

নবম অধ্যায়

আলোর প্রতিসরণ

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও সমাধান

প্রশ্ন -১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দশম শ্রেণির ছাত্রী শিউলী শ্রেণিকক্ষে ব্ল্যাকবোর্ডের লেখা ভালোভাবে দেখতে পায় না। ফলে ডাক্তারের শরণাপন্ন হলে ডাক্তার তাকে $-2D$ ক্ষমতাসম্পন্ন লেন্স চশমা হিসাবে ব্যবহারের পরামর্শ দিলেন।

ক. লেন্স কাকে বলে?

খ. স্পর্শ না করে কীভাবে একটি লেন্স শনাক্ত করা যায়?

গ. শিউলীর চশমার ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. শিউলীকে ঋণাত্মক ($-$) ক্ষমতার লেন্স ব্যবহারের পরামর্শ দেওয়ার যৌক্তিকতা লেখ।

▶◀ ১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. দুটি গোলায় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

খ. স্পর্শ না করে লেন্স শনাক্ত করার জন্য লেন্সের সামনে খুব কাছাকাছি একটি আঙুল রেখে অপরদিক থেকে দেখলে যদি আঙুলের সোজা ও বিবর্ধিত বিম্ব গঠিত হয় সেই লেন্স উত্তল আর যদি সোজা কিন্তু খর্বিত প্রতিবিম্ব গঠিত হয় তাহলে সেই লেন্স অবতল।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{লেন্সের ক্ষমতা, } P = -2 D$$

$$\text{ফোকাস দূরত্ব, } f = ?$$

আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } f = \frac{1}{P} \text{ m}$$

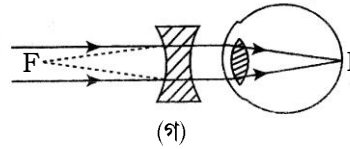
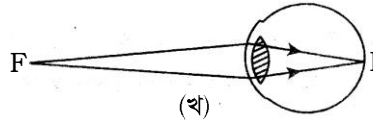
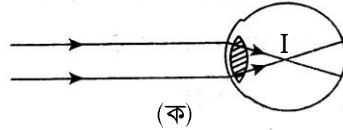
$$= \frac{1}{-2} m$$

$$= -0.5 m$$

যেহেতু ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক যেহেতু লেন্সটি অবতল।

∴ শিউলীর লেন্সের ফোকাস দূরত্ব – 0.5 m।

ঘ. শিউলী শ্রেণিকক্ষে ব্ল্যাকবোর্ডের লেখা ভালোভাবে দেখতে পায় না। অর্থাৎ সে দূরের বস্তু বা জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায় না। সুতরাং তার চোখের যে ত্রুটি তা হলো হ্রস্ব দৃষ্টি। অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ, অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এই ত্রুটি দেখা দেয়।



যেহেতু অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এ ত্রুটি হয়, তাই অভিসারী ক্ষমতা কমানোর জন্য তথা ত্রুটি প্রতিকারে সহায়ক লেন্স হিসেবে ঋণাত্মক ক্ষমতার লেন্স বা অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। তাছাড়া একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। এই লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুতে গঠন করে। সুতরাং ত্রুটিপূর্ণ ব্যক্তি এই লেন্সের চশমা ব্যবহার করলে সহজেই চোখের দূরবিন্দুতে দেখতে পাবে। তাই ডাক্তার শিউলীকে ঋণাত্মক ক্ষমতাবিশিষ্ট লেন্স ব্যবহার করতে পরামর্শ দেওয়ার যৌক্তিকতা যথার্থই ছিল।

প্রশ্ন –২▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শাকিল 20 cm ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স নিয়ে লেন্সটির বক্রতার কেন্দ্র হতে 30 cm দূরে প্রধান অক্ষের উপর একটি লক্ষ্যবস্তু রেখে লেন্সের বিপরীত পাশে রক্ষিত পর্দায় প্রতিবিম্ব দেখতে পেল।

ক. আলোর প্রতিসরণ কাকে বলে? ১

খ. ক্রান্তি কোণ মূলত একটি আপতন কোণ—

ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উল্লিখিত লেন্সটির ক্ষমতা

কত? ৩

ঘ. লক্ষ্যবস্তুটি যদি পূর্বাবস্থা হতে লেন্সের দিকে 15 cm সরানো হয় তবে বিম্বের অবস্থান দেখার জন্য শাকিলকে কী ব্যবস্থা নিতে হবে, রশ্মিচিত্রের সাহায্যে তা উপস্থাপন কর।

৪

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোকরশ্মি এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে ভিনু স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করলে দুই মাধ্যমের বিভেদতলে এর দিক পরিবর্তিত হয়। আলোকরশ্মির এই দিক পরিবর্তনের ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে।

খ. ঘন মাধ্যম থেকে আলোক রশ্মি যখন হালকা মাধ্যমে প্রতিসৃত হয়, তখন প্রতিসৃত রশ্মিটি হালকা মাধ্যমে অভিলম্ব থেকে দূরে বেঁকে যায়, ফলে আপতন কোণের চেয়ে প্রতিসরণ কোণ বড় হয়। এভাবে ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ বৃদ্ধি করলে হালকা মাধ্যমে প্রতিসরণ কোণও বৃদ্ধি পায়। আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণের মান 90° হয় ঐ আপতন কোণটিই হলো ক্রান্তি কোণ। তাই ক্রান্তি কোণ মূলত একটি আপতন কোণ।

গ. দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, } f &= 20\text{cm} \\ &= 0.2\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{লেন্সটির ক্ষমতা, } P = ?$$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } P &= \frac{1}{f} \\ &= \frac{1}{0.2\text{m}} \\ &= 5\text{d} \end{aligned}$$

অতএব, লেন্সটির ক্ষমতা 5d

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

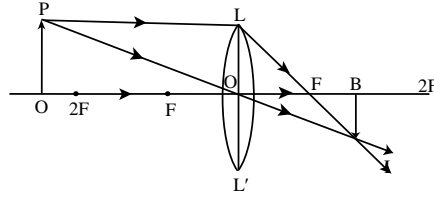
$$\text{লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, } f = 20 \text{ cm}$$

$$\therefore 2f = (20 \times 2) \text{ cm}$$

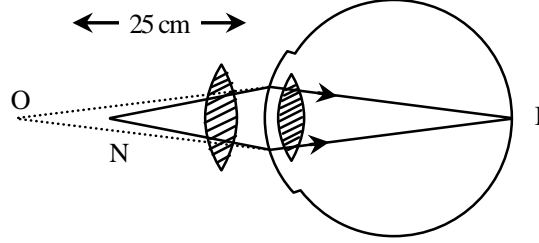
$$= 40 \text{ cm}$$

লক্ষ্যবস্তুটি যদি পূর্বাবস্থা হতে লেন্সের দিকে 15 cm সরানো হয় তা অসীম ও 2f এর মাঝে থাকবে।

এই অবস্থানের রশ্মিচিত্র নিচে দেওয়া হলো—



A থেকে একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র বরাবর এবং একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর এগুলো I বিন্দুতে মিলিত হয়। I থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB লম্বই OA বিষ়। বিশ্বের অবস্থান দেখতে হলে শাকিলকে উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। কারণ, একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে।



চিত্র-(খ)

এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে শাকিলকে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তু বিশ্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O তে গঠন করে [চিত্র (খ)]।

প্রশ্ন -৩ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

40cm বক্রতার ব্যাসার্ধের একটি উত্তল লেন্সের প্রধান অক্ষের ওপর আলোক কেন্দ্র থেকে 25cm দূরে একটি লক্ষ্যবস্তু রাখা হলো।

- ক. প্রতিসরণাঙ্ক কাকে বলে? ১
- খ. আলোর প্রতিসরণ হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. লেন্সটির ক্ষমতা কত? ৩

?

- ঘ. যদি লক্ষ্যবস্তু তার অবস্থান থেকে 10cm সামনে এবং পিছনে সরানো হয় তবে প্রতিবিশ্বের প্রকৃতি একই হবে কী? রশ্মিচিত্রের সাহায্যে মতামত দাও। ৪

ক. আলোকরশ্মি যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত যে ধ্রুব সংখ্যা হয় তাকে প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

খ. আলোকরশ্মি এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে ভিন্ন স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করলে দুই মাধ্যমের বিভেদতলে এর দিক পরিবর্তিত হয়। আলোকরশ্মির এই দিক পরিবর্তনের ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে। বিভিন্ন মাধ্যমে আলোর বেগ বিভিন্ন হওয়ার কারণেই মাধ্যম পরিবর্তনের সময় আলোর প্রতিসরণ ঘটে।

গ. দেওয়া আছে,

লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = 40\text{cm}$

$$\begin{aligned} \therefore \text{লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, } f &= 2r \\ &= 2 \times 40\text{cm} \\ &= 80\text{cm} \\ &= 0.8 \text{ m} \end{aligned}$$

লেন্সটির ক্ষমতা, $P = ?$

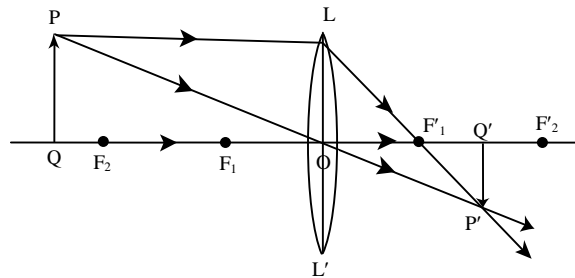
আমরা জানি,

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{f} \\ &= \frac{1}{0.8\text{m}} \\ &= +1.25 \text{ D} \end{aligned}$$

নির্ণেয় লেন্সটির ক্ষমতা $+ 1.25 \text{ D}$

ঘ. মনে করি, LOL' একটি উত্তল লেন্স। O এর আলোক কেন্দ্র। F_1, F_2 এর প্রধান ফোকাস এবং ফোকাস দূরত্ব f ।

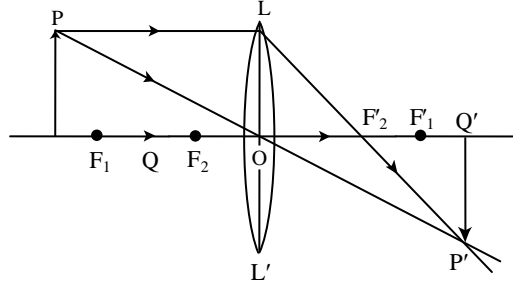
এর প্রধান অক্ষ F_1F_2 এর উপর PQ লম্ব্যবস্ত্ত লম্বভাবে অবস্থিত। যদি লম্ব্যবস্ত্ত তার অবস্থান থেকে 10cm সামনে সরানো হয় তবে,



চিত্র-ক

P থেকে একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র বরাবর এর একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর এগুলো P' বিন্দুতে মিলিত হয় (চিত্র-ক)।

P' থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত $P'Q'$ লম্বই PQ এর বিম্ব। $P'Q'$ বিম্বের প্রকৃতি বাস্তব ও উল্টো। আবার, যদি লক্ষ্যবস্তু তার অবস্থান থেকে 10cm পেছনে সরানো হয় তবে,

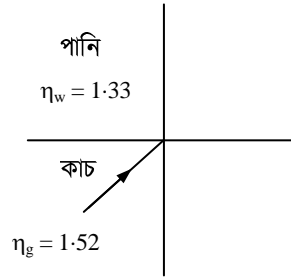


চিত্র-খ

P থেকে একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র বরাবর এবং একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর P' বিন্দুতে মিলিত হয় (চিত্র -খ)।

P' থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত $P'Q'$ লম্বই PQ এর বিম্ব। $P'Q'$ বিম্বের প্রকৃতি বাস্তব ও উল্টো। উপরিউক্ত রশ্মিচিত্রের সাহায্যে একথা বলা যায় যে, লক্ষ্যবস্তুকে তার অবস্থান থেকে 10cm সামনে বা পেছনে সরানো হলে তার প্রতিবিম্বের প্রকৃতি একই হবে।

প্রশ্ন - ৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. আলোর প্রতিফলনের সূত্র লিখ। ১

খ. দুপুর বেলা প্রচণ্ড রোদে উত্তপ্ত বালুচরে হাঁটার সময় অনতিদূরে জলরাশি আছে বলে মনে হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

? গ. উদ্দীপকের আলোকে পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. কাচ হতে পানিতে প্রতিসরণের ক্ষেত্রে আপতন কোণের মান কত অপেক্ষা বেশি হলে অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে? ৪

▶◀ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. আলোর প্রতিফলনের সূত্রগুলো হলো :

১. আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে অবস্থান করে।

২. প্রতিফলন কোণ আপতন কোণের সমান হয়।

খ. আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের জন্য দুপুর বেলা প্রচণ্ড রোদে উত্তপ্ত বালুচরে মরীচিকা সৃষ্টি হয়। এ সময় বালুচর উত্তপ্ত হয় এবং নিকটস্থ বায়ুস্তর হালকা হয়। আলোকরশ্মি এ সময় ঘনতর মাধ্যম হতে লঘুতর মাধ্যমে প্রবেশ করে। ফলে প্রতিসরিত রশ্মি অভিলম্ব হতে দূরে সরে যায়। এতে আপতন কোণের মান বাড়তে থাকে। এক পর্যায়ে আপতন কোণের মান মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ অপেক্ষা বড় হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে। ফলে আলোকরশ্মি উপরের দিকে বেঁকে চোখে প্রবেশ করে এবং দৃষ্টিভ্রম হয়। তাই দুপুর বেলা প্রচণ্ড রোদে উত্তপ্ত বালুচরে হাঁটার সময় অনতিদূরে জলরাশি আছে বলে মনে হয়।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{পানির প্রতিসরণাঙ্ক, } \eta_w = 1.33$$

$$\text{কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, } \eta_g = 1.52$$

$$\text{পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, } {}_w\eta_g = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} {}_w\eta_g &= \frac{\eta_g}{\eta_w} \\ &= \frac{1.52}{1.33} \\ &= 1.143 \end{aligned}$$

অতএব, পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.143.

