভব—
ব্যাখ্যা কৰ। [সেলু-২১; প্রামাণিক-৩]

উত্তৰ : আপতন 0° বা 90° হলে প্ৰতিসূচক নিৰ্ণয় যে অসম্ভব তা
নিচে ব্যাখ্যা কৰা হলো—

$$\text{হেলেৰ সূত্ৰানুযায়ী, } \mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

যেখানে, i = আপতন কোণ এবং r = প্ৰতিসূচক কোণ
এখন, $i = 0$ হলে

$$\mu = \frac{\sin 0^{\circ}}{\sin r} = \frac{0}{\sin r} = 0$$

কিন্তু μ এৰ মান কখনো শূন্য হতে পাৰে না।

সুতৰাং, আপতন কোণ 0° হলে প্ৰতিসূচক নিৰ্ণয় অসম্ভব।

আবাৰ আপতন কোণ 90° হলে আপতিত রশ্মি বিভেদ তল ঘৰে চলে
যায় ফলে এৰ প্ৰতিসূচক ঘটাৰ সুযোগ থাকে না। এজন্য এক্ষেত্ৰে
প্ৰতিসূচক নিৰ্ণয় কৰা অসম্ভব।

প্ৰশ্ন ৪। অভিলক্ষ্যেৰ ফোকাস দৈৰ্ঘ্য কমালে অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ বিবৰ্ধন
কীভাৱে পৰিৱৰ্তিত হয়? [ৱা. বো. '১৯; চ. বো. '১৯] [সেলু-৪৬]

উত্তৰ : অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ মোট বিবৰ্ধন হচ্ছে অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্ৰেৰ
বিবৰ্ধনেৰ গুণফল। ফলে একটিৰ বিবৰ্ধন অপৰিবৰ্তিত রেখে অপৰটিৰ
বিবৰ্ধন বাড়লে মোট বিবৰ্ধন বাড়ে। অভিলক্ষ্যেৰ বিবৰ্ধন, $\frac{-v_0}{u_0} = \frac{-v_0}{f_0} + 1$
এই সম্পর্ক থেকে স্পষ্টত প্ৰতিয়মান অভিলক্ষ্যেৰ ফোকাস দূৰত্ব
কমালে এৰ বিবৰ্ধন বাড়ে। ফলে উপৰোক্ত সম্পর্ক অনুসৰে অণুবীক্ষণ
যন্ত্ৰেৰ বিবৰ্ধনও বাড়ে।

প্ৰশ্ন ৫। সূৰ্যোদয় ও সূৰ্যাস্তেৰ সময় দিগন্ত রেখায় আকাশেৰ ৱং লাল
দেখায় কেন? [সেলু-২৩; প্রামাণিক-৪২; তফাজল-২৫]

উত্তৰ : সূৰ্যোদয় ও সূৰ্যাস্তেৰ সময় আমোৱা সূৰ্যকে লাল দেখি। আলোৰ
বিক্ষেপণই এৰ কাৰণ। হি প্ৰহৱে সূৰ্য যখন আমাদেৱ মাথাৰ ওপৰ
থাকে তখন সূৰ্য থেকে আগত রশ্মিকে বায়ুভূলেৰ মধ্য দিয়ে যতটা পথ
অতিক্ৰম কৰতে হয় তা অপেক্ষা অনেক বেশি পথ অতিক্ৰম কৰতে হয়
সূৰ্য যখন দিগন্ত রেখাৰ কাছে থাকে। সূৰ্যোদয় ও সূৰ্যাস্তেৰ সময়েই সূৰ্য
দিগন্ত রেখাৰ কাছে থাকে। এখন লাল বৰ্ণেৰ আলোৰ তুলনায় অন্যান্য
বৰ্ণেৰ আলোৰ তৰঙাদৈৰ্ঘ্য কম বলে তাৱা বেশি পৱিমাণে বিক্ষিপ্ত হয়ে
চাৰদিকে ছড়িয়ে পড়ে। লাল বৰ্ণেৰ আলোৰ তৰঙাদৈৰ্ঘ্য বেশি বলে
কম বিক্ষিপ্ত হয় এবং বেশি পৱিমাণে আমাদেৱ চোখে এসে পৌছায়
সেজন্য সূৰ্যোদয় ও সূৰ্যাস্তেৰ সময় সূৰ্যকে লাল দেখায়। সে জন্য
কিন্তুকৃপণ আকাশকেও লাল দেখায়।

প্ৰশ্ন ৬। পৱিকাৰ আকাশ নীল দেখায় কেন? ব্যাখ্যা কৰ।

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা] [সেলু-১৮; প্রামাণিক-৪৩; তপন-৩০, তফাজল-২৪]

উত্তৰ : বায়ুমণ্ডলে বিভিন্ন গ্যাসেৰ অণু কৰ্তৃক সূৰ্যালোকেৰ বিক্ষেপণেৰ
জন্য আকাশ নীল দেখায়। বায়ুমণ্ডলে ভাসমান ধূলিকণা ও
সূৰ্যালোককে বিক্ষিপ্ত কৰতে পাৰে; সেক্ষেত্ৰে ধূলিকণাৰ আকাৰ
দৃশ্যমান আলোৰ দীৰ্ঘতম তৰঙা দৈৰ্ঘ্য অপেক্ষা ক্ষুদ্ৰতর হওয়া
অযোজন। বিক্ষিপ্ত আলোৰ তীব্ৰতা তৰঙা দৈৰ্ঘ্যেৰ চতুৰ্থ ঘাতেৰ

বাস্তুনৃপাতে পৰিৱৰ্তিত হয়। ফলে সূৰ্যালোকেৰ নীল রশ্মি লাল রশ্মি
অপেক্ষা বেশি বিক্ষিপ্ত হয়। ফলে আকাশেৰ দিকে তাকালে আকাশ
নীল দেখায়।

প্ৰশ্ন ৭। বিচৃতি কোণ ন্যূনতম হওয়াৰ শৰ্ত কী কী?