ঘ. 'গ'নং থেকে পাই,

$$\text{পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, } {}_w\eta_g = 1.143$$

কাচ সাপেক্ষে পানির ক্রান্তি কোণ θ_c হলে,

আমরা জানি,

$${}_w\eta_g = \frac{1}{\sin\theta_c}$$

$$\text{বা, } \sin\theta_c = \frac{1}{{}_w\eta_g}$$

$$\text{বা, } \sin\theta_c = \frac{1}{1.143}$$

$$\text{বা, } \sin\theta_c = 0.875$$

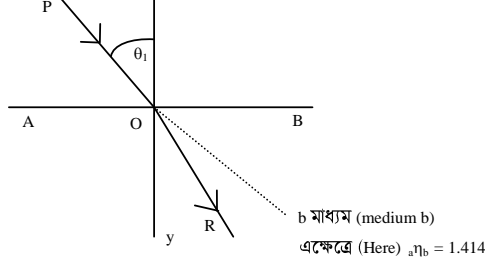
$$\text{বা, } \theta_c = \sin^{-1}(0.875)$$

$$\therefore = 61.2^\circ$$

যেহেতু কাচ ও পানির মধ্যকার ক্রান্তি কোণ 61.2°

আমরা জানি, পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন সংঘটনের জন্য আপতন কোণ অবশ্যই ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হবে। তাই কাচ হতে পানিতে প্রতিসরণের ক্ষেত্রে আপতন কোণের মান 61.2° চেয়ে বেশি হলে অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে।

প্রশ্ন - ৫ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. অ্যাকুয়াস হিউমার কাকে বলে? ১

খ. a এবং b মাধ্যমের মধ্যে কোন মাধ্যমটি বেশি ঘন? ব্যাখ্যা কর। ২

? গ. b মাধ্যমের সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. $\theta_1 = 0^\circ$ হলে প্রতিসৃত রশ্মিটি কোন পথে যাবে? স্নেলের সূত্রের আলোকে ব্যাখ্যা কর। ৪

◀▶ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কর্ণিয়া ও চক্ষু লেন্সের মধ্যবর্তী স্থান যে স্বচ্ছ লবণাক্ত জলীয় পদার্থে পূর্ণ থাকে তাকে অ্যাকুয়াস হিউমার বলে।

খ. আলোকরশ্মি এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে ভিনু স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করলে দুই মাধ্যমের বিভেদতল এর দিক পরিবর্তিত হয়। আলোকরশ্মির এই দিক পরিবর্তনের ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে।

বিভিনু মাধ্যমে আলোর বেগ বিভিনু হওয়ায় মাধ্যম পরিবর্তনের সময় আলোর প্রতিসরণ ঘটে। আলোকরশ্মি হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে প্রতিসৃত হলে প্রতিসৃত রশ্মি অভিলম্বের দিকে যায় অর্থাৎ আপতন কোণ > প্রতিসরণ কোণ।

উদ্দীপক চিত্রে দেখা যায় আপতন কোণ, প্রতিসরণ কোণের চেয়ে বড়। তাই a মাধ্যম অপেক্ষা b মাধ্যমটি বেশি ঘন।

গ. দেওয়া আছে,

a মাধ্যম সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_b = 1.414$

b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_a = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned}n_a &= \frac{1}{n_b} \\ &= \frac{1}{1.414} \\ &= 0.707\end{aligned}$$

অতএব, b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক 0.707 ।

ঘ. স্নেলের সূত্রটি হলো—

একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মির ক্ষেত্রে আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা ধ্রুবক।

উদ্দীপকের চিত্র থেকে পাই,

a মাধ্যম সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_b = 1.414$

দেওয়া আছে, আপতন কোণ, $\theta_1 = 0^\circ$

মনে করি, প্রতিসরণ কোণ = r

আমরা জানি, স্নেলের সূত্রানুযায়ী

আলোকরশ্মি যদি a মাধ্যম থেকে b মাধ্যমে প্রবেশ করে তবে a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক

$$n_b = \frac{\sin \theta_1}{\sin r}$$

$$\text{বা, } \sin r = \frac{\sin \theta_1}{n_b}$$

$$\text{বা, } \sin r = \frac{\sin 0^\circ}{1.414}$$

$$\text{বা, } \sin r = 0$$

$$\therefore r = 0^\circ$$

অর্থাৎ আপতন কোণ 0° হলে প্রতিসরণ কোণও 0° হবে, তাই $\theta_1 = 0^\circ$ এর জন্য প্রতিসৃত রশ্মিটি কোনো পথে বেঁকে না গিয়ে বরং অভিলম্ব বরাবর প্রতিসৃত হবে।

প্রশ্ন -৬ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রিমার চশমার ক্ষমতা, $P = 2.25d$. লেন্সে আপতিত রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে এসে প্রতিসরণের পর লেন্সের আলোক কেন্দ্র থেকে x সেমি দূরত্বে অপসারিত হয়।



ক. লেন্সের ক্ষমতা কাকে বলে? ১

খ. রিমার চোখের ত্রুটি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 'x' এর মান নির্ণয়

কর।

৩

ঘ. যদি রিমা চশমা ব্যবহার না করে,
তখন চক্ষু লেন্সে যে প্রতিবিম্ব গঠিত
হয়, তা রশ্মিচিত্র ঐকে ব্যাখ্যা কর। ৪

▶◀ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মিকে কোনো লেন্সের অভিসারী গুচ্ছে বা অপসারী গুচ্ছে পরিণত করার সামর্থ্যকে ওই লেন্সের ক্ষমতা বলে।

খ. রিমার চোখের ত্রুটি হলো হ্রস্ব দৃষ্টি।

এ ত্রুটির ফলে সে দূরের জিনিস ভালোভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায়। সাধারণত এ ত্রুটি সংশোধন করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{চশমার ক্ষমতা, } P = -2.25d$$

$$\text{চোখের নিকট বিন্দু} = -25\text{cm} = 0.25\text{m}$$

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

$$\text{বা, } f = \frac{1}{-2.25d}$$

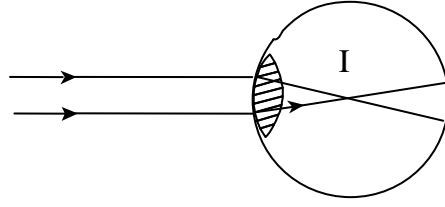
$$\therefore f = -0.44\text{m}$$

$$\text{নির্ণেয় } x \text{ এর মান} = 0.44\text{m} - 0.25\text{m}$$

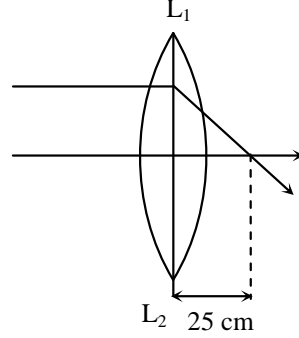
$$= 0.19\text{m}$$

ঘ. উদ্দীপকে রিমার চশমার ক্ষমতা $-2.25d$ অর্থাৎ তার ব্যবহৃত লেন্সটি অবতল। তাই রিমার চোখের ত্রুটি হলো হ্রস্ব ত্রুটি।

যদি রিমা চশমা ব্যবহার না করে, তখন চক্ষু লেন্সে যে প্রতিবিম্ব গঠিত হয় তা রশ্মি চিত্র ঐকে নিচে ব্যাখ্যা দেওয়া হলো। রিমার চোখ দূরের জিনিস স্পষ্টভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস বা বস্তু স্পষ্টভাবে দেখতে পায়। তার চোখের অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে যাওয়ায় কিংবা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে যাওয়ার ফলে এ ত্রুটি দেখা দিয়েছে। এক্ষেত্রে দূরবর্তী বস্তু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার সামনে I বিন্দুতে মিলিত হয়।



প্রশ্ন - ৭ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. নিয়মিত প্রতিফলন কাকে বলে? ১

খ. বায়ুর সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক
2.42 বলতে কী বোঝায়? ২

গ. লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

?

ঘ. কোনো ব্যক্তি দূরের বস্তু স্পষ্ট দেখতে
পান, কিন্তু কাছের বস্তু স্পষ্ট দেখতে
পান না। উদ্দীপকের ধরনের লেন্সটি
তার সমস্যা সমাধান করতে পারবে
কি? রশ্মি চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর রশ্মিগুচ্ছ সমান্তরাল বা অভিসারী বা অপসারীগুচ্ছ পরিণত হয় তবে আলোর সেই প্রতিফলনকে নিয়মিত প্রতিফলন বলে।

খ. বায়ুর সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক 2.42 বলতে বোঝায়— আলোকরশ্মি যদি বায়ু মাধ্যম থেকে হীরকে প্রবেশ করে তাহলে আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা 2.42 হবে।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{ফোকাস দূরত্ব, } f = 25 \text{ cm}$$

$$= 0.25 \text{ m}$$

$$\text{লেন্সের ক্ষমতা, } P = ?$$

আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{f}$$

$$= \frac{1}{0.25 \text{ m}}$$

$$= +4 \text{ D}$$

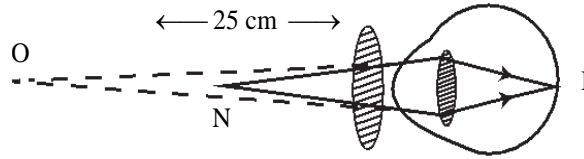
অতএব, লেন্সটির ক্ষমতা +4 D।

ঘ. যদি কোনো ব্যক্তি দূরের বস্তু স্পষ্ট দেখতে পান, কিন্তু কাছের বস্তু স্পষ্ট দেখতে পান না তাহলে ঐ ব্যক্তি দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটিগ্রস্ত।

চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বেড়ে গেলে অর্থাৎ অভিসারী ক্ষমতা কমে গেলে চোখে এ ধরনের ত্রুটি দেখা দেয়। উদ্দীপকের লেন্সটি উত্তল লেন্সের তাই ঐ লেন্সের সাহায্যে ঐ ব্যক্তির সমস্যা সমাধান করা সম্ভব।

নিচে রশ্মি চিত্রের সাহায্যে তা বিশ্লেষণ করা হলো—

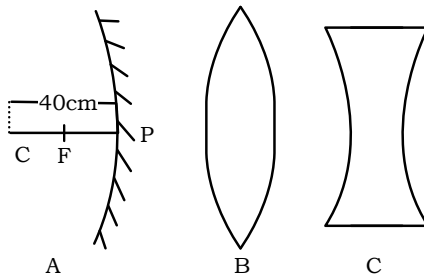
যেহেতু চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার দরুন এ ত্রুটির উদব হয়। তাই এ ত্রুটি দূর করতে চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয়। এ জন্য সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।



তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিন্দু গঠন করে। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O তে গঠন করে।

অতএব, উপরিউক্ত রশ্মি চিত্র বিশ্লেষণ করে বলা যায় যে, উদ্দীপকের লেন্সটি কাছের কোনো বস্তু স্পষ্ট দেখতে সাহায্য করবে। তাই ঐ ব্যক্তির সমস্যার সমাধান সম্ভব।

প্রশ্ন - ৮ নিচের চিত্রগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. দস্ত চিকিৎসায় কোন ধরনের দর্পণ ব্যবহার করা হয়? ১

খ. লেন্সের ক্ষমতা -3.5 d বলতে কী বুঝায়? ২

গ. A চিত্রে P হতে 16 সে.মি. দূরে বস্তু থাকলে বিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি চিত্র ঐকে বর্ণনা কর। ৩

ঘ. চক্ষু লেন্সের ক্ষমতা বেড়ে যাওয়ার কারণে সৃষ্ট ত্রুটিটি প্রতিকারে উপরের কোন লেন্সটি উপযোগী তুলনামূলক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

▶◀ চনং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

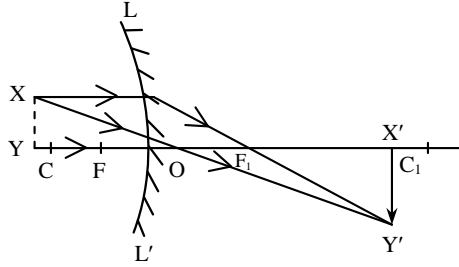
ক. দস্ত চিকিৎসায় অবতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।

খ. লেন্সের ক্ষমতা -3.5 d বলতে বোঝায়—

i. লেন্সের ক্ষমতা ঋণাত্মক হওয়ায় লেন্সটি অবতল এবং

ii. লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব $\frac{1}{-3.5}$ মিটার বা 0.286 মিটার বা 28.6 সেন্টিমিটার।

গ. A চিত্রে P হতে 16 সে.মি. দূরে বস্তু থাকলে অর্থাৎ ফোকাস দূরত্ব থেকে দূরে হলে লেন্সের পেছনে F ও C এর মধ্যে বিম্ব গঠিত হবে এবং বিম্বের আকার খর্বিত হবে। নিচে এর রশ্মি চিত্র অঙ্কন করা হলো :



X থেকে একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র বরাবর এবং একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল বিবেচনা করলে।

প্রতিসরণের পর এগুলো X' বিন্দুতে মিলিত হয়।

X' থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত X' Y' লম্বই XY এর বিম্ব। বিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি হলো :

অবস্থান : F ও C এর মধ্যে

আকৃতি : বাস্তব ও উল্টো

প্রকৃতি : খর্বিত।

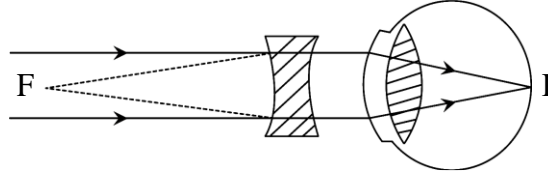
ঘ. চক্ষু লেন্সের ক্ষমতা বেড়ে যাওয়ার কারণে সৃষ্ট ত্রুটিটি হলো হ্রস্ব দৃষ্টি ত্রুটি। এ ত্রুটির ফলে চোখ দূরের জিনিস ভালোভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায়। এ ত্রুটি প্রতিকারে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

উদ্দীপকের A লেন্সটি উত্তল, B লেন্সটি উত্তল এবং C লেন্সটি অবতল।

সুতরাং সৃষ্ট ত্রুটির প্রতিকারে C লেন্সটি উপযোগী।

নিচে রশ্মি চিত্রের মাধ্যমে C লেন্সের সাহায্যে এ ত্রুটির প্রতিকার আলোচনা করা হলো :

চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে যাবার জন্য এই ত্রুটির উদ্ব হয়। দৃষ্টির এ ত্রুটি সংশোধন করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয় [চিত্র]।

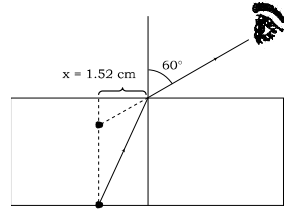


তাছাড়া একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। এই লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুতে গঠন করে [চিত্র]। আমরা জানি, অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ফোকাসে গঠিত হয়। সুতরাং অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুর দূরত্বের সমান হতে হবে।

উপরিউক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, C লেন্সটি ব্যবহার করে উল্লিখিত ত্রুটিটি প্রতিকার করা সম্ভব।

প্রশ্ন - ৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নাহিদ একটি সাদা কাগজের ওপর একটি কালির দাগ দিল। এর ওপর 1.25 cm পুরুত্বের একটি স্বচ্ছ কাচের ফলক রেখে লক্ষ করল যে, দাগটি কিছুটা উপরে উঠে এসেছে।



ক. আলোর প্রতিসরণ কাকে বলে? ১

খ. $i > r$ এবং $r > i$ কখন হয়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের প্রতিসরণের ক্ষেত্রে আপতন কোণের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. নাহিদের দেওয়া দাগটি প্রকৃত অবস্থান থেকে কতটুকু সরে আসবে বলে তুমি মনে কর? গাণিতিকভাবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. আলোকরশ্মি এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে ভিন্ন স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করলে দুই মাধ্যমের বিভেদতলে এর দিক পরিবর্তিত হয়। আলোকরশ্মির এই দিক পরিবর্তনের ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে।

$$= 1.52 \text{ cm} - 0.88 \text{ cm} = 0.64 \text{ cm}$$

অতএব, নাহিদের দেওয়া দাগটি প্রকৃত অবস্থান থেকে 0.64 cm সরে আসবে।

প্রশ্ন -১০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

হাশেম +4d ক্ষমতার একটি লেন্স তার বইয়ের লেখার কাছাকাছি ধরল। এতে সে লেখাগুলো বড় বড় দেখতে পেল এবং তার পড়তে বেশ সুবিধা হলো।

ক. 1 ডায়ালটার কী? ১

খ. ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দু কীরূপ হতে পারে ব্যাখ্যা কর। ২

? গ. হাশেমের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কত? ৩

ঘ. হাশেম বইয়ের লেখাগুলো কেন বড় বড় দেখতে পেল? রশ্মি চিত্র অঙ্কন করে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. এক মিটার ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট কোনো লেন্সের ক্ষমতাকে 1 ডায়ালটার বলে।

খ. ত্রুটিবিহীন চোখের দূরবিন্দু অসীমে অবস্থিত হয়। অর্থাৎ এই চোখ অসীম দূরত্ব পর্যন্ত যেকোনো বস্তুকে স্পষ্ট দেখতে পায়। কিন্তু ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দু অসীমে হয় না, বরং একটি নির্দিষ্ট দূরত্বের মধ্যে হয়। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে এই দূরত্ব 5 মিটার বা 10 মিটারের মধ্যে হয়।

গ. এখানে,

লেন্সের ক্ষমতা, $P = + 4d$

লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } f = \frac{1}{P} = \frac{1}{4}$$

$$= \frac{1}{4} \text{ m}$$

$$= 0.25 \text{ m}$$

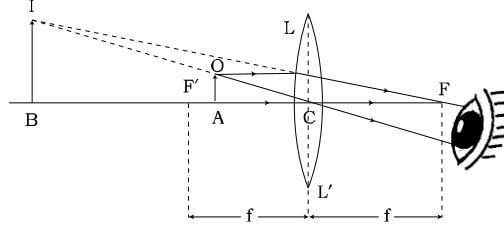
$$= 0.25 \times 100 \text{ cm}$$

$$= 25 \text{ cm}$$

সুতরাং হাশেমের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 25 cm।

ঘ. +4d ক্ষমতার লেন্সটি হলো উত্তল বা অভিসারী লেন্স। এর ফোকাস দূরত্বের মধ্যে কোনো লক্ষ্যবস্তুকে (যেমন : বই এর লেখা) রাখলে তার বিবর্ধিত, সোজা ও অবাস্তব বিম্ব গঠিত হয়।

রশ্মি চিত্র নিম্নরূপ :



এখানে লক্ষ্যবস্তু হতে নিঃসৃত আলোকরশ্মিসমূহ লেন্সে প্রতিসরণের পর পরস্পর হতে দূরে সরে যায়, অর্থাৎ অপসারীগুচ্ছে পরিণত হওয়ায় প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয় না। তবে প্রতিসরিত রশ্মিগুলো পেছনের দিকে বাড়ালে তারা লক্ষ্যবস্তু লেন্সের যে পাশে অবস্থিত সেই পাশে অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে যা (চিত্রানুসারে) লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় বিবর্ধিত। এ কারণেই হাশেম উক্ত লেন্স ব্যবহারে বইয়ের লেখাগুলো বড় বড় দেখতে পেয়েছিল।

প্রশ্ন - ১১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

হাফিজ ডাক্তার পরিবারের সদস্যদের চোখের সমস্যা নির্ধারণের জন্য সবার স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব পরিমাপ করে নিচের ছকে তা লিপিবদ্ধ করল।

ব্যক্তির নাম	আনুমানিক বয়স (বছর)	স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব (সেমি)	স্পষ্ট দর্শনের দূরতম দূরত্ব (মি)
জাকির হোসেন (বাবা)	৫০	৪৫	অসীম
শিরিনা আক্তার (মা)	৪৫	৩০	অসীম
হাশেম (ভাই)	২০	২০	৪
মিনা (বোন)	১০	১৫	৩

শাকিল (চাচা)	৪২	২০	৫
-----------------	----	----	---

ক. স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব কী? ১

খ. স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব 25 cm
এর অর্থ কী? ২

গ. বই পড়ার জন্য হাফিজের বোন
মিনাকে কত ক্ষমতার লেন্স ব্যবহার
করতে হবে নির্ণয় কর।

?

৩

ঘ. ডাক্তার হাফিজের পরিবারের সদস্যদের
ভিন্ন ভিন্ন চশমা ব্যবহারের যে পরামর্শ
দিলেন এর যৌক্তিকতা ব্যাখ্যা কর। ৪

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে নিকটতম দূরত্ব পর্যন্ত চোখ বিনা শ্রান্তিতে স্পষ্ট দেখতে পায় তাকে স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব বলে।

খ. কোনো ব্যক্তির স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম বিন্দু 25 cm বলতে বোঝায় কোনো বস্তু 25 cm দূরে থাকলে সে ব্যক্তির চোখ বিনা বাধায় তা স্পষ্ট দেখতে পাবে।

গ. স্বাভাবিক চোখের স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব 25 cm, কিন্তু মিনার ক্ষেত্রে ঐ দূরত্ব মাত্র 15 cm এবং স্পষ্ট দর্শনের দূরতম দূরত্ব 3 m। সুতরাং একটি বই মিনা চোখ হতে 15 cm থেকে শুরু করে 3 মিটার পর্যন্ত যেকোনো দূরত্বে রেখে পড়তে সক্ষম। অর্থাৎ বই পড়ার জন্য মিনার অভিসারী বা অপসারী কোনো প্রকার লেন্স ব্যবহারের প্রয়োজন নেই। এক্ষেত্রে সে শূন্য ক্ষমতার (জিরো পাওয়ার) একটি চশমা ব্যবহার করতে পারে।

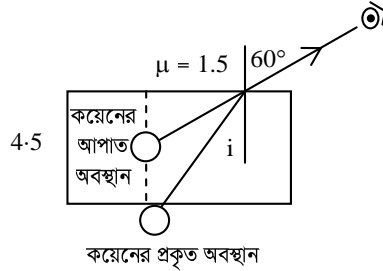
সুতরাং নির্ণেয় ক্ষমতা = 0 ডায়াপ্টার।

ঘ. হাফিজের পিতা এবং মাতার স্পষ্ট দর্শনের দূরবিন্দু অসীমে হলেও নিকটবিন্দু 25 cm অপেক্ষা বেশি দূরত্বে অবস্থিত। সুতরাং উভয়েরই অভিসারী ক্ষমতাসম্পন্ন উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। বাবার ব্যবহৃত লেন্সের ক্ষমতা এমন হবে যেন চোখ হতে 25 cm দূরত্বে স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব 45 cm দূরে গঠিত হয়। মায়ের ক্ষেত্রে উদ্দিষ্ট দূরত্ব ভিনুমানের (30 cm) হওয়ায় বাবা এবং মায়ের ব্যবহারযোগ্য লেন্সের ক্ষমতা ভিনু হবে। হাফিজের পরিবারের অপর তিনজন সদস্যের স্পষ্ট দর্শনের নিকটবিন্দু 25 cm অপেক্ষা কম দূরত্বে অবস্থিত এবং তাদের দূরবিন্দু সীমিত মানের, অর্থাৎ নির্দিষ্ট দূরত্বে বাইরে অবস্থিত কোনো বস্তু তারা স্পষ্ট দেখতে পান না। এজন্য এ তিনজনের প্রত্যেকেরই অপসারী ক্ষমতাসম্পন্ন অবতল লেন্সের চশমা ব্যবহার করতে হবে।

হাশেমের ক্ষেত্রে এ লেন্সের ক্ষমতা এমন হবে যাতে অসীম দূরত্বে স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব তার দূরবিন্দুর দূরত্বে অর্থাৎ 4 মিটার দূরত্বে গঠিত হয়। অপর দুজনের ক্ষেত্রে দূরবিন্দু ভিনুমানের হওয়ায় তাদের ক্ষেত্রে ব্যবহারযোগ্য চশমার ক্ষমতা বিভিন্ন মানের হবে।

সুতরাং ডাক্তার সাহেবের পরামর্শ পুরোপুরি যুক্তিযুক্ত।

প্রশ্ন -১২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



উপরের চিত্রে একটি কয়েনের উপর 4.5 cm পুরুত্বের একটি আয়তাকার কাচফলক রাখা হলো। উপর থেকে তাকালে কয়েনটিকে তার প্রকৃত অবস্থান হতে কিছুটা উপরে দেখা যায়।

- ক. ফোকাস তল কাকে বলে? ১
- খ. চিহ্নের প্রথা ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের ক্ষেত্রে আপতন কোণের মান নির্ণয় করে। ৩

?

- ঘ. কয়েনটিকে তার প্রকৃত অবস্থান থেকে কতটা উপরে দেখা যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মত দাও। ৪

▶◀ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে লেন্সের প্রধান অক্ষের সঙ্গে লম্বভাবে অবস্থিত কল্পিত সমতলকে লেন্সের ফোকাস তল বলে।

খ. সকল দূরত্ব লেন্সের আলোক কেন্দ্র থেকে পরিমাপ করতে হবে। সকল বাস্তব দূরত্ব ধনাত্মক। বাস্তব দূরত্ব বলতে আলোকরশ্মি প্রকৃত পক্ষে যে দূরত্ব অতিক্রম করে সেই দূরত্বকে বোঝায়।

সুতরাং সকল বাস্তব লক্ষ্যবস্তু, বাস্তব প্রতিবিম্ব বা বাস্তব ফোকাসের দূরত্বকে ধনাত্মক ধরা হয়। সকল অবাস্তব দূরত্ব ধনাত্মক অবাস্তব ফোকাস দূরত্বকে অবাস্তব দূরত্ব ধরা হয়।

উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ধনাত্মক এবং অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক।

গ. দেওয়া আছে,

প্রতিসরণ কোণ, $r = 60^\circ$

প্রতিসরণাঙ্ক, $\eta = 1.5$

আপতন কোণ, $i = ?$

আমরা জানি, $\eta = \frac{\sin r}{\sin i}$

$$\text{বা, } 1.5 = \frac{\sin 60^\circ}{\sin i}$$

$$\text{বা, } \sin i = \frac{0.866}{1.5}$$

$$\text{বা, } \sin i = 0.577$$

$$\text{বা, } i = \sin^{-1} 0.577$$

$$\therefore i = 35.24^\circ$$

অতএব, আপতন কোণের মান 35.24° ।

ঘ. এখানে,

প্রতিসরণাঙ্ক, $\eta = 1.5$

কয়েনের প্রকৃত গভীরতা, $h = 4.5 \text{ cm}$

এখন, কয়েনের আপাত গভীরতা h' হলে,

আমরা জানি, $\eta = \frac{h}{h'}$

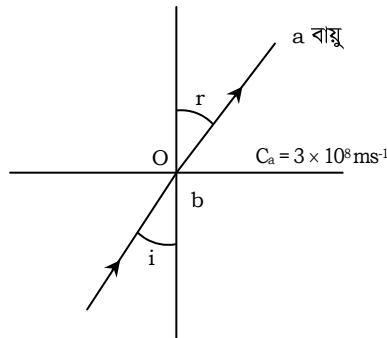
$$\text{বা, } h' = \frac{h}{\eta} = \frac{4.5 \text{ cm}}{1.5} = 3 \text{ cm}$$

\therefore কয়েনটি প্রকৃত অবস্থান থেকে উপরে দেখা যাবে

$$= 4.5 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 1.5 \text{ cm}$$

অতএব, প্রকৃত অবস্থান থেকে কয়েনটিকে 1.5 cm উপরে দেখা যাবে।

প্রশ্ন-১৩ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



প্রদত্ত চিত্রে $b\eta_a = 0.65$ হয়, তবে a মাধ্যমের পরিবর্তে অপর একটি মাধ্যম c ব্যবহার করে সংকট কোণ 60° পাওয়া গেল।

ক. 1 ডায়াস্টার কাকে বলে? ১

খ. সাদা আলো মৌলিক আলো নয় কেন? ২

?