[সেলু-২০; আমীৰ-৪০; প্রামাণিক-৩৭; তপন-১৯, তফাজল-১৫]

উত্তৰ : আপতিত রশ্মিৰ সাপেক্ষে প্ৰিজম ন্যূনতম অবস্থানে থাকলে
বিচৃতি সবসময় ন্যূনতম হয়। বিচৃতি কোণ ন্যূনতম হওয়াৰ শৰ্ত
হলো— $1. i_1 = i_2 = \frac{A + \delta_m}{2}$ এবং $2. r_1 = r_2 = \frac{A}{2}$ ।

প্ৰশ্ন ৮। অসীম দূৰত্বে অবস্থিত বস্তুৰ আকাৰ অত্যন্ত ছোট হয় কেন?
[ব. বো. '১৯]

উত্তৰ : বীক্ষণ কোণেৰ জন্য অসীম দূৰে অবস্থিত বস্তুৰ আকাৰ
অত্যন্ত ছোট হয়।

একটি বস্তু কত বড় বা ছোট দেখাবে তা নিৰ্ভৰ কৰে বীক্ষণ কোণেৰ
উপৰ। আমোৱা জানি, $b = a\theta$ । কিন্তু রেটিনা হতে চক্ৰ লেন্সেৰ দূৰত্ব a
নিৰ্দিষ্ট হওয়ায় $b \propto \theta$ । অৰ্থাৎ θ এৰ মান যত ক্ষুদ্ৰ হয় b এৰ মানও
তত ক্ষুদ্ৰ হয়। অতএব বলা যায় যে, অসীম দূৰত্বে θ এৰ মান অত্যন্ত
ক্ষুদ্ৰ হওয়ায় বস্তুৰ আকাৰ অত্যন্ত ছোট হয়।

প্ৰশ্ন ৯। দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰ নভো-দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ চেয়ে অতিৰিক্ত একটি
উত্তল লেন্স ব্যবহাৰ কৰা হয় কেন? [সেলু-১৯; প্রামাণিক-২৪]

উত্তৰ : চন্দ্ৰ, সূৰ্য, পৃথিৱী, মৃক্ষত্ব ইয়াদি নভোমণ্ডলীয় বস্তুৰ পৰ্যবেক্ষণে যে
দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰ ব্যবহৃত হয় তাকে নভো-দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰ বলে।

এই যন্ত্ৰ প্ৰধানত দুই উত্তল লেন্স দ্বাৰা গঠিত—একটি অভিলক্ষ্য O এবং
অপৰটি অভিনেত্ৰ। অভিলক্ষ্য ক্রাউন কাচেৰ তৈৰি। একে সৰ্বদা
লক্ষ্যবস্তুৰ দিকে রেখে আপৰটি অভিনেত্ৰ ফিল্ট কাচেৰ তৈৰি। একে দৰ্শক চোখেৰ দিকে রেখে বস্তু
দেখে। এৰ ফোকাস দূৰত্ব f_0 এবং উন্মেষ ছোট। লেন্স দুটিকে দুটি
টানা নলেৰ মধ্যে রেখে একটি লম্বা নলেৰ দুই প্ৰত্যন্ত সমাক্ষভাৱে
স্থাপন কৰা হয়। ফলে প্ৰযোজনমতো লেন্স দুটিৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব
পৱিত্ৰভৰ্তন কৰা যায়। নভো-দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ বিবৰ্ধন বেশি, অৰ্থাৎ
দৃষ্টিক্ষেত্ৰ অল্প বলে তাৱ গায়ে ভিতো ফাইল্ড নামে একটি ছোট যন্ত্ৰ
লাগানো থাকে। এই যন্ত্ৰটিৰ বিবৰ্ধন অল্প, কিন্তু এৰ দৃষ্টিক্ষেত্ৰ
অপেক্ষাকৃত প্ৰশংসন।

প্ৰশ্ন ১০। দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ অভিলক্ষ্যে লেন্স অপেক্ষা দৰ্শক ব্যবহাৰ
কৰলে প্ৰতিবিষ্ট উজ্জ্বল হয় কেন? [সেলু-২২; প্রামাণিক-২৬]

উত্তৰ : দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ অভিলক্ষ্যে লেন্স ব্যবহাৰ কৰলে লেন্সে আলোৰ
প্ৰতিসূচক ঘটে। এতে সাদা আলোকৰশ্মি মৌলিক বৰ্ণে বিপৰ্যৱ্যট হয়।
ফলে এক এক বৰ্ণেৰ আলোৰ জন্য লক্ষ্যকৃতৰ প্ৰতিবিষ্ট প্ৰধান অক্ষেৰ
এক এক জায়গায় গঠিত হয়ে ত্ৰিপূৰ্ণ বৰ্ণল ও ঝাপসা প্ৰতিবিষ্ট গঠন
কৰে। অন্যদিকে অভিলক্ষ্য হিসেবে দৰ্শক ব্যবহাৰ কৰলে প্ৰতিফলনেৰ
সময় তাতে অপেক্ষাকৃত অল্প পৱিমাণ আলো শোষিত হয়। ফলে
ভাৱাৰতীয় প্ৰতিবিষ্টেৰ উজ্জ্বল্য অধিক হয়। এজন্য দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ
অভিলক্ষ্যে লেন্স অপেক্ষা দৰ্শক ব্যবহাৰ কৰলে প্ৰতিবিষ্ট উজ্জ্বল হয়।

প্ৰশ্ন ১১। আকৃতি দেখে কিভাৱে অণুবীক্ষণ ও দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰ শনাক্ত
কৰা যায়? [ক. বো. '১৯] [সেলু-৪৮]

উত্তৰ : আকৃতি দেখে অণুবীক্ষণ ও দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰ চেনা সম্ভব। কাৰণ
এদেৱ গঠনে ভিৰতা রয়েছে।

অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰে, দুটি উত্তল লেন্স একটি ধাতব নলেৰ দুই পাতে একই
অক্ষ বৰাবৰ বসানো থাকে। কিন্তু দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰে দুটি উত্তল লেন্স দুটি
টানা নলেৰ সাহায্যে একটি ধাতব চোঙেৰ দুই পাতে সমানভাৱে
স্থাপন কৰা হয়। অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ অভিনেত্ৰেৰ ফোকাস দূৰত্ব ও
উন্মেষ অপেক্ষাকৃত বড়। দূৰবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰ অভিলক্ষ্যেৰ ফোকাস দূৰত্ব
ও উন্মেষ অপেক্ষাকৃত বড়।

প্রশ্ন ১২। প্রিজমের বিচুতি আলোর বর্ণের উপর নির্ভর করে— ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৯] [সেলু-৪৯]

উত্তর : দৃশ্যমান আলোর মধ্যে লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি এবং বেগুনী আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে কম। প্রতিসরণাঙ্ক তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ব্যাস্তানুপাতিক হওয়ায় লাল আলোর জন্য প্রতিসরণাঙ্ক সবচেয়ে কম এবং বেগুনী আলোর জন্য সবচেয়ে বেশি। সবু প্রিজমের বিচুতির রাশিমালা $\delta = (\mu - 1) A$ । এই সমীকরণ অনুসারে বিচুতি প্রতিসরণাঙ্কের উপর নির্ভরশীল। অর্থাৎ প্রিজমের বিচুতি আলোর বর্ণের উপর নির্ভরশীল।

প্রশ্ন ১৩। রাতের আকাশ কালো কেন? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২৫]