গ. b মাধ্যমে আলোর বেগ কত? ৩

ঘ. b মাধ্যমের সাপেক্ষে a ও c এর মধ্যে

কোনটির প্রতিসরণাঙ্ক বেশি-

গাণিতিকভাবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. 1 মিটার ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট কোনো লেন্সের ক্ষমতাকে 1 ডায়াস্টার বলে। পরিবাহীর যেকোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে একক সময়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা বলে।

খ. আমরা জানি, সাদা আলো সাতটি বিভিন্ন বর্ণের সমষ্টি। সাতটি বর্ণ থেকে যদি কোনো একটি বর্ণ বাদ দেওয়া যায় তাহলে সে আর সাদা থাকে না, রঙিন বলে মনে হয়। এখন যে বর্ণটি বাদ দেওয়া হয়েছে এবং ঐ বর্ণ বাদ দেওয়ার ফলে যে বর্ণের সৃষ্টি হলো, তাদের যদি একত্রিত করা হয় তাহলে আবার সাদা আলো পাওয়া যায়। এ কারণেই সাদা আলো মৌলিক আলো নয়।

গ. দেওয়া আছে,

$${}_b\eta_a = 0.65$$

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

b মাধ্যমে আলোর বেগ, $C_b = ?$

আমরা জানি, ${}_b\eta_a = \frac{C_b}{C_a}$

$$\text{বা, } 0.65 = \frac{C_b}{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}$$

$$\therefore C_b = 1.95 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, b মাধ্যমে আলোর বেগ $1.95 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।

ঘ. দেওয়া আছে,

b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_b\eta_a = 0.65$

b হতে c মাধ্যমে প্রতিসরণের ক্ষেত্রে সংকট কোণ, $\theta_c = 60^\circ$

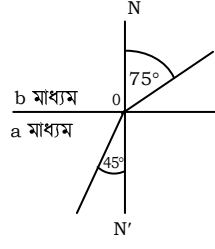
অতএব, b মাধ্যমের সাপেক্ষে c মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক,

$$\begin{aligned} {}_b\eta_c &= \sin\theta_c \\ &= \sin 60^\circ = 0.866 \end{aligned}$$

এখানে, ${}_b\eta_c > {}_b\eta_a$

সুতরাং, b মাধ্যম সাপেক্ষে a এবং c এর মধ্যে c এর প্রতিসরণাঙ্ক বেশি।

প্রশ্ন -১৪ ▶ নিচের চিত্রটি পর্যবেক্ষণ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. পরম প্রতিসরণাঙ্ক কী? ১

খ. আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ও আলোর প্রতিফলনের মধ্যে দুইটি পার্থক্য লেখ। ২

গ. a মাধ্যমটি শূন্য মাধ্যম হলে b মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. কোন মাধ্যমে আলোর বেগ বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপস্থাপন কর। ৪

▶◀ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. আলোকরশ্মি যখন শূন্য মাধ্যম থেকে অন্য কোনো মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে ওই মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

খ. আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ও আলোর প্রতিফলনের মধ্যে তিনটি পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হলো :

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন	আলোর প্রতিফলন
১. পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ক্ষেত্রে আলো ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করে।	১. আলোর প্রতিফলনে আলো যেকোনো মাধ্যম হতে

২. আলোর সম্পূর্ণ প্রতিফলন ঘটে।	প্রতিফলক পৃষ্ঠে আপতিত হয়।
	২. আলোর কিছু অংশ প্রতিফলিত হয় এবং কিছু অংশে প্রতিসরিত হয়।

গ. দেওয়া আছে,

আপতন কোণ, $i = 45^\circ$

প্রতিসরণ কোণ, $r = 75^\circ$

b মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক, $\eta_b = ?$

আমরা জানি, $\eta_b = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 75^\circ}$

$$= \frac{0.707}{0.966}$$

$$\therefore \eta_b = 0.73$$

অতএব, b মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক 0.73।

ঘ. দেওয়া আছে,

আপতন কোণ, $i = 45^\circ$

প্রতিসরণ কোণ, $r = 75^\circ$

a মাধ্যম সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক = ${}_a\eta_b$

b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক = ${}_b\eta_a$

আমরা জানি, ${}_a\eta_b = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 75^\circ}$

$$= \frac{0.707}{0.966} = 0.73$$

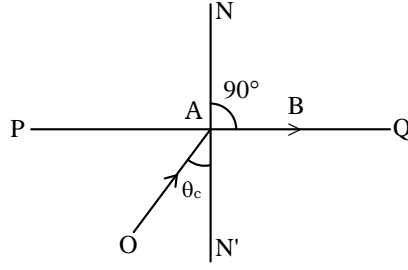
আবার, ${}_b\eta_a = \frac{1}{{}_a\eta_b} = \frac{1}{0.73} = 1.37$ ।

আমরা জানি, যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বেশি সেই মাধ্যম বেশি ঘন এবং তাতে আলোর বেগ কম। আর যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কম সেই মাধ্যম কম ঘন এবং তাতে আলোর বেগ বেশি।

যেহেতু $1.37 > 0.73$, সেহেতু ${}_b\eta_a > {}_a\eta_b$ ।

উপরের আলোচনা অনুযায়ী a মাধ্যমের চেয়ে b মাধ্যমে আলোর বেগ বেশি।

প্রশ্ন-১৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



কাচ ও পানির প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.5 ও 1.33।

ক. সংকট কোণ কাকে বলে? ১

খ. কাচ ও পানির মধ্যে কোনটিতে আলোর বেগ বেশি? ব্যাখ্যা কর। ২

?

গ. উদ্দীপক অনুসরণে সংকট কোণ ও প্রতিসরণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. কাচ ও পানির মধ্যকার সংকট কোণ নির্ণয় কর। ৪

▶▶ ১৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. নির্দিষ্ট রঙের আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে প্রতিসরিত হওয়ার সময় আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণের মান সর্বাধিক (90°) হয়, তাকে সংকট কোণ বলে।

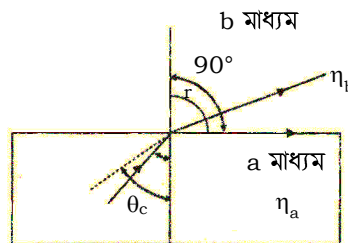
খ. যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বেশি সেই মাধ্যম বেশি ঘন এবং তাতে আলোর বেগ কম। আবার, যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কম সেই মাধ্যম কম ঘন এবং তাতে আলোর বেগ বেশি।

উদ্দীপকে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.5 এবং পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33। কাচ মাধ্যম পানি মাধ্যম অপেক্ষা ঘন হওয়ায় কাচ মাধ্যমে আলোর বেগ কম এবং পানির মাধ্যমে আলোর বেগ বেশি।

গ. মনে করি, আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম a থেকে হালকা মাধ্যম b-তে প্রতিসরিত হচ্ছে। ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ i এবং হালকা মাধ্যমে প্রতিসরণ কোণ r (চিত্র)। ঘন মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক η_a এবং হালকা মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক η_b হলে,

$$\eta_a \sin i = \eta_b \sin r$$

$$\text{বা, } \frac{\eta_a}{\eta_b} = \frac{\sin r}{\sin i}$$



এখন আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যমে সংকট কোণে আপতিত হলে অর্থাৎ $i = \theta_c$ হলে হালকা মাধ্যমে প্রতিসরণ কোণের মান হয় 90° অর্থাৎ $r = 90^\circ$ ।

$$\text{সুতরাং } \frac{\eta_a}{\eta_b} = \frac{\sin 90^\circ}{\sin \theta_c}$$

$$\text{বা, } \frac{\eta_a}{\eta_b} = \frac{1}{\sin \theta_c}$$

$$\text{বা, } \eta_b \eta_a = \frac{1}{\sin \theta_c}$$

হালকা মাধ্যম বায়ু হলে ($\eta_b = 1$) এবং ঘন মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক η ধরলে,

$$\eta = \frac{1}{\sin \theta_c}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_c = \frac{1}{\eta}$$

অর্থাৎ কোনো মাধ্যমের সংকট কোণের সাইন ঐ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের বিপরীত সংখ্যার সমান।

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে,

$$\text{কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, } \eta_g = 1.5$$

$$\text{পানির প্রতিসরণাঙ্ক, } \eta_w = 1.33$$

কাচ ও পানির মধ্যকার সংকট কোণ, $\theta_c = ?$

আমরা জানি,

$$\eta_w \eta_g = \frac{1}{\sin \theta_c}$$

$$\text{বা, } \frac{\eta_g}{\eta_w} = \frac{1}{\sin \theta_c}$$

$$\text{বা, } \frac{1.5}{1.33} = \frac{1}{\sin \theta_c}$$

$$\text{বা, } 1.128 \sin \theta_c = 1$$

$$\text{বা, } \sin \theta_c = \frac{1}{1.128}$$

$$\text{বা, } \theta_c = \sin^{-1}(0.887)$$

$$\therefore \theta_c = 62.5^\circ \text{ (প্রায়)}$$

সুতরাং কাচ ও পানির মধ্যকার সংকট কোণ 62.5° (প্রায়)।

প্রশ্ন - ১৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ধুব বায়ুর সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয়ের পরীক্ষাটি করে আপতন কোণ 30° এবং প্রতিসরণ কোণ 19.25° পেল। ধুব পরীক্ষাটি করার সময় লক্ষ করল নিকট থেকে বস্তু দেখতে অসুবিধা হচ্ছে। বায়ুতে আলোর বেগ $3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$ ।

ক. সমতল দর্পণ কাকে বলে? ১

খ. নিরাপদ ড্রাইভিং এ দর্পণ কীভাবে
সহায়তা করে- ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কাচে আলোর বেগ নির্ণয়
কর। ৩



ঘ. ধুবর চোখের সমস্যার কারণ ও
প্রতিকার রশ্মি চিত্র অঙ্কন করে
বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রতিফলক পৃষ্ঠটি যদি মসৃণ ও সমতল হয় এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তবে সে পৃষ্ঠকে সমতল দর্পণ বলে।

খ. নিখুঁত এবং নিরাপদ গাড়ি চালাতে হলে চালককে শুধু গাড়ির সামনে কী আছে তা দেখলেই চলে না বরং গাড়ির পিছনে কী আছে এ ব্যাপারেও সজাগ থাকতে হয়। গাড়ির জন্য দর্পণগুলো অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং অপরিহার্য। এজন্য গাড়ি চালককে গাড়িতে ওঠার পরপরই দর্পণগুলোকে ঠিকমতো উপযোজন করতে হয়। এভাবে দর্পণ নিরাপদ ড্রাইভিং এ সহায়তা করে।

গ. দেওয়া আছে,

আপতন কোণ, $i = 30^\circ$

প্রতিসরণ কোণ, $r = 19.25^\circ$

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

কাচে আলোর বেগ, $C_g = ?$

আমরা জানি,

$$a^ng = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\text{বা, } \frac{C_a}{C_g} = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\text{বা, } \frac{3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}}{C_g} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 19.25^\circ}$$

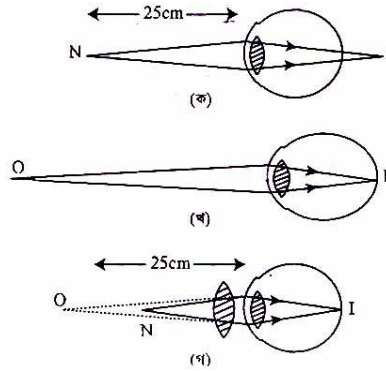
$$\text{বা, } C_g = \frac{3 \times 10^8 \text{ms}^{-1} \times \sin 19.25^\circ}{\sin 30^\circ}$$

$$\therefore C_g = 1.98 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$$

অতএব, কাচে আলোর বেগ $1.98 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$ ।

ঘ. ধুবের নিকট বস্তু দেখতে অসুবিধা হয়, তাই সে দীর্ঘ দৃষ্টি ত্রুটিতে আক্রান্ত। তার চোখের সমস্যার প্রতিকার রশ্মি চিত্র অঙ্কন করে নিচে বিশ্লেষণ করা হলো :

ত্রুটির কারণ : এক্ষেত্রে চোখের সামনে লক্ষ্যবস্তু থেকে আগত আলোক রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার পেছনে I বিন্দুতে মিলিত হয় [চিত্র (ক)]। ফলে লক্ষ্যবস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। এই চোখের নিকট বিন্দু N থেকে দূরে সরে O বিন্দুতে চলে যায় যা 25cm -এর চেয়ে অনেক বেশি। তাই এ চোখে O এর চেয়ে নিকটবর্তী স্থানের বস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না [চিত্র (খ)]।



প্রতিকার : চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার দরুন এ ত্রুটির উদ্ভব হয়। তাই এ ত্রুটি দূর করতে চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয় [চিত্র (গ)]। এ জন্য সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O তে গঠন করে [চিত্র (গ)]।

প্রশ্ন – ১৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

এক গ্রীষ্মের দুপুরে ছন্দা তার মামার সাথে গাড়িতে করে পিচঢালা রাস্তা দিয়ে যাচ্ছিল। যেতে যেতে সে দেখল যে, দূরে রাস্তা ভেজা ও চকচকে দেখা যাচ্ছে। সে যতই সামনে যাচ্ছে ততই এ দৃশ্যটি দেখছে। বিষয়টি তাকে অবাক করল। কারণ শীতকালে একই রাস্তা দিয়ে যাওয়ার সময় সে এ ঘটনাটি দেখেনি।

ক. পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ত্রুটি শর্ত

লেখ।

১

?

খ. পিচঢালা রাস্তা ভেজা দেখার কারণ কী?