উত্তর : পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল না থাকলে বিক্ষেপণ হতো না। ফলে আকাশ হতে কোনো আলো আমাদের চোখে পৌছাত না। তখন এমন কি দিনের বেলাতেও আকাশকে কালো দেখাত। নভোচারীগণ মহাকাশানে বায়ুমণ্ডল অতিক্রম করার পর বস্তুত এই অভিজ্ঞতার সম্মুখীন হয়েছেন। চাঁদে কোনো বায়ুমণ্ডল নেই বলে চাঁদের আকাশকে কালো দেখায়।

প্রশ্ন ১৪। কেন একটি ফাগো প্রিজমের মধ্যদিয়ে সাদা আলো বিচ্ছুরিত হতে পারে না, ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২৩]

উত্তর : সাদা আলো সাতটি বর্ণের সমষ্টি। এ সাতটি বর্ণের প্রতিটি বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ভিন্ন ভিন্ন। যে বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 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। কিন্তু ফাগো ফাগো প্রিজমের মধ্যে কোনো মাধ্যমের পূর্বান হয় না বলে এর মধ্যদিয়ে সাদা আলো বিচ্ছুরিত হতে পারে না।

প্রশ্ন ১৫। 'অভিসারী লেসে, অপসারি লেসের ন্যায় অবাস্তব বিষ তৈরি হয়'— চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২৯; আমির-২১]

উত্তর : অভিসারী লেসের অবাস্তব বিষ তৈরি নিচে রশ্মি চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো—

মনে করি, PQ একটি লক্ষ্যবস্তু। এটি প্রধান অক্ষের উপর লেসের আলোক কেন্দ্র O এবং প্রথম প্রধান ফোকাস F' এর মধ্যে অবস্থিত। বস্তুর সর্বোচ্চ বিন্দু P হতে একটি আলোক রশ্মি PM-কে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল এবং

অপর একটি রশ্মি PO-কে আলোক কেন্দ্র বরাবর বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর প্রথম রশ্মিটি ফোকাস দিয়ে এবং দ্বিতীয় রশ্মিটি না বেঁকে সোজা যাবে ও এরা পরম্পর অপসারী হবে। এই দুটি রশ্মিকে পিছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা p বিন্দু হতে অপস্তৃত হয়েছে বলে মনে হবে। অতএব p-ই P বিন্দুর প্রতিবিম্ব। এখন p হতে প্রধান অক্ষের উপর pq লম্ব টানি। সূতরাং pq-ই PQ-এর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

প্রশ্ন ১৬। উভোত্তল লেস দ্বারা আলোক রশ্মিকে অপসারী করা যায় কি না ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৯]

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

প্রশ্ন ১৭। আলোক রশ্মির বিচুতি কি প্রিজম কোণের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা কর। [সকল বোর্ড '১৮; প্রামাণিক-৪০]

উত্তর : সবু প্রিজমের ক্ষেত্রে আলোক রশ্মির বিচুতি কোণের মান প্রিজমের প্রতিসারক কোণ ও প্রিজম পদার্থের প্রতিসরণাঙ্কের উপর নির্ভর করে।

যে কল প্রিজমের প্রতিসারক কোণ 60° এর চেয়ে ছোট তাদের সবু প্রিজম বলে। কোন সবু প্রিজমের উপর একটি রশ্মি থুব ছোট কোণে আপত্তি হলে অর্থাৎ প্রায় লম্বভাবে আপত্তি হলে বিচুতি 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 থুব ছোট হওয়ায় i_2 ও r_2 ও থুব 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 সবু প্রিজমের ক্ষেত্রে, আলোকরশ্মির বিচুতি প্রিজম কোণের উপর নির্ভর করে।

প্রশ্ন ১৮। প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্রে প্রতিবিম্ব বেশি উজ্জ্বল হয় কেন?

[জ. বো. '১৭; প্রামাণিক-২৮; তপন-৫৮; তফাজ্জল-২১]

উত্তর : প্রতিফলক টেলিস্কোপে অভিলক্ষ্য হিসেবে দর্শণ ব্যবহার করা হয়। দর্শণ ব্যবহার করার ফলে এই দূরবীক্ষণ যন্ত্রে বর্ণ ত্রুটি বাগোলকীয় ত্রুটি থাকে না। এছাড়া দর্শণে আলোর শোষণ কর হয়। এজন্য প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্রে প্রতিবিম্ব বেশি উজ্জ্বল হয়।

প্রশ্ন ১৯। লেসের ক্ষমতা -2.5 d বলতে কী বুঝ?

[বা. বো. '১৭; সি. বো. '১৫; পি. বো. '১৭; অমির-৪৪; প্রামাণিক-১৫; তফাজ্জল-১৭]

উত্তর : লেসের ক্ষমতা -2.5 D বলতে বোঝায়—

১. লেসের ক্ষমতা খণ্ডাক হওয়ায় লেসটি অবতল।

২. লেসটির ফোকাস দূরত্ব $\frac{1}{2.5} \text{ m}$ বা 40 cm

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

প্রশ্ন ২০। একটি চশমার ক্ষমতা $+4D$ বলতে কী বুঝায়?

[বা. বো. '১৭; অমির-২৬; তফাজ্জল-১৪]

উত্তর : কোনো একটি চশমার ক্ষমতা $+4$ ডায়াপ্টার বলতে বোঝায়—

১. চশমার ক্ষমতা ধনাত্মক হওয়ায় চশমাটি উত্তল এবং

২. চশমাটির ফোকাস দূরত্ব $\frac{1}{4} \text{ মিটার}$ বা 0.25 m বা 25 cm , অর্থাৎ চশমাটি 25 cm দূরে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে একগুচ্ছ আলোকরশ্মিকে একত্রিত করবে।

প্রশ্ন ২১। অণুবীক্ষণ এবং দূরবীক্ষণ যন্ত্রের গঠনগত পার্শ্বক লিখ।

[বা. বো. '১৬; সেলু-৮; অমির-১৯; প্রামাণিক-৩০; তপন-৫২]

উত্তর : অণুবীক্ষণ যন্ত্র ও দূরবীক্ষণ যন্ত্রের তুলনা নিচে দেওয়া হলো—

অণুবীক্ষণ যন্ত্র	দূরবীক্ষণ যন্ত্র
১। অভিনেত্রের সাপেক্ষে অভিলক্ষ্যের লেসের উন্মেষ ও ফোকাস দূরত্ব ছোট হয়।	১। অভিনেত্রের সাপেক্ষে অভিলক্ষ্যের লেসের ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ বড় হয়।
২। অভিলক্ষ্যে লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব তার ফোকাস দূরত্ব অপেক্ষা অধিক দূরত্বে গঠিত হয়।	২। অভিলক্ষ্যে লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব তার ফোকাস দূরত্বে গঠিত হয়।

প্রশ্ন ২২। "প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসংজ্ঞাত নয়"—ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-২৭]

উত্তর : দুটি উৎস থেকে সমদূর্ধা বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যের একই তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুটি আলোক তরঙ্গ নিঃস্তৃত হলে তাদের সুসংগত উৎস বলে। প্রকৃতিতে যেকোনো একটি উৎসের পরমাণু কর্তৃক নিঃস্তৃত 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 ২৩। সাদা আলো প্রিজমের মধ্য দিয়ে যাবার সময় বিচ্ছুরিত হয় কেন? [ক. বো. '১৬; সেলু-২; আমির-২৫; প্রামাণিক-৩৫; তপন-২৭]

উত্তর : 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 প্রতিস্ত রশ্মি সাতটি বর্ণে বিভক্ত হয়ে প্রিজমের দিকে বেঁকে যায় অর্থাৎ বিচ্ছুরিত হয়।

প্রশ্ন ২৪। কাচের সঞ্জকট কোণ 42° বলতে কী বোঝাচ? [বো. '১৬; প্রামাণিক-১;]

উত্তর : আলোক রশ্মি ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে আপত্তি হলে আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণ 90° হয় সে কোণকে সঞ্জকট কোণ বলে। কাচের সঞ্জকট কোণ 42° বলতে বোঝায় কাচ হতে বায়ুতে আলোকরশ্মি আপত্তি হওয়ার সময় আপতন কোণের মান 42° হলে প্রতিসরণ কোণ 90° হয়।

প্রশ্ন ২৫। সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের ফোকাস দূরত্ব হ্রাস পেলে এর বিবর্ধন ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়— ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৬; সেলু-৯; আমির-২০; প্রামাণিক-২০; তপন-৪৬]

উত্তর : সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধনের সমীকরণ হলো—

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

এই সমীকরণ হতে দেখা যায় যে, স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব D এর মান সুনির্দিষ্ট। অর্থাৎ M এর মান f এর উপর নির্ভরশীল। সমীকরণ অনুসারে f এর মান বৃদ্ধি পেলে M এর মান হ্রাস পায় এবং f এর মান হ্রাস পেলে M এর মান বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ২৬। কাচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে কী বুঝায়? [দি. বো. '১৬]

উত্তর : কাচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে বোঝায় কাচ মাধ্যমে আপতন কোণের মান 57° হলে সমবর্তন সর্বাধিক হয়।

প্রশ্ন ২৭। উভয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. '১৫; আমির-২৪]

উত্তর : আলোর অপবর্তনের কারণে উভয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পড়ে না। আলোকরশ্মিসমূহ উড়োজাহাজের দেহের প্রান্ত দিয়ে গমনের সময় আলোর উৎস হিসেবে ক্রিয়া করে। এ উৎসগুলো হতে আলোকরশ্মি এসে বিমানের নিচে ভূমিতে পতিত হয়। বিমানের ঠিক নিচের অংশে ভূমিতে এভাবে বহুসংখ্যক আলোকরশ্মি পতিত হওয়ায় ঐ স্থানে ছায়া গঠিত হতে পারে না।

প্রশ্ন ২৮। কোনো প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 36° বলতে কী বুঝা? [ক. বো. '১৫; আমির-২৩; প্রামাণিক-৩৮; তপন-২০]

উত্তর : ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 36° অর্থ প্রিজমে আপত্তি আলোকরশ্মির আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য বিচ্যুতি কোণের সর্বনিম্ন মান 36° হয়। বিচ্যুতি কোণের এ সর্বনিম্ন মান 36° কেই ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ বলে।

প্রশ্ন ২৯। বিপদ সংকেতে সবসময় লাল আলো ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. '১৫ সেলু-১; প্রামাণিক-৪৫; তপন-২৮]

উত্তর : লাল আলোর কম বিচ্যুতির কারণে বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহার করা হয়। মৌলিক দৃশ্যমান আলোসমূহের মধ্যে লাল আলোর তরঙ্গাদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি এবং কাচের মধ্যে লাল রঙের বেগ সবচেয়ে বেশি। তাই লাল আলো অন্যান্য বর্ণের আলোর তুলনায় সবচেয়ে কম বাঁকে, অর্থাৎ বায়ুর মধ্যদিয়ে লাল রঙের আলোর বিচ্যুতি সবচেয়ে কম। তাই বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ৩০। লেসের চারিপার্শ্ব মাধ্যমে পরিবর্তন করলে উহার ফোকাস দূরত্ব পরিবর্তন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৫; আমির-২৭; প্রামাণিক-১০; বগুড়া ক্যাটলন্ডেট প্যালিক কুল ও কলেজ, বগুড়া]

উত্তর : লেসের উপাদানের প্রতিসরাঙ্গক যদি তার চারপাশের মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্গের চেয়ে বেশি হয় (যেমন বায়ু মাধ্যমে কাচের উত্তল লেস) তাহলে আপত্তি রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর অভিসারী রশ্মিগুচ্ছে

পরিণত করবে। কিন্তু যদি লেসের উপাদানের প্রতিসরাঙ্গক চারপাশের মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্গের চেয়ে কম হয় (যেমন CS_2 -এ তুবানো ক্রাউন কাচের উত্তল লেস) তাহলে উত্তল লেস আপত্তি রশ্মি গুচ্ছকে প্রতিসরণের পর অভিসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত করবে। অবতল লেসের ক্ষেত্রে বিপরীত ঘটনা ঘটবে। এভাবে, ফোকাস দূরত্ব পরিবর্তন হয়।

প্রশ্ন ৩১। অণুবীক্ষণ যন্ত্রে চূড়ান্ত বিবর্ধক খণ্ডাঙ্কক— ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '১৯] [সেলু-৩১]

উত্তর : আমরা জানি, অণুবীক্ষণযন্ত্রে দুটি লেস আছে। যথাক্রমে অভিলক্ষ ও অভিমেত্র। অভিলক্ষে বিষ বাস্তব ও উল্টো হয় ফলে এর বিবর্ধন খণ্ডাঙ্কক কিন্তু অভিনেত্রের চূড়ান্ত বিষ বাস্তব হয় ফলে এর বিবর্ধন ধনাত্মক হয়। ফলে অণুবীক্ষণযন্ত্রের চূড়ান্ত বিবর্ধন,

$$M = (-m_1)(m_2) = -m_1 m_2$$

অর্থাৎ খণ্ডাঙ্কক হয়।

প্রশ্ন ৩২। একটি আকারের কাছের বস্তু অপেক্ষা দূরের বস্তুকে ছেটি দেখি কেন ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৯]