২

গ. শীতকালে ঐ ধরনের ঘটনা দেখা যায় নি

কেন? ব্যাখ্যা

কর। ৩

ঘ. রাস্তায় এ ধরনের দৃষ্টিভ্রমের ক্ষেত্রে

চালকের কী ধরনের সতর্কতা গ্রহণ

করা উচিত বলে তুমি মনে কর। ৪

▶◀ ১৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের একটি শর্ত হচ্ছে— ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হতে হবে।

খ. প্রখর রৌদ্রে পিচঢালা রাস্তার ভূমি সংলগ্ন বায়ুস্তর উত্তপ্ত হয় এবং হালকা হয়ে যায়। ভূপৃষ্ঠ থেকে যত উপরের দিকে বায়ুর তাপমাত্রা কমতে থাকে ফলে বায়ুস্তর ধীরে ধীরে ঘনতর হতে থাকে। আলোকরশ্মি এ সময় ঘনতর মাধ্যম হতে লঘুতর মাধ্যমে প্রবেশ করে। ফলে প্রতিফলিত রশ্মি অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যায়। এতে আপতন কোণের মান বাড়তে থাকে। একপর্যায়ে আপতন কোণের মান মাধ্যমের সংকট কোণ অপেক্ষা বড় হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে। ফলে আলোকরশ্মি উপরের দিকে ওঠে বাঁকা পথে চোখে প্রবেশ করে। এ কারণে রাস্তা ভেজা দেখা যায়।

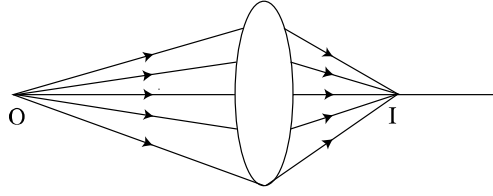
গ. শীতকালে রাস্তায় শিশির পড়ে এবং সূর্যের তাপও কম থাকে। ফলে পিচঢালা রাস্তার ভূমি সংলগ্ন বায়ুস্তর উত্তপ্ত হয় না। তাই রাস্তা সংলগ্ন বায়ুস্তর উত্তপ্ত হয় না। কাজেই পথিকের চোখ থেকে আলো রাস্তা সংলগ্ন বায়ুস্তরে যাওয়ার সময় ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে যাওয়ার কোনো সম্ভাবনা থাকে না। ফলে আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে না। তাই ছন্দা শীতকালে মামাবাড়ি যাওয়ার সময় রাস্তাকে দূর থেকে চকচকে দেখতে পায়নি।

ঘ. গ্রীষ্মের দুপুরে প্রচণ্ড রোদ পড়ার কারণে পিচঢালা রাস্তার মরীচিকার সৃষ্টি হয়। এর ফলে দূরে রাস্তাকে ভেজা ও চকচকে দেখায়। এজন্য রাস্তার ধারের গাছপালা, ঘরবাড়ির উল্টো প্রতিবিম্ব দেখা যায়। এ অবস্থায় চালক যদি অপলক দৃষ্টিতে দূরে রাস্তার দিকে তাকিয়ে গাড়ি চালাতে থাকে তাহলে এক সময় চোখে ক্রান্তি এসে যায় এবং দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা থাকে। এক্ষেত্রে চালকের মরীচিকা সম্বন্ধে সুস্পষ্ট ধারণা থাকতে হবে। উল্টো ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব দেখে যাতে হতভম্ব না হয়ে পড়ে সেদিকে খেয়াল রাখতে হবে। একদৃষ্টিতে সর্বদা দূরে অলীক প্রতিবিম্বের দিকে তাকানো পরিহার করতে হবে। তাছাড়া চালকের আসন নিচু করা হলে এ ধরনের বিভ্রান্তি কিছুটা কমানো যায়।

সবশেষে বলা যায় দুর্ঘটনা এড়াতে খুব সূক্ষ্ম দৃষ্টি ও ঠাণ্ডা মাথায় চালককে গাড়ি চালাতে হবে।

প্রশ্ন - ১৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নিচের চিত্রের লেন্সে বিন্দু বস্তু O এর সদ প্রতিবিম্ব I দেখানো হয়েছে।



ক. উত্তল লেন্স কাকে বলে? ১

খ. চিত্রে প্রদর্শিত রশ্মিগুলো লেন্সের উভয় পৃষ্ঠে প্রকৃতপক্ষে কীভাবে প্রতিসরিত হয়? ২

গ. প্রদত্ত লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 4 cm। একে বিবর্ধক কাচ হিসেবে কীভাবে ব্যবহার করবে— চিত্র এঁকে দেখাও।
লেন্সটির ক্ষমতা কত? ৩

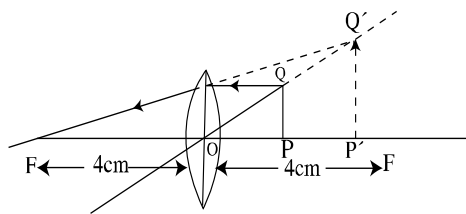
ঘ. উদ্দীপকের লেন্সে সদ বিশ্ব গঠন প্রক্রিয়া বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে লেন্সের উভয় প্রান্তের পুরুত্বের চেয়ে মধ্যভাগের পুরুত্ব বেশি তাকে উত্তল লেন্স বলে।

খ. তির্যক রশ্মিগুলো প্রথমপৃষ্ঠে প্রতিসরিত হওয়ার পর অভিলম্বের দিকে বেঁকে যাবে এবং দ্বিতীয় পৃষ্ঠে প্রতিসরিত হওয়ার পর অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যাবে। যে রশ্মিটি আলোক কেন্দ্র বরাবর প্রবেশ করবে তা বিচ্যুত না হয়ে দুই পৃষ্ঠ দিয়েই সোজা চলে যাবে।

গ. প্রদত্ত লেন্সটিকে বিবর্ধক কাচ হিসেবে ব্যবহার করতে হলে বস্তুকে 4 cm এর কম দূরত্বে লেন্সের সম্মুখে প্রধান অক্ষের ওপর বসাতে হবে। চিত্রে P'Q' বস্তুটি 4 cm-এর কম দূরত্বে প্রধান অক্ষে স্থাপন করা হয়েছে। চিত্র অনুযায়ী P'Q' অসদ বিবর্ধিত প্রতিবিম্বটি পাওয়া গেছে। লেন্সের অপর পৃষ্ঠ থেকে দেখলে PQ বস্তুটি বিবর্ধিত আকারে দেখা যাবে।



লেন্সের ক্ষমতা : দেওয়া আছে,

উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$

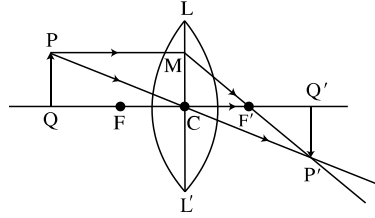
আমরা জানি লেন্সের ক্ষমতা, $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.04\text{m}} = 25 \text{ d}$

অতএব, লেন্সটির ক্ষমতা 25 d।

ঘ. উদ্দীপকের লেন্সটি উত্তল প্রকৃতির। উত্তল লেন্সে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের ওপর নির্ভর করে সদ বা অসদ, উল্টা বা সোজা এবং বিভিন্ন আকৃতির বিম্ব সৃষ্টি হতে পারে।

নিচে লক্ষ্যবস্তুর একটি নির্দিষ্ট অবস্থানের জন্য বিম্ব সৃষ্টির পদ্ধতি চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা করা হলো :

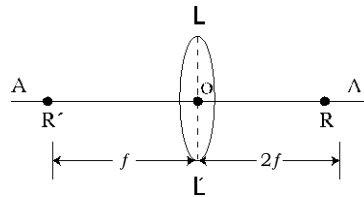
রশ্মি চিত্রের বর্ণনা : ধরা যাক, LCL' একটি উত্তল লেন্স। F'CF এর প্রধান অক্ষ, C এর আলোক কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস। লেন্সের সামনে এবং এর প্রধান ফোকাসের বাইরে PQ একটি বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু প্রধান অক্ষের ওপর লম্বভাবে অবস্থিত। PQ এর বিম্ব নির্ণয় করতে হবে।



ধরা যাক, PQ বস্তুটি বিন্দু বস্তুর সমষ্টি। ফলে P ও Q বিন্দু দুটি লক্ষ্যবস্তুর দুটি প্রান্তবিন্দু। এই প্রান্তবিন্দুদ্বয়ের বিম্বের অবস্থান জানলেই PQ এর সম্পূর্ণ বিম্বের অবস্থান পাওয়া যাবে। P বিন্দুর বিম্ব নির্ণয়ের জন্য P বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোকরশ্মির চিত্র আঁকা হয়। P বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে PM রশ্মি লেন্সে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে F'P' পথে প্রতিসরিত হয়। P থেকে আরেকটি রশ্মি PC আলোক কেন্দ্র দিয়ে লেন্সে আপতিত হয়ে সোজাসুজি CP' পথে প্রতিসরিত হয়। এখন P থেকে নির্গত রশ্মি দুটি প্রতিসরণের পর P' বিন্দুতে প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয়। সুতরাং P' হচ্ছে P বিন্দুর সদ বিম্ব। Q থেকে আপতিত রশ্মি প্রধান অক্ষ বরাবর সোজাসুজি প্রতিসরিত হবে। ফলে Q বিন্দুর বিম্ব প্রধান অক্ষের ওপর হবে। যেহেতু PQ লক্ষ্যবস্তু প্রধান অক্ষের ওপর লম্বভাবে অবস্থিত তাই P' থেকে প্রধান অক্ষের ওপর P'Q' লম্ব টানলে হবে PQ লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব। এই বিম্ব সদ, উল্টা এবং আকারে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে বড়।

প্রশ্ন - ১৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

চিত্রে LOL' লেন্স এবং লেন্সটির $OR = A'R = 20 \text{ cm}$ ।



ক. লেন্সের প্রধান অক্ষ, আলোক কেন্দ্র,
প্রধান ফোকাস ও ফোকাস দূরত্ব
নির্দেশ কর।

খ. A' বিন্দুতে লক্ষ্যবস্তু থাকলে সৃষ্ট বিম্ব
কীরূপ হবে? চিত্রের মাধ্যমে উপস্থাপন
কর। ২

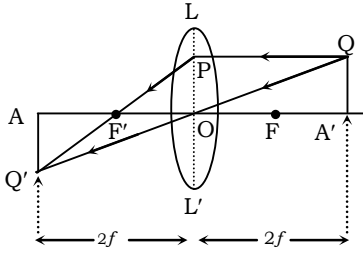
গ. লেন্সটির ক্ষমতা
কত? ৩

ঘ. উদ্দীপকের লেন্সটিতে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে
বড় আকারের সদ ও অসদ উভয় প্রকার
বিম্ব গঠন করা কী সম্ভব? উপযোগী
চিত্র দ্বারা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. প্রধান অক্ষ = AA'
আলোক কেন্দ্র = O
প্রধান ফোকাস = R
ফোকাস দূরত্ব = OR

খ.



অবস্থান : লেন্সের পেছনে $2f$ দূরত্বে।

প্রকৃতি : বাস্তব ও উল্টা।

আকৃতি : লক্ষ্যবস্তুর সমান।

গ. এখানে, $f = 20$ cm

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

যেহেতু, $f = \frac{20}{100}$ m = $\frac{1}{5}$ m

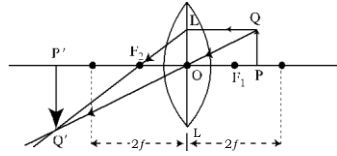
$$\therefore P = \frac{1}{\frac{1}{5}} = 5 D$$

অতএব, লেন্সটির ক্ষমতা 5 D।

ঘ. উদ্দীপকের লেন্সটি একটি উত্তল লেন্সের। উত্তল লেন্সে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে বড় আকারের সদ ও অসদ উভয় প্রকার বিস্বই গঠন করা সম্ভব।

নিচের চিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ করা হলো :

মনে করি, LOL' একটি উত্তল লেন্স। PQ লক্ষ্যবস্তুটি লেন্সের প্রধান অক্ষের ওপর f ও $2f$ এর মধ্যে অবস্থিত। প্রধান অক্ষের সমান্তরাল QL আলোকরশ্মি লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে প্রধান ফোকাস F' দিয়ে নির্গত হয়েছে। Q বিন্দু থেকে অন্য একটি আলোকরশ্মি আলোককেন্দ্র দিয়ে প্রবেশ করে সোজা প্রতিসরিত হয়েছে। প্রতিসরিত রশ্মিদ্বয় Q' বিন্দুতে মিলিত হয়েছে, Q' বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের ওপর $Q'P'$ লম্ব অঙ্কন করলে $P'Q'$ -ই হবে PQ বস্তুর প্রতিবিস্ব।

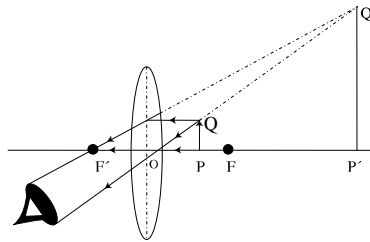


অবস্থান : লেন্সের পেছনে $2f$ ও অসীম দূরত্বে।

প্রকৃতি : বাস্তব বা সদ ও উল্টা।

আকৃতি : বস্তুর চেয়ে বড়।

আবার মনে করি, লক্ষ্যবস্তু PQ আলোক কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে অবস্থিত। P থেকে একটি রশ্মি আলোককেন্দ্র O বরাবর এবং অপর রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর পরস্পর অপসারী হয়। এগুলোকে পেছনের দিকে বাড়ালে P' বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। P' থেকে প্রধান অক্ষের ওপর $P'Q'$ লম্বই PQ এর বিস্ব।



অবস্থান : লক্ষ্যবস্তু লেন্সের যে পাশে, বিস্বও লেন্সের সে পাশে লক্ষ্যবস্তুর পেছনে প্রধান ফোকাসের বাইরে।

প্রকৃতি : অসদ ও সোজা।

আকৃতি : বস্তুর চেয়ে অত্যন্ত বড়।

প্রশ্ন -২০ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

হাবিব সাহেব অনেকদিন ধরে খালি চোখে ঠিকভাবে দূরের বস্তু দেখতে পান না। চোখের এই ত্রুটি দূর করার জন্য তিনি ডাক্তারের শরণাপন্ন হলেন। ডাক্তার তাঁর চোখ পরীক্ষা করে $+4D$ ক্ষমতাসম্পন্ন লেন্সের চশমা ব্যবহার করতে বললেন।

? ক. লেন্স কী?