উত্তর : দূরের জিনিস ছেটি দেখার কারণ উত্তল লেসে লক্ষ্যবস্তু লেস থেকে যত দূরে হবে উত্তল লেস লক্ষ্যবস্তুর তত ছেটি বিষ গঠন করে। মানুষের চোখের লেস উত্তল প্রকৃতির তাই চোখের লেসে দূরের বস্তুর খর্বিত এবং উল্টো বিষ গঠন করে তাই দূরের জিনিস ছেটি দেখা যায়।

প্রশ্ন ৩৩। খালি চোখে পানিতে ডুব দিলে পানির ভিতরে বস্তুর প্রতিচ্ছবি ঘোলাটে দেখায় কেন? [দি. বো. '১৯] [সেলু-৫০]

উত্তর : খালি চোখে পানিতে ডুব দিলে পানির ভিতরে বস্তুর প্রতিচ্ছবি ঘোলাটে দেখায় কারণ পানির প্রতিসরণাঙ্গের কারণে চোখের ফোকাস দূরত্ব পরিবর্তন হয়ে যায় এতে বস্তু থেকে আলোকরশ্মি চোখের রেটিনার সামনে বা পিছনে মিলিত হয় ফলে পানির ভিতরে বস্তুর প্রতিচ্ছবি ঘোলাটে দেখায়।

প্রশ্ন ৩৪। আপতন কোণের পরিবর্তনে বিচ্যুতি কোণের কিরূপ পরিবর্তন হয়—ব্যাখ্যা কর। [সেলু-২৬]

উত্তর : একটি প্রিজমের বিচ্যুতির পরিমাণ আপতন কোণের উপর নির্ভর করে। প্রিজমের উপর আপত্তি রশ্মির আপতন কোণের মান নিম্ন থেকে ধীরে ধীরে বাড়তে থাকলে প্রথমত বিচ্যুতি কোণ কমতে থাকে। কিন্তু আপতন কোণ একটি নির্দিষ্ট মান অতিক্রম করলে বিচ্যুতি কোণের মান কমার পরিবর্তে বাড়তে শুরু করে। এই বিশেষ মানের আপতন কোণের বেলাতে বিচ্যুতি কোণের মান সবচেয়ে ছেটি হয়। আপতন কোণের মান এর চেয়ে কম বা বেশি হলে বিচ্যুতি কোণ সব সময়ই বড় হবে।

প্রশ্ন ৩৫। ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ বলতে কী বোঝা? [সেলু-৩৪; তফাজল-১২]

উত্তর : প্রিজমে আপত্তি আলোক রশ্মির বিচ্যুতি কোণের মান আপতন কোণের উপর নির্ভর করে। আপতন কোণের মান খুব কম হলে বিচ্যুতি কোণের মান বেশি হয়। আপতন কোণের মান ধীরে ধীরে বাড়তে থাকলে বিচ্যুতি কোণের মান কমতে থাকে। বিচ্যুতি কোণের মান কমতে কমতে একটি সর্বনিম্ন মানে পৌছার পর এটি আর না কমে আপতন কোণ বৃদ্ধির সাথে সাথে বাড়তে থাকে। বিচ্যুতি কোণের এ সর্বনিম্ন মানকে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ বলে।

প্রশ্ন ৩৬। বিবর্ধক কাচ বস্তুর যেকোনো অবস্থামে বিবর্ধিত প্রতিবিষ গঠন করতে পারে না কেন? [সেলু-৩০]

উত্তর : বিবর্ধক কাচের ফোকাস দূরত্বের মধ্যে কোনো বস্তুকে স্পার্শন করে অপর পাশ হতে দেখলে বস্তুটির একটি সোজা, বিবর্ধিত ও অবস্থাৰ প্রতিবিষ চোখের যত কাছে গঠিত হয় প্রতিবিষ চোখের নিকট বিন্দুতে গঠিত হয় তখন তা খালি চোখেই সবচেয়ে স্পষ্ট দেখা যায়। তাই বিবর্ধক কাচ বস্তুর যেকোনো অবস্থামে বিবর্ধিত প্রতিবিষ গঠন করতে পারে না।

প্রশ্ন ৩৭। ক্রিকেট খেলায় সাদা বা লাল বল ব্যবহার করা হয় কেন?

[সেলু-৩৯; আমির-৩৩]

উত্তর : শূন্য মাধ্যমে অর্থাৎ বায়ুতে বিভিন্ন বর্ণের আলোকরশ্মির গতিবেগ সমান বলে শূন্যমাধ্যম বা বায়ু মাধ্যম দিয়ে যাওয়ার সময় সাদা আলোর কোনো বিচ্ছুরণ হয় না। আর লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য অনেক বেশি এবং বিচ্ছিন্ন অনেক কম হওয়ায় বিক্ষেপণও অনেক কম হয়। ফলে এটি খুব সহজেই দৃশ্যমান হয় একটি দিক বরাবর কারণ বিচ্ছুরিত হয়ও অনেক কম। তাই ক্রিকেট খেলার সাদা বা লাল বল ব্যবহার করতে দেখা যায়।

প্রশ্ন ৩৮। প্রতিসরণাঙ্কের মান কীসের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৪২]

উত্তর : প্রতিসরণাঙ্কের মান আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না। এটি নির্ভর করে স্বচ্ছ মাধ্যম দুটির প্রকৃতি এবং আলোকরশ্মির বর্ণের উপর। কোনো মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃন্তির সাথে সাথে হ্রাস পায়। লাল বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি বলে এর প্রতিসরণাঙ্ক কম এবং বেগুনি বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কম বলে এর প্রতিসরণাঙ্ক বেশি। অতএব, সাধারণভাবে বলা যায় আপতিত আলোকরশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য যত ছোট হয় তার জন্য মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কও তত বেশি হয়।

প্রশ্ন ৩৯। লেন্সের প্রতিসরণ ক্ষমতা মানব চোখের কর্ণিয়া অপেক্ষা কম কেন? [সেলু-৪৩]

উত্তর : লেন্স বায়ু ভিন্ন অন্য কোনো মাধ্যমে থাকলে এর কার্যকরী ক্ষমতা অনেকাংশে হ্রাস পায়। মানব চোখের লেন্স এবং কর্ণিয়া উভয়ই উভল লেন্স রূপে ক্রিয়া করে। বায়ু মাধ্যম হতে আলো কর্ণিয়াতে প্রবেশ করে বলে কর্ণিয়ার প্রতিসরণ ক্ষমতা বেশি। অন্যদিকে পানি জাতীয় মাধ্যমে ঝুলে থাকার কারণে মানব চোখের প্রতিসরণ ক্ষমতা বায়ু মাধ্যমের তুলনায় কম হয়। এজন্য মানব চোখের লেন্সের প্রতিসরণ ক্ষমতা কর্ণিয়া অপেক্ষা কম।

প্রশ্ন ৪০। চাঁদের আকাশ কালো দেখায় কেন?