খ. লেন্সের ক্ষমতা বলতে কী বোঝায়
ব্যাখ্যা কর। ২

গ. হাবিব সাহেবের চশমার লেন্সের ফোকাস
দূরত্ব নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. হাবিব সাহেবের ব্যবহৃত চশমার লেন্সে
কীভাবে বস্তুর বিম্ব গঠিত হয়, উপযোগী
চিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. দুটি গোলীয় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

খ. একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মিকে কোনো লেন্সের অভিসারী (উত্তল লেন্স) গুচ্ছে বা অপসারী (অবতল লেন্সে)
গুচ্ছে পরিণত করার সামর্থ্যকে ওই লেন্সের ক্ষমতা বলে।

লেন্সের ফোকাস দূরত্বকে মিটারে প্রকাশ করে তার বিপরীত রাশি নিলে ডায়াল্টারে লেন্সের ক্ষমতা পাওয়া যায়।

কোনো লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f মিটার এবং ক্ষমতা P ডায়াল্টার হলে, $P = \frac{1}{f}$

গ. এখানে,

লেন্সের ক্ষমতা, $P = + 4d$

ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } f = \frac{1}{P}$$

$$\text{বা, } f = \frac{1}{4}$$

$$\text{বা, } f = 0.25$$

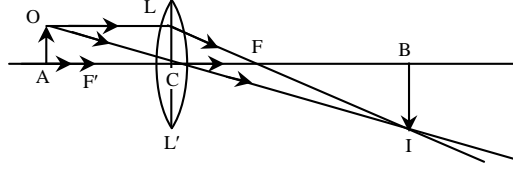
$$\therefore f = 25 \text{ cm}$$

অতএব, লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 25 cm।

ঘ. হাবিব সাহেবের ব্যবহৃত চশমার ফোকাস দূরত্ব 25 cm যা ধনাত্মক। সুতরাং তার ব্যবহৃত চশমার লেন্সটি
উত্তল।

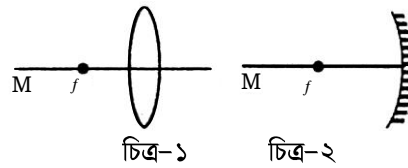
উত্তল লেন্সে বিস্তৃত বস্তুর বিম্ব গঠন : যেকোনো বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু অসংখ্য বিন্দু বস্তুর সমষ্টি। প্রত্যেকটি বিন্দু বস্তুর বিম্বের অবস্থান নির্ণয় করলেই সমগ্র বস্তুটির বিম্ব পাওয়া যায়।

মনে করি, LCL একটি উত্তল লেন্স। $F'CF$ প্রধান অক্ষ, C আলোক কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস। লেন্সের সামনে এর প্রধান ফোকাস F এর বাইরে OA একটি বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু প্রধান অক্ষের ওপর লম্বভাবে অবস্থিত (নিচের চিত্র)। O এর বিম্ব নির্ণয় করতে হবে। OA বস্তুটিকে অসংখ্য বিন্দু বস্তুর সমষ্টি হিসেবে কল্পনা করা যেতে পারে। O ও A বিন্দু দুটি লক্ষ্যবস্তুর দুটি প্রান্তবিন্দু। এখন এই প্রান্তবিন্দু O ও A এর বিম্বের অবস্থান জানলেই OA -এর সম্পূর্ণ বিম্বের অবস্থান পাওয়া যাবে।



O বিন্দুর বিম্ব নির্ণয়ের জন্য O বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মির রশ্মিচিত্র আঁকতে হবে। O বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল OL রশ্মি লেন্সের L বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাস F এর মধ্য দিয়ে FI পথে প্রতিসরিত হয়। O থেকে অপর একটি রশ্মি OC আলোক কেন্দ্র দিয়ে লেন্সে আপতিত হয়ে সোজাসুজি CI পথে প্রতিসরিত হয়। এখন O থেকে নির্গত রশ্মি দুটি প্রতিসরণের পরে I বিন্দুতে প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয়। সুতরাং I হচ্ছে O বিন্দুর সদ বিম্ব। A থেকে প্রধান অক্ষ বরাবর আপতিত রশ্মি সোজাসুজি প্রতিসরিত হবে। ফলে A বিন্দুর বিম্ব প্রধান অক্ষের ওপরই হবে। যেহেতু OA লক্ষ্যবস্তু প্রধান অক্ষের ওপর লম্বভাবে অবস্থিত, তাই I থেকে প্রধান অক্ষের ওপর IB লম্ব টানলেই IB হবে OA লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব। এই বিম্ব সদ, উল্টা এবং আকারে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে বড়।

প্রশ্ন – ২১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. বাস্তব দূরত্ব কী? ১
- খ. আমরা কীভাবে রঙিন আলোকীয় উপলব্ধি পাই? ২
- গ. চিত্র-২ থেকে কীভাবে বস্তুর অসদ, সোজা ও বিবর্ধিত বিম্ব পাওয়া যায় রশ্মি চিত্র ঐকে বিবরণ দাও। ৩

ঘ. চোখের দৃষ্টি ত্রুটি দূরীকরণে

উদ্দীপকের কোন লেন্সটি সহায়ক?

রশ্মি চিত্রসহ কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

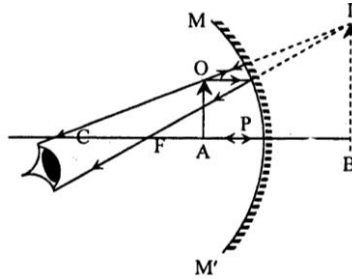
২৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোকরশ্মি প্রকৃতপক্ষে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে বাস্তব দূরত্ব বলে।

খ. রেটিনা থেকে যে নার্ভগুলো মস্তিষ্কে গিয়েছে সেগুলোর নাম রড ও কোন। তিন ধরনের কোন আছে এবং এরা বর্ণ সংবেদনশীল। যেমন : নীল বর্ণ সংবেদনশীল কোন, লাল বর্ণ সংবেদনশীল কোন এবং সবুজ বর্ণ সংবেদনশীল কোন। কোনো বর্ণ যতই মিশ্র বা জটিল হোক না কেন চোখ সকল বর্ণকে মাত্র এই তিনটি বর্ণে ধারণ করে। রেটিনার কোণগুলো এই ধারণকৃত তথ্য মস্তিষ্কে প্রেরণ করে। মস্তিষ্ক আবার বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সকল বর্ণকে আলাদা করে দেয়। এভাবেই আমরা রঙিন বস্তুর আলোকীয় উপলব্ধি পাই।

গ. লক্ষ্যবস্তুকে প্রধান ফোকাস এবং মেরুর মাঝে রাখা হলে বস্তুর অসদ সোজা ও বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব পাওয়া যায়। নিচে রশ্মি চিত্র এঁকে এর বিবরণ দেওয়া হলো—

ধরি, MM' একটি অবতল দর্পণ। C বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস এবং P দর্পণের মেরু। OA লক্ষ্যবস্তু দর্পণের সামনে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থিত। এ লক্ষ্যবস্তু প্রধান ফোকাস এবং মেরুর মধ্যে অবস্থিত।



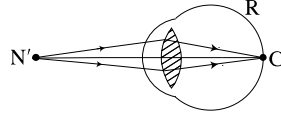
চিত্র : অবাস্তব প্রতিবিম্ব

O বিন্দু থেকে একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে প্রতিফলিত হয় এবং অপর একটি রশ্মি বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সেটি একই পথে ফিরে যায়। প্রতিফলনের ফলে রশ্মি দুটি পরস্পর অপসারী রশ্মিতে পরিণত হয়। রশ্মি দুটিকে পিছনের দিকে বাড়ালে এরা I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। অর্থাৎ I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB লম্বই হলো লক্ষ্যবস্তু OA এর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

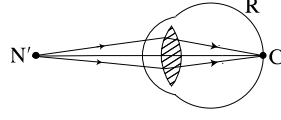
সৃষ্ট প্রতিবিম্বের অবস্থান হলো দর্পণের পিছনে, প্রকৃতি অবাস্তব এবং সোজা এবং আকারে বিবর্ধিত অর্থাৎ বস্তুর চেয়ে আকারে বড়।

ঘ. চোখের দৃষ্টি ত্রুটি দূরীকরণে উদ্দীপকের চিত্র -১ তথা উত্তল লেন্স সহায়ক। নিচে রশ্মি চিত্রসহ বিশ্লেষণ করা হলো :

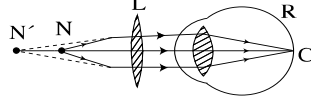
দীর্ঘ দৃষ্টিসম্পন্ন চোখে স্বাভাবিক নিকট বিন্দু N থেকে আগত আলোকরশ্মি চক্ষু লেন্সের মধ্য দিয়ে প্রতীসরণের পর রেটিনার পিছনে C বিন্দুতে মিলিত হয় এবং চোখ কাছের ঐ বস্তু দেখতে পায় না।



এক্ষেত্রে চোখের নিকট বিন্দু N থেকে দূরে সরে N' বিন্দুতে চলে যায় এবং N' বিন্দু থেকে আগত আলোকরশ্মি রেটিনায় মিলিত হয়। ফলে N বিন্দুতে রক্ষিত বস্তু চোখ চশমা ছাড়া দেখতে পায়।

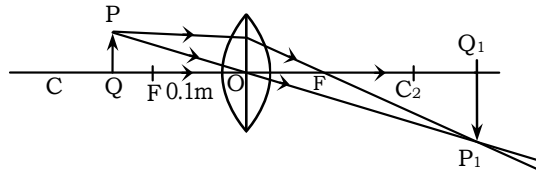


চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ায় এ ত্রুটির উদ্ব হয়। তাই এ ত্রুটি দূর করার জন্য তথা চোখের অভিসারী ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।



তাহাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে দূরে সোজা অবাস্তব বিম্ব গঠন করে। ফলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সহায়ক লেন্স হিসেবে এমন ক্ষমতা অর্থাৎ ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N-এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু N' এ গঠন করে। তাহলে N বিন্দুতে স্থাপিত লক্ষ্যবস্তু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে ব্যবহৃত উত্তল লেন্সে প্রতিসৃত হয়ে N' বিন্দুতে অবাস্তব বিম্ব গঠন করে। এ বিম্বটি ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দুতে গঠিত হওয়ায় চোখ বিনাশ্রমে তা দেখতে পায়।

প্রশ্ন-২২ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. লেন্সের ক্ষমতা কাকে বলে? ১
- খ. চোখের কৃষ্ণমণ্ডলের কাজ কী? ২
- গ. চিত্রের লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. PQ লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান, 'F' এবং 'O' এর মাঝে হলে প্রতিবিশ্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

▶▶ ২২নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. কোনো লেন্স দ্বারা আলোকরশ্মিগুচ্ছের অভিসারিতা বা অপসারিতা উৎপাদনের সামর্থ্যকে তার ক্ষমতা বলে।

খ. শ্বেতমণ্ডলের ভেতরের গায়ে কালো রঙের একটি আস্তরণ থাকে যাকে কৃষ্ণমণ্ডল বলে।

এই কালো আস্তরণের জন্য চোখের ভেতরে আলোর অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হয় না। এই কালো আস্তরণ না থাকলে বা অন্য কোনো রঙের আস্তরণ থাকলে আলোর পুনঃ পুনঃ প্রতিফলন হতো ফলে রেটিনায় গঠিত প্রতিবিম্ব অস্পষ্ট হওয়ার সম্ভাবনা থাকত।

গ. দেওয়া আছে,

লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 0.1 \text{ m}$

লেন্সের ক্ষমতা, $P = ?$

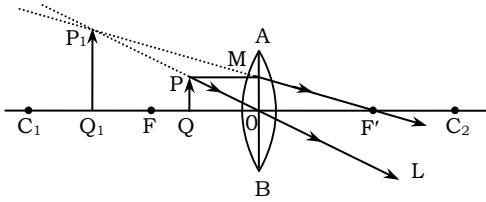
আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

$$= \frac{1}{0.1 \text{ m}}$$

$$= 10 \text{ D}$$

অতএব, লেন্সটির ক্ষমতা 10 D।

ঘ.

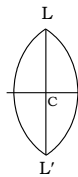


মনে করি, AB একটি সরু উভোত্তল লেন্সের প্রধান ছেদ। O আলোক কেন্দ্র, F প্রথম প্রধান ফোকাস এবং OF প্রধান অক্ষ।

একটি বস্তু PQ লেন্স ও প্রথম প্রধান ফোকাসের মাঝে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থিত। বস্তুটির সর্বোচ্চ বিন্দু P হতে আগত PM আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে লেন্সের উপর M বিন্দুতে আপতিত হয়ে দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস F' দিয়ে MF' পথে প্রতিসৃত হলো। অপর একটি রশ্মি PO আলোক কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে সোজা POL রেখায় প্রতিসৃত হলো। এ দুটি প্রতিসৃত রশ্মিকে পেছনের দিকে বর্ধিত করায় এরা P1 বিন্দুতে ছেদ করে।

সুতরাং P1 হলো P এর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। P1 হতে প্রধান অক্ষের উপর P1Q1 লম্ব টানি। অতএব, P1Q1 লক্ষ্যবস্তু PQ এর অবাস্তব এবং সোজা প্রতিবিম্ব।

প্রশ্ন - ২৩ ▶ নিচের চিত্রগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 20 cm



ক. লেন্স কত প্রকার?

১

খ. রেটিনা কী ব্যাখ্যা কর।

২

গ. লেন্সটির

ক্ষমতা

কত?