[সেলু-৪০; আমির-৩৪; প্রামাণিক-৫৭]

উত্তর : পৃথিবীর বায়ুমণ্ডল না থাকলে বিক্ষেপণ হতো না। ফলে আকাশ হতে কোনো আলো আমাদের চোখে পৌছাত না। তখন এমন কি দিনের বেলাতেও আকাশকে কালো দেখাত। নভোচারীগণ মহাকাশযানে বায়ুমণ্ডল অতিক্রম করার পর বস্তুত এই অভিজ্ঞতার সম্মুখীন হয়েছেন। চাঁদে কোনো বায়ুমণ্ডল নেই বলে চাঁদের আকাশকে কালো দেখায়।

প্রশ্ন ৪১। বয়স বাড়ার সাথে সাথে স্পষ্ট দর্শনের নিকট বিন্দু চোখ থেকে দূরে সরে যায় কেন? [সেলু-৪৪]

উত্তর : বয়স বৃন্তির সাথে সাথে অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ কমে যায় বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বেড়ে গিয়ে অভিসারী ক্ষমতা কমে যায়। ফলে স্পষ্ট দর্শনের নিকটবিন্দু চোখ থেকে দূরে সরে যায়। এ কারণে দূরের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পেলেও কাছের জিনিস দেখতে পায় না। এই তুটিকে নীর্ব বা হাইপার যেট্রোপিয়া বলে। এই তুটিপূর্ণ চোখের নিকটবিন্দু 25 cm এর চেয়ে অনেক বেশি হয়।

প্রশ্ন ৪২। জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের মূলনীতি ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৪১]

উত্তর : জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের মূলনীতি নিম্নরূপ :

এই যন্ত্রে দুটি উভল লেন্স আছে। একটি অভিসরী এবং অপরাটি অভিনেত্রী। অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব ও উচ্চেষ্ঠ ছোট, একে সর্বদা বস্তুর দিকে রাখা হয়। অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব ও উচ্চেষ্ঠ বড়। অভিনেত্রে পর্যবেক্ষকের চোখের দিকে থাকে। অভিনেত্রটিকে একটি ছুর সাহায্যে উঠিয়ে বা নামিয়ে বস্তুটির এটি সুল্পষ্ট এবং বিবরিত প্রতিবিষ স্পষ্ট দৃষ্টির ন্যূনতম দূরত্বে গঠন করা হয়।

প্রশ্ন ৪৩। কাচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12} km বলতে কি বুঝ?

[সেলু-৭; আমির-৫৪]

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।

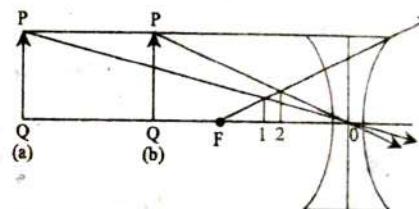
প্রশ্ন ৪৪। কাচের সংজ্ঞট কোণ 42° বলতে কী বোঝ?

[সেলু-৩৬; আমির-৫৭; তপন-১১]

উত্তর : আলোক রশ্মি ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে আপত্তি হলে আপত্তি কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণ 90° হয় সে কোণকে সংজ্ঞট কোণ বলে। কাচের সংজ্ঞট কোণ 42° বলতে বোঝায় কাচ হতে বায়ুতে আলোকরশ্মি আপত্তি হওয়ার সময় আপত্তি কোণের মান 42° হলে প্রতিসরণ কোণ 90° হয়।

প্রশ্ন ৪৫। অবতল লেন্সে বাস্তব প্রতিবিষ পাওয়া যায় কি-না— ব্যাখ্যা কর। [সেলু-১০; আমির-৪৭; প্রামাণিক-১৪]

উত্তর : অবতল লেন্সে বাস্তব বিষ গঠিত হয় না। সর্বদাই অবস্থার এবং খর্বিত বিষ পাওয়া যায়। রশ্মি চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হলো :



বস্তুর a ও b অবস্থানের জন্য 1 ও 2 নম্বর অবস্থানে বিষ দেখানো হলো। প্রত্যেক ক্ষেত্রেই বিষ অবস্থার ও খর্বিত। বস্তুকে লেন্সের যত কাছেই রাখা হোক না কেন বিষ কখনোই বস্তুর আকারের সমান হবে না।

প্রশ্ন ৪৬। লেন্স এবং প্রিজমের মধ্যে আলোর প্রতিসরণের তুলনা কর। [আমির-৫১; প্রামাণিক-৩২; তপন-৩৫]

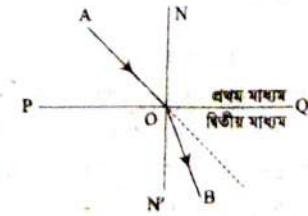
উত্তর : লেন্সের মধ্যদিয়ে একগুচ্ছ আলোক রশ্মি গমনকালে কোথাও মিলিত হবে (উভল লেন্সে) অথবা কোনো বিন্দু থেকে অপস্ত হচ্ছে বলে মনে হয় (অবতল লেন্সে)।

অপর পক্ষে, প্রিজমের মধ্যদিয়ে সাদা আলোক রশ্মি প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূলবর্ণে বিভক্ত হয়, যাকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে। বিচ্ছুরণের ফলে মূল বর্ণসমূহের একটি সংজ্ঞা পাওয়া যায় যাকে বর্ণালি বলে। বিচ্ছুরিত আলোক রশ্মিসমূহ প্রত্যেকেই একবৰ্ণী।

প্রশ্ন ৪৭। প্রতিসরণের ক্ষেত্রে প্রথম ও দ্বিতীয় মাধ্যম বলতে কী বুঝায়? [সেলু-৩৭; প্রামাণিক-৪]

উত্তর : আপত্তি রশ্মি দুটি মাধ্যমের বিভিন্নতলে কোনো বিন্দুতে আপত্তি হওয়ার পূর্ব পর্যন্ত যে মাধ্যম দিয়ে গমন করে তাকে প্রথম মাধ্যম বলে। চিত্রের উপরের মাধ্যমটিকে প্রথম মাধ্যম বলা হয়।

প্রতিস্ত রশ্মি যে মাধ্যম দিয়ে গমন করে তাকে দ্বিতীয় মাধ্যম বলে। চিত্রে নিচের মাধ্যমটি দ্বিতীয় মাধ্যম।



প্রশ্ন ৪৮। 4° প্রিজম কোণ সম্পর্কে প্রিজমের ক্ষেত্রে $\delta = (\mu - 1)A$ সমীকরণটি প্রযোজ্য কিনা? [সেলু-১১]