৩

ঘ. উদ্দীপকে লেন্সে কীভাবে অসদ বিশ্ব

সৃষ্টি হয় চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

৪

▶◀ ২৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. লেন্স প্রধানত দুই প্রকার। যথা :

১. উত্তল বা অভিসারী লেন্স এবং
২. অবতল বা অপসারী লেন্স।

খ. চক্ষু লেন্সের পেছনে অবস্থিত অক্ষিগোলকের ভেতরের পৃষ্ঠের গোলাপি রঙের ঈষদচ্ছ আলোক সংবেদন আবরণকে রেটিনা বলে।

এটি রড ও কোন নামে কতগুলো স্নায়ুতন্তু দ্বারা তৈরি।

এসব তন্তু চক্ষু স্নায়ুর সাথে সংযুক্ত থাকে। রেটিনার উপর আলো পড়লে তা ঐ স্নায়ুতন্তুতে এক প্রকার উত্তেজনা সৃষ্টি করে। ফলে মস্তিষ্কে দর্শনের অনুভূতি জাগে।

গ. এখানে,

$$\begin{aligned} \text{ফোকাস দূরত্ব, } f &= -20\text{cm} \\ &= -0.2\text{m} \end{aligned}$$

লেন্সের ক্ষমতা, $P = ?$

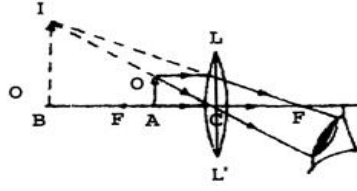
আমরা জানি,

$$\begin{aligned} P &= \frac{1}{f} \\ &= \frac{1}{-0.2\text{ m}} \\ &= -5\text{ d} \end{aligned}$$

নির্ণেয় লেন্সের ক্ষমতা -5 d ।

ঘ. উত্তল লেন্সে অসদ বিশ্ব তখনই গঠিত হয় যখন লক্ষ্যবস্তু আলোক কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে থাকে।

O থেকে একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র বরাবর ও একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর পরস্পর অপসারী হয়। এগুলোকে পেছনের দিকে বাড়ালে I বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। I থেকে প্রধান অক্ষের ওপর অঙ্কিত IB লম্বই OA এর বিশ্ব।



অবস্থান : লক্ষ্যবস্তু লেন্সের যে পাশে বিষ্বও লেন্সের সেই পাশে লক্ষ্যবস্তুর পেছনে ফোকাসের বাইরে।

প্রকৃতি : অসদ ও সোজা।

আকৃতি : বিবর্ধিত।

প্রশ্ন – ২৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দশম শ্রেণির বিজ্ঞানের ছাত্র রফিকের কাছে f ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট একটি লেন্স আছে যার আলোক কেন্দ্র C । লেন্সটির আলোক কেন্দ্র থেকে x দূরত্বে নিচে একটি বস্তুর সামান্য বিবর্ধিত কিন্তু উল্টো প্রকৃতির বিষ্ব দেখল। বস্তুটিকে সোজা দেখতে হলে x এর মানের পরিবর্তন করতে হবে।

ক. আলোক কেন্দ্র কী? ১

খ. পানির সাপেক্ষে হীরকের ক্রান্তিকোণ

33° বলতে কী বোঝ? ২

গ. কোথায় বস্তুটির প্রাথমিক অবস্থায়

উল্টো বিষ্ব দেখা

যাবে? ৩

?

ঘ. বস্তুটির সোজা বিষ্ব পাওয়ার জন্য x

এর মানের কি পরিবর্তন হবে? এই

পরিবর্তিত মানের সীমা রেখাচিত্রের

মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

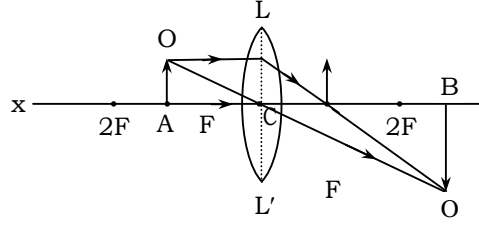
▶◀ ২৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কোনো আলোকরশ্মি যদি কোনো লেন্সের এক পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে নির্গত হওয়ার সময় আপতিত রশ্মির সমান্তরালভাবে নির্গত হয় তাহলে সেই রশ্মি লেন্সের প্রধান অক্ষের ওপর যে বিন্দু দিয়ে যায়, তাকে লেন্সের আলোক কেন্দ্র বলে।

খ. পানির সাপেক্ষে হীরকের ক্রান্তিকোণ 33° বলতে বোঝায়—

হীরক হতে পানিতে, নির্দিষ্ট বর্ণের আলোক রশ্মি প্রতিসরিত হওয়ার সময় 30° কোণে আপতিত হলে প্রতিসরিত রশ্মি হীরক ও পানির বিভেদতল ঘেঁষে যাবে অর্থাৎ প্রতিসরণ কোণ 90° হবে।

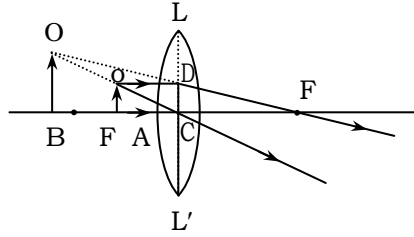
গ. উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তু f ও $2f$ এর মধ্যে থাকলে বিষ্ব উল্টো ও বিবর্ধিত হয়।



LCL' লেন্সের f ও $2f$ এর মধ্যে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তু OA এর O বিন্দু হতে দুটি আলোকরশ্মি গমন করে যার একটি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে যাওয়ার পর দিক পরিবর্তন করে F দিয়ে যায় ও অপরটি সোজা C বিন্দু দিয়ে যায়। এরা পরস্পর O বিন্দুতে মিলিত হয়। A বিন্দু থেকে আরেকটি আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষ বরাবর সোজা চলে যায়। তাহলে, OB হলো OA এর সদ, উল্টা ও বিবর্ধিত আকৃতির বিম্ব।

$f < x < 2f$ হলে এ ধরনের বিম্ব পাওয়া যাবে।

ঘ. x এর মান f এর চেয়ে কম হলে বা লক্ষ্যবস্তু লেন্সের আলোক কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে থাকলে বিম্ব সোজা ও বিবর্ধিত হয়।



LCL' লেন্সের ফোকাস দূরত্বের মধ্যে OA একটি লক্ষ্যবস্তু। C বিন্দু লেন্সটির আলোককেন্দ্র, F বিন্দু প্রধান ফোকাস। লেন্সের অপর পাশে আরেকটি প্রধান ফোকাস অবস্থিত।

এখন OA এর O বিন্দু থেকে আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে OD পথে যায় ও প্রতিসরণের পর F বিন্দু দিয়ে যায়। O বিন্দু থেকে অপর রশ্মি C বিন্দু দিয়ে সোজা চলে যায়। প্রতিসরিত রশ্মিদ্বয়কে পিছনের দিকে বাড়ালে তারা Q বিন্দুতে মিলিত হয়। অপর একটি আলোকরশ্মি A বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষ বরাবর ACF পথে সোজা চলে যায়। সুতরাং QB হলো OA এর বিম্ব।

অবস্থান : লক্ষ্যবস্তু লেন্সের যে পাশে, সে পাশেই।

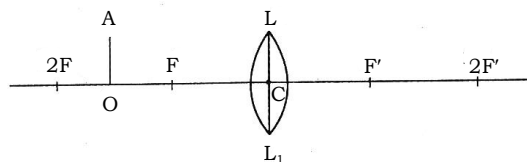
প্রকৃতি : অসদ ও সোজা।

আকৃতি : বিবর্ধিত।

অতএব, সোজা বিম্ব পাওয়ার জন্য রফিক x এর পরিবর্তন করে f এর চেয়ে কম মানে নিয়ে আসে। এই পরিবর্তিত মানের সীমা $0 < x < f$ ।

প্রশ্ন – ২৫ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নিচের চিত্রে LCL₁ একটি লেন্স এবং এর সামনে OA একটি লক্ষ্যবস্তু।



ক. LCL_1 কী ধরনের লেন্স? ১

খ. শ্বেতমণ্ডল কী? এর কাজ উল্লেখ কর। ২

গ. প্রদত্ত চিত্র থেকে লক্ষ্যবস্তুর বিষয়
অঙ্কন সম্পন্ন করে এর আকৃতি,
প্রকৃতি ও অবস্থান
লেখ। ৩

?

ঘ. প্রদত্ত লেন্সের সাহায্যে কীভাবে
লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে বড় আকারের বিষয়
গঠন করা যায় আলোকরশ্মির
ক্রিয়ারেখা অঙ্কন করে ব্যাখ্যা কর। ৪

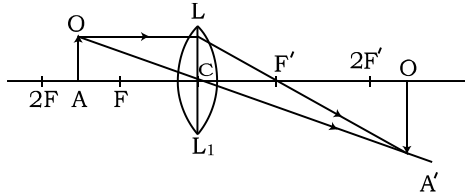
▶◀ ২৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. চিত্রে প্রদর্শিত লেন্সটির দুইপ্রান্ত সরু ও মধ্যভাগ মোটা। সুতরাং LCL_1 একটি উত্তল লেন্স।

খ. শক্ত, সাদা ও অস্বচ্ছ তন্তু দিয়ে তৈরি অক্ষিগোলকের বাইরের আবরণকে শ্বেতমণ্ডল বলে।

শ্বেতমণ্ডল চোখের আকৃতি ঠিক রাখে এবং বাইরের নানা প্রকার অনিষ্ট হতে চোখকে রক্ষা করে।

গ.



লক্ষ্যবস্তু লেন্সের f ও $2f$ এর মাঝে অবস্থিত : O থেকে একটি আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল এবং একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র বরাবর বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর রশ্মিদ্বয় A' বিন্দুতে মিলিত হবে। A' বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের ওপর লম্ব $A'O$ লক্ষ্যবস্তু AO এর বিষয় হবে।

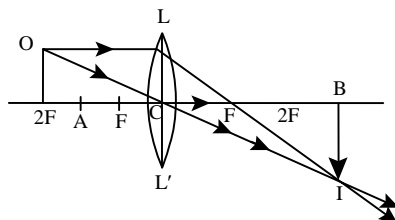
আকৃতি : বিবর্ধিত।

প্রকৃতি : সদ ও উল্টা।

অবস্থান : $2f$ এর বেশি দূরত্বে।

ঘ. লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে বড় আকারের বিষয় গঠনে আলোকরশ্মির ক্রিয়ারেখা :

i. লক্ষ্যবস্তু যখন f ও $2f$ এর মধ্যে :

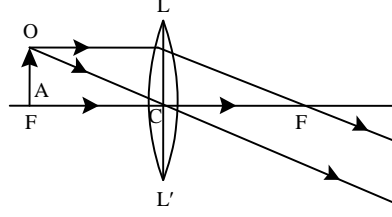


অবস্থান : $2f$ এর বেশি দূরত্বে।

প্রকৃতি : সদ ও উল্টা।

আকৃতি : বিবর্ধিত।

ii. লক্ষ্যবস্তু যখন প্রধান ফোকাসে :

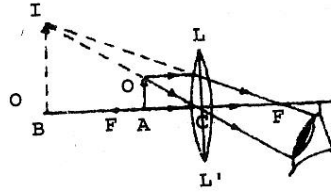


অবস্থান : অসীমে।

প্রকৃতি : সদ ও উল্টা অথবা অসদ ও সোজা।

আকৃতি : অত্যন্ত বিবর্ধিত।

iii. লক্ষ্যবস্তু যখন আলোক ক্ষেত্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে :

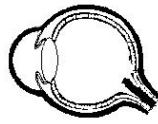


অবস্থান : লক্ষ্যবস্তু লেন্সের যে পাশে বিষণ্ণ লেন্সের সেই পাশে লক্ষ্যবস্তুর পেছনে, ফোকাসের বাইরে।

প্রকৃতি : অসদ ও সোজা।

আকৃতি : বিবর্ধিত।

প্রশ্ন - ২৬ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. দর্শনানুভূতির স্থায়িত্বকাল কী? ১

খ. দুটি চোখ থাকার সুবিধা কী? ২

গ. উদ্দীপকের চিত্রটি কীভাবে কাজ করে

ব্যাখ্যা

কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের চিত্রটি একটি ইলেকট্রনিক

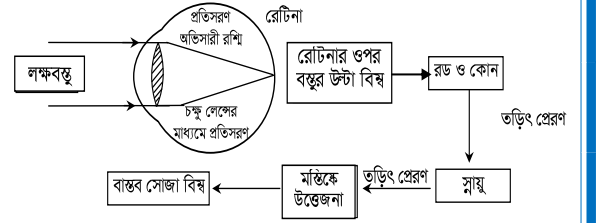
ক্যামেরা এর যথার্থতা নিরূপণ কর। ৪

ক. কোনো বস্তুর প্রতিবিম্ব অক্ষিপটে গঠিত হলে মস্তিষ্কে ঐ বস্তু সম্বন্ধে দর্শনানুভূতি জাগে এবং চোখ হতে বস্তু সরিয়ে নেওয়ার পর 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত এর অনুভূতি মস্তিষ্কে থেকে যায়। এই সময়কালকে দর্শনানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে।

খ. দুটি চোখ থাকার সুবিধা :

১. দুই চোখের দরুন অক্ষিপটে লক্ষবস্তুর দুই দিক থেকে একই সময়ে দুটি প্রতিবিম্ব গঠিত হয় এবং তারা মস্তিষ্কে বস্তুর একটি একক অনুভূতির সৃষ্টি করে। এতে বস্তুর দূরত্ব, দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, বেধ, রং ইত্যাদি এবং দুইটি বস্তুর প্রকৃত অবস্থান ও তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব সম্বন্ধে একটি সঠিক ধারণা জন্মে।
২. এক চোখ বন্ধ রেখে সুচে সুতা পরাতে গেলে বেশ অসুবিধা হয়। এর কারণ এক চোখ দিয়ে এদের পারস্পরিক দূরত্ব সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় না।
৩. বস্তু সম্পর্কে ত্রিমাত্রিক ধারণা স্পষ্ট হয়।