উত্তর : $\delta = (\mu - 1)A$ সমীকরণটি সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। কোনো প্রিজমের প্রিজম কোণ 6° অপেক্ষা বড় না হলে তাকে সরু প্রিজম বলে। অর্থাৎ সরু প্রিজমের প্রিজম কোণ 6° অপেক্ষা বড় হতে পারবে না। সুতরাং 4° প্রিজম কোণ সম্পর্ক কোনো প্রিজমের ক্ষেত্রে $\delta = (\mu - 1)A$ সমীকরণটি প্রযোজ্য হবে না।

প্ৰশ্ন ৪৯। লেন্সের প্ৰথম প্ৰধান ফোকাস বলতে কী বুঝা? [সেলু-৩]

উত্তৰ : লেন্সের প্ৰধান অক্ষের উপরস্থ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু আছে যে বিন্দু অতিমুখী একগুচ্ছ সবু আলোককৰণী লেন্সে প্ৰতিসূৱণের পৰ প্ৰধান অক্ষের সমান্তৰালে নিৰ্গত হয়। এই বিন্দুকে প্ৰথম প্ৰধান ফোকাস বলে।

প্ৰশ্ন ৫০। আলোৰ ব্যতিচাৰে সুসংজ্ঞত উৎসেৰ প্ৰয়োজন কেন? [সেলু-১৭]

উত্তৰ : স্থায়ী দশাপৰ্যাক্ত ও সমান তৰঙ্গদৈৰ্ঘ্যবিশিষ্ট আলোক নিৰ্গমনকাৰী দুটি আলোক উৎসকে পৰম্পৰেৱে সুসংজ্ঞত উৎস বলা হয়। দুটি আলোক তৰঙ্গেৰ উপৰিপাতন ঠিক সমদশায় বা বিপৰীত দশায় না হলে, উপৰিপাতন বিন্দুটিতে একবাৰ সমদশায় পৰক্ষণে আবাৰ বিপৰীত দশায় মিলিত হওয়ায় বিন্দুটি একবাৰ উজ্জল পৰক্ষণে অন্ধকাৰ হবে এবং সেটা এতো দুট ঘটে (10^{-8} s) যে, দৰ্শনাভূতিৰ স্থায়ীভূক্তকাৰে (10^{-1} s) মধ্যে ঘটাৰ কাৰণে আমৱা ব্যতিচাৰ ডোৱা না দেখে সমভাৱে আলোকিত সাখাৰণ উজ্জলতাই দেখতে পাৰ। তাই স্থায়ী ব্যতিচাৰ সৃষ্টিৰ জন্য সুসংজ্ঞত উৎস অপৰিহাৰ্য।

সুতৰাং বলা যায়, সুসংজ্ঞত উৎস ব্যতীত ব্যতিচাৰ সৃষ্টি হয় না।

প্ৰশ্ন ৫১। কৌণিক বিবৰ্ধন বলতে কী বোঝায়? [সেলু-১৫; প্ৰামাণিক-১৬]

উত্তৰ : প্ৰতিবিষ্ট দ্বাৰা সৃষ্টি বীক্ষণ কোণ এবং লক্ষ্যবস্তু দ্বাৰা সৃষ্টি বীক্ষণ কোণেৰ অনুপাতকে কৌণিক বিবৰ্ধন বলে। কৌণিক বিবৰ্ধন কোণ বীক্ষণ যন্ত্ৰে ক্ষেত্ৰে পৰিমাপ কৰা হয়। বীক্ষণ যন্ত্ৰ ছাড়া যদি বস্তুটি চোখে α কোণ তৈৰি কৰে এবং যন্ত্ৰ ব্যবহাৱেৰ ফলে চূড়ান্ত প্ৰতিবিষ্টি যদি চোখে β কোণ তৈৰি কৰে তবে কৌণিক বিবৰ্ধন,

$$m = \frac{\text{প্ৰতিবিষ্টি দ্বাৰা চোখে উৎপন্ন কোণ}}{\text{বস্তু দ্বাৰা চোখে উৎপন্ন কোণ}} = \frac{\beta}{\alpha}$$

প্ৰশ্ন ৫২। সবু প্ৰিজমেৰ ক্ষেত্ৰে বিচুতি কোণ আপতন কোণেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে না কেন? [সেলু-২৪; প্ৰামাণিক-৩০; রাজউক উত্তৰ মডেল কলেজ]

উত্তৰ : কোনো প্ৰিজমেৰ প্ৰিজম কোণ 60° বা তা অপেক্ষা কম হলে তাকে সবু প্ৰিজম বলে। সবু প্ৰিজমেৰ ক্ষেত্ৰে এৰ একটি প্ৰতিসূৱণ তলে আলোকৰশ্য প্ৰায় লম্বভাৱে আপতিত হয় অৰ্থাৎ আপতন কোণ খুব ক্ষুণ্ণ হয় বলে প্ৰতিসূৱণ কোণও খুব ছোট হয়। ফলে i_2 এবং i_2 কোণগুলোও খুব ছোট হয়। বিচুতি কোণেৰ সমীকৰণ হলো $\delta = i_1 + i_2 - A$ । কিন্তু i_1 ও i_2 খুব ছোট হওয়ায় সবু প্ৰিজমেৰ ক্ষেত্ৰে এই সমীকৰণটি হয় $\delta = (\mu - 1)A$ । অৰ্থাৎ, সবু প্ৰিজমেৰ বিচুতি কোণ নিৰ্ভৰ কৰে প্ৰিজম পদাৰ্থেৰ প্ৰতিসূৱণক এবং প্ৰিজম কোণেৰ উপৰ। এজন্য সবু প্ৰিজমেৰ বিচুতি কোণ আপতন কোণেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে না।

প্ৰশ্ন ৫৩। আলোকেৰ বৰ্ণালি উৎপত্তিৰ কাৰণগুলো মেখ।

[সেলু-১০; প্ৰামাণিক-৪৬]

উত্তৰ : আলোক রশ্য যখন এক ষষ্ঠ মাধ্যম থেকে অন্য ষষ্ঠ মাধ্যমে প্ৰবেশ কৰে তখন আলোক রশ্য বিভেদতলে বেঁকে যায়। সূৰ্যেৰ সাদা আলো সাতটি রঞ্জেৰ সমষ্টিয়ে সৃষ্টি তাই সূৰ্যেৰ আলো প্ৰিজমে প্ৰতিসূৱণেৰ ফলে রশ্যৰ গতিপথ বেঁকে যায়। ভিন্ন ভিন্ন আলোৰ জন্য বাঁকাৰ পৰিমাপ ভিন্ন হওয়ায় প্ৰিজমেৰ মধ্যে সাদা আলো সাতটি বৰ্ণে বিশিষ্ট হয়ে প্ৰিজম থেকে নিৰ্গত হয়। ফলে পৰ্দাৰ উপৰ আমৱা বৰ্ণালি দেখতে পাই। শূন্য মাধ্যম ব্যতীত অন্য যেকোনো মাধ্যমে এক এক বৰ্ণেৰ আলোৰ বেগ এক এক বৰকম হয়। এ কাৰণে একই মাধ্যমেৰ প্ৰতিসূৱণক ভিন্ন ভিন্ন রঞ্জেৰ জন্য বিভিন্ন হয়। সুতৰাং বলা যায়, বিভিন্ন বৰ্ণেৰ আলোৰ জন্য মাধ্যমেৰ প্ৰতিসূৱণকেৰ বিভিন্নতাৰ জন্য বৰ্ণালি উৎপন্ন হয়।

প্ৰশ্ন ৫৪। স্বাভাৱিক বিচুৱণ ও ব্যতিকৃষ্ট বিচুৱণ বলতে কী বুঝা? [সেলু-৩০]

উত্তৰ : তৰঙ্গদৈৰ্ঘ্য বৃত্তিৰ সাথে সাথে বিচুতি তথা প্ৰতিসূৱণক হুস পায় এবং তৰঙ্গদৈৰ্ঘ্য হাসেৰ সাথে সাথে বিচুতি বা প্ৰতিসূৱণক বৃত্তি পায়। যদি কোনো মাধ্যমে আলোৰ বিচুৱণ এমন হয় যে তৰঙ্গদৈৰ্ঘ্য হাসেৰ ফলে বিচুতি বৃত্তি পায়, তবে সেই বিচুৱণকে স্বাভাৱিক বিচুৱণ এবং বিচুৱণ যদি এ নিয়ম মেনে না চলে তবে তাকে অস্বাভাৱিক বিচুৱণ বা ব্যতিকৃষ্ট বিচুৱণ বলে।

প্ৰশ্ন ৫৫। আলোৰ বিচুৱণেৰ কাৰণ ব্যাখ্যা কৰ। [সেলু-১৬; প্ৰামাণিক-৪৭]

উত্তৰ : কাচেৰ মতো বিচুৱক মাধ্যমে বিভিন্ন বৰ্ণেৰ আলোকৰশ্যৰ গতিবেগ বিভিন্ন। লাল আলোৰ গতিবেগ সৰ্বাপেক্ষা বেশি এবং বেগুনি বৰ্ণেৰ সৰ্বাপেক্ষা কম। বিভিন্ন গতিবেগেৰ ফলে প্ৰিজমেৰ বেধ অতিক্ৰম কৰতে দাল, নীল প্ৰভৃতি আলোকৰশ্যৰ বিভিন্ন সময় নেয় এবং পৰম্পৰ হতে পৃথক হয়ে পড়ে। শূন্য মাধ্যমে অথবা বাযুতে বিভিন্ন বৰ্ণেৰ আলোকৰশ্যৰ গতিবেগ সমান বলে শূন্য মাধ্যম অথবা বাযু মাধ্যম দিয়ে যাওয়াৰ সময় সাদা আলোৰ কোনো বিচুৱণ হয় না। সাদা রঞ্জেৰ আলোৰ এই সাতটি রঞ্জে বিশিষ্ট হওয়াৰ প্ৰক্ৰিয়াকে বিচুৱণ বলে। প্ৰিজম হতে নিৰ্গত রশ্যকে পৰ্দাৰ উপৰ ফেললে সাতটি রঞ্জেৰ এক মনোৱম পঢ়ি দেখা যায়। এই রঙিন পঢ়িৰ নাম বৰ্ণালী।

প্ৰশ্ন ৫৬। আলোৰ ব্যৱপাতিতে কৌণিক বিবৰ্ধন অধিক উপযোগী হয় কেন?— ব্যাখ্যা কৰ। [সেলু-২৮]

উত্তৰ : প্ৰতিবিষ্ট দ্বাৰা সৃষ্টি বীক্ষণ কোণ এবং লক্ষ্যবস্তু দ্বাৰা সৃষ্টি বীক্ষণ কোণেৰ অনুপাতকে কৌণিক বিবৰ্ধন বলে। কৌণিক বিবৰ্ধন কোণ বীক্ষণ যন্ত্ৰে ক্ষেত্ৰে পৰিমাপ কৰা হয়। বীক্ষণ যন্ত্ৰ ছাড়া যদি বস্তুটি চোখে α কোণ তৈৰি কৰে এবং যন্ত্ৰ ব্যবহাৱেৰ ফলে চূড়ান্ত প্ৰতিবিষ্টি যদি চোখে β কোণ তৈৰি কৰে তবে কৌণিক বিবৰ্ধন,

$$m = \frac{\text{প্ৰতিবিষ্টি দ্বাৰা চোখে উৎপন্ন কোণ}}{\text{বস্তু দ্বাৰা চোখে উৎপন্ন কোণ}} = \frac{\beta}{\alpha}$$

প্ৰশ্ন ৫৭। ফাৰ্মাটেৰ নীতি ব্যাখ্যা কৰ।

[সেলু-৩২; আমিৰ-১; প্ৰামাণিক-৬, তফাজুল-১]

উত্তৰ : একটি নিৰ্দিষ্ট বিন্দু হতে অপৰ একটি নিৰ্দিষ্ট বিন্দুতে পৰিভ্ৰমণকালে আলোকৰশ্য এমন একটি পথ অগুস্তৰণ কৰে যা অতিক্ৰমে প্ৰয়োজনীয় সময় নিকটবৰ্তী অন্যান্য

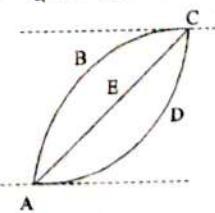
পথেৰ তুলনায় হয় সৰ্বনিম্ন বা অবম

নতুবা সৰ্বোচ্চ বা চৰম অথবা

অপৰিবৰ্তিত তথা স্থিৰ। এটি

ফাৰ্মাটেৰ নীতি নামে পৰিচিত।

চিত্ৰানুযায়ী, আলো ABC এবং ADC পথে না গিয়ে আলো AEC পথে অতিক্ৰম কৰবে।



প্ৰশ্ন ৫৮। কাচকে বিচুৱক মাধ্যম বলা হয় কেন? [সেলু-৩৫; প্ৰামাণিক-৩৯]

উত্তৰ : যে মাধ্যম আলোৰ বিচুৱণ ঘটায় তাকে বিচুৱক মাধ্যম বলে। সাদা আলোকৰশ্য কাচ প্ৰিজমেৰ মধ্য দিয়ে যাবাৰ ফলে সাদা আলো বিশিষ্ট হয়ে সাতটি বৰ্ণেৰ আলোকৰশ্যতে বিভক্ত হয়। অৰ্থাৎ কাচ মাধ্যমে সাদা আলোৰ এ ধৰনেৰ বিশেষণ ঘটায়। এজন্য কাচকে বিচুৱক মাধ্যম বলা হয়।