গ. উদ্দীপকের চিত্রটি মানুষের চোখের। এর কার্যপ্রণালি নিচে ব্যাখ্যা করা হলো— একটি উত্তল লেন্সের সামনে কোনো বস্তু রাখলে লেন্সের পিছনে বস্তুটির একটি বাস্তব বিম্ব গঠিত হয়। লেন্সের পিছনে একটি পর্দা রাখলে পর্দার ওপর বস্তুটির একটি উল্টা বিম্ব দেখা যায়।



ঘ. উদ্দীপকের চিত্রটি হলো মানুষের চোখের। এর গঠন ও কার্যপ্রণালি অনেকটা ক্যামেরার মতো। নিচে উক্তিটির যথার্থতা আলোচনা করা হলো :

১. ক্যামেরায় আলোক নিরুদ্ধ বাস্ক আছে। চোখের অক্ষিগোলক আলোক নিরুদ্ধ বাস্কের কাজ করে।
২. ক্যামেরায় এক বা একাধিক উত্তল লেন্স আছে যা সদ, উল্টো ও খর্বিত বিম্ব গঠন করে। চোখের লেন্স চোখের সামনের বস্তুর সদ, উল্টো ও খর্বিত বিম্ব গঠন করে।
৩. ক্যামেরার ডায়াফ্রাম লেন্সের উন্মেষ নিয়ন্ত্রণ করে। চোখের আইরিস ডায়াফ্রামের কাজ করে।
৪. ক্যামেরার সাটার আলোক সম্প্রাপ্তের সময় নিয়ন্ত্রণ করে। চোখের পাতাও একই কাজ করে।
৫. ক্যামেরায় আলোক সংবেদী ফিল্মে বিম্ব পড়ে। চোখের রেটিনায় বিম্ব গঠিত হয়।
৬. ক্যামেরায় লেন্স ও ফিল্মের মধ্যবর্তী দূরত্ব নিয়ন্ত্রণ করে যে কোনো দূরত্বে বস্তুর ছবি তোলা যায়। চোখের উপযোজন ক্ষমতার জন্য যেকোনো অবস্থানের বস্তু দেখা যায়।
৭. অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন রোধ করার জন্য ক্যামেরার ভিতরে কালো রং করা থাকে। অক্ষিপটের কৃষ্ণমণ্ডল চোখের ভেতরে অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন রোধ করে।

উপরিউক্ত আলোচনা থেকে এ কথা স্পষ্টতই বলা যায় যে, চোখ একটি ইলেকট্রনিক ক্যামেরা।

প্রশ্ন –২৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নবম শ্রেণির ছাত্রী মায়েসা একদিন পড়ার টেবিলে লক্ষ করল, সে বইয়ের অক্ষরগুলো পরিষ্কার দেখতে পাচ্ছে না। তার বাবা তাকে চোখের ডাক্তারের কাছে নিয়ে গেলেন। ডাক্তার বললেন, মায়েসার চোখের দূর দৃষ্টি ত্রুটি দেখা দিয়েছে। এজন্য তিনি মায়েসাকে 2.5 D ক্ষমতার লেন্সের চশমা ব্যবহার করার পরামর্শ দেন।

ক. দীর্ঘ দৃষ্টি কী? ১

খ. মায়েসার চোখে দীর্ঘ দৃষ্টি ত্রুটি হয়েছে কেন? ২

গ. মায়েসার চশমার লেন্সের প্রকৃতি এবং ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. মায়েসার চোখের ত্রুটির ফল এবং প্রতিকার পদ্ধতি বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যদি চোখ দূরের বস্তুকে স্পষ্ট দেখতে পায় কিন্তু কাছের বস্তুকে স্পষ্ট দেখতে পায় না, তবে চোখের সেই ত্রুটিকে দীর্ঘ দৃষ্টি বলে।

খ. নিচের দুটি কারণে মায়েসার চোখের দীর্ঘ দৃষ্টি ত্রুটি হয়েছে—

১. চক্ষু লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বৃদ্ধি পেয়েছে বা অভিসারী ক্ষমতা হ্রাস পেয়েছে।
২. অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ কোনো কারণে হ্রাস পেয়েছে। এতে অল্প দূরে অবস্থিত বই থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনায় গঠিত না হয়ে রেটিনার পেছনে গঠিত বা অভিসারিত হয়। ফলে মায়েসা বইয়ের লেখাসমূহ স্পষ্ট দেখতে পাচ্ছে না।

গ. এখানে, চশমায় ব্যবহৃত লেন্সের ক্ষমতা, $P = 2.5 D$

চশমায় ব্যবহৃত লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

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

$$\text{বা, } f = \frac{1}{2.5} D$$

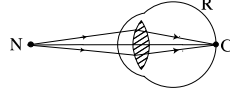
$$= \frac{1}{2.5} m$$

$$= \frac{1}{2.5} \times 100 \text{ cm}$$

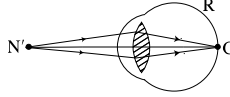
$$= 40 \text{ cm}$$

∴ মায়েসার চশমার লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 40 cm এবং ফোকাস দূরত্ব ধনাত্মক হওয়ায় লেন্সটি উত্তল।

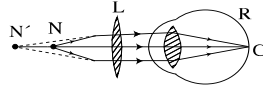
ঘ. মায়েসার চোখের ত্রুটির ফল : দীর্ঘ দৃষ্টিসম্পন্ন চোখে স্বাভাবিক নিকট বিন্দু N থেকে আগত আলোকরশ্মি চক্ষু লেন্সের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের পর রেটিনার পেছনে C বিন্দুতে মিলিত হয় বলে চোখ কাছের ঐ বস্তু দেখতে পায় না।



এক্ষেত্রে চোখের নিকট বিন্দু N থেকে দূরে সরে N' বিন্দুতে চলে যায় এবং N' বিন্দু থেকে আগত আলোকরশ্মি রেটিনায় মিলিত হয়। ফলে N বিন্দুতে রক্ষিত বস্তু চোখ চশমা ছাড়া দেখতে পায়।



প্রতিকার : চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ায় এ ত্রুটির উদ্ব হয়। তাই এ ত্রুটি দূর করার জন্য তথা চোখের অভিসারী ক্ষমতা বাড়ানোর জন্য সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।



তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষবস্তুর চেয়ে দূরে সোজা অবাস্তব বিম্ব গঠন করে। ফলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সহায়ক লেন্স হিসেবে এমন ক্ষমতা অর্থাৎ ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N-এ স্থাপিত লক্ষবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু N' এ গঠন করে। তাহলে N বিন্দুতে স্থাপিত লক্ষবস্তু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে ব্যবহৃত উত্তল লেন্সে প্রতিসৃত হয়ে N' বিন্দুতে অবাস্তব বিম্ব গঠন করে। এ বিম্বটি ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দুতে গঠিত হওয়ায় চোখ বিনাশ্রমে তা দেখতে পায়।

প্রশ্ন-২৮ ▶ সুজাতা শ্রেণিকক্ষের পিছনে বসে লক্ষ করল, সে বোর্ডের লেখাগুলো স্পষ্ট পড়তে পারছে না। তাই ডাক্তারের কাছে গেলে ডাক্তার তাকে $-2.5D$ ক্ষমতাসম্পন্ন লেন্সের চশমা ব্যবহারের পরামর্শ দিলেন।

ক. লেন্স কাকে বলে? ১

খ. টেলিযোগাযোগে অপটিক্যাল ফাইবারের ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। ২

? গ. সুজাতার চশমার ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সুজাতার চোখের ত্রুটির কারণ, ফল ও প্রতিকার চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। ৪

▶▶ ২৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. দুটি গোলীয় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

খ. টেলিযোগাযোগের জন্য একস্থান থেকে অন্যস্থানে বৈদ্যুতিক সংকেত আদান-প্রদানের জন্য অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে বৈদ্যুতিক সংকেতকে প্রথমে আলোক সংকেতে রূপান্তরিত করে নিতে হয়। প্রায় ২০০০ টেলিফোন সংকেতকে এভাবে একসঙ্গে একটি অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্য দিয়ে সঞ্চালন করা যায়। এতে সংকেতগুলোর তীব্রতার কোনো পরিবর্তন হয় না। এভাবে অপটিক্যাল ফাইবার টেলিযোগাযোগ ব্যবস্থায় উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন ঘটিয়েছে।

গ. দেওয়া আছে,

চশমার ক্ষমতা, $P = - 2.5 \text{ D}$

ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } f = \frac{1}{P}$$

$$= - \frac{1}{2.5 \text{ D}}$$

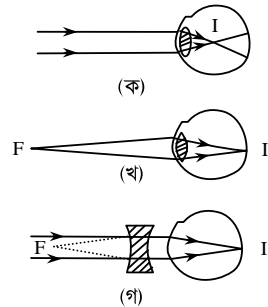
$$= - 0.4 \text{ m} = - 40 \text{ cm}$$

সুতরাং সুজাতার চশমার ফোকাস দূরত্ব $- 40 \text{ cm}$ ।

ঘ. সুজাতার চোখের ত্রুটির কারণ, ফল ও প্রতিকার নিচে চিত্রের সাহায্য বর্ণনা করা হলো :

কারণ : অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ, অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে ত্রুষ্ণ ত্রুটি দেখা দেয়। [চিত্র (ক)]

ত্রুটির ফল : এক্ষেত্রে অনেক দূরবর্তী বস্তু থেকে আগত সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সের প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার সামনে I বিন্দুতে মিলিত হয় [চিত্র (ক)] ফলে লক্ষ্যবস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। এ চোখের দূরবিন্দু অসীমের পরিবর্তে F বিন্দুতে হয় তাই এই চোখ F এর বেশি দূরের কোনো বস্তু স্পষ্ট দেখতে পায় না। [চিত্র (খ)]



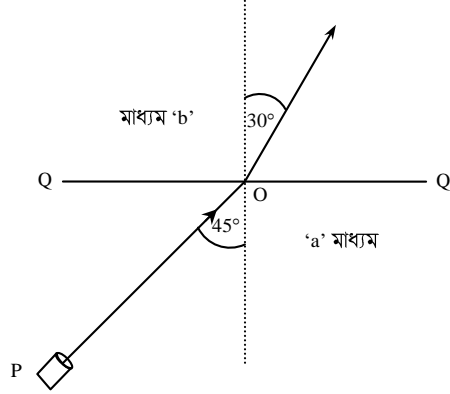
প্রতিকার : চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে যাবার ফলে এ ত্রুটির উদ্ব হয়। দৃষ্টির এ ত্রুটি সংশোধন করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয় [চিত্র (গ)]।

কেননা অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। এ লেন্সটির ক্ষমতা তথা

ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূর বিন্দুতে গঠন করে [চিত্র (গ)]।

অর্থাৎ অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুর দূরত্বের সমান হবে।

প্রশ্ন - ২৯ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. আলোক কেন্দ্র কী? ১
- খ. অপটিক্যাল ফাইবারে কীভাবে আলো বাহিত হয় ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. a মাধ্যমে আলোর বেগ $2.88 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ হলে, b মাধ্যমে আলোর বেগ নির্ণয় কর। ৩

- ঘ. উদ্দীপকের মাধ্যম দুটি পরস্পর বিনিময় করা হলে এবং PO আলোকরশ্মি একই অভিমুখে আপতিত হলে কী ঘটবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার মতামত দাও। ৪

▶▶ ২৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. আলোক কেন্দ্র হলো লেন্সের মধ্যে প্রধান অক্ষের উপর অবস্থিত একটি নির্দিষ্ট বিন্দু, যার মধ্য দিয়ে কোনো রশ্মি অতিক্রম করলে প্রতিসরণের পর লেন্সের অপরপৃষ্ঠ থেকে নির্গত হওয়ার সময় আপতিত রশ্মির সমান্তরালে নির্গত হয়।
- খ. অপটিক্যাল ফাইবার তৈরি করা হয় কাচ বা প্লাস্টিকের খুব সরু, দীর্ঘ, নমনীয় অথচ নিরেট ফাইবার বা তন্তু দ্বারা। এই ফাইবারের পদার্থের প্রতিসরণাঙ্ক 1.7। ফাইবারের উপর অপেক্ষাকৃত কম প্রতিসরণাঙ্কের (1.5) পদার্থের

একটি আবরণ দেওয়া হয়। ফাইবারের একপ্রান্তে ক্ষুদ্র কোণে আপতিত আলোক রশ্মি ফাইবারের ভেতরে বারবার পূর্ণ অভ্যন্তরীণভাবে প্রতিফলিত হয়ে শেষ পর্যন্ত অন্য প্রান্ত দিয়ে বেরিয়ে আসে।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,

আপতন কোণ, $i = 45^\circ$

প্রতিসরণ কোণ, $r = 30^\circ$

a মাধ্যমে আলোর বেগ, $C_a = 2.88 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

b মাধ্যমে আলোর বেগ, $C_b = ?$

আমরা জানি,

$${}_a\eta_b = \frac{C_a}{C_b}$$

$$\text{বা, } \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{2.88 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{C_b}$$

$$\text{বা, } \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{2.88 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{C_b}$$

$$\text{বা, } \frac{0.707}{0.5} = \frac{2.88 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{C_b}$$

$$\text{বা, } 1.414 = \frac{2.88 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{C_b}$$

$$\therefore C_b = 2.036 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, b মাধ্যমে আলোর বেগ $2.036 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।

ঘ. উদ্দীপক থেকে পাই, আলোকরশ্মি a মাধ্যমে 45° কোণে আপতিত হয়ে b মাধ্যমে প্রতিসরিত হয় এবং প্রতিসরণ কোণ 30° । অর্থাৎ আলোকরশ্মি প্রতিসরণের পর অভিলম্বের দিকে সরে যায়। এ থেকে আমরা উপলব্ধি করতে পারি যে, a মাধ্যমটি হালকা এবং b মাধ্যমটি ঘন। এখন মাধ্যমদ্বয়ের পারস্পরিক পরিবর্তন ঘটলে অর্থাৎ a মাধ্যমটি ঘন এবং b মাধ্যমটি হালকা হলে এবং আপতিত রশ্মি একই অভিমুখে থাকলে আপতন কোণ 45° হবে।

‘গ’ নং থেকে পাই,

a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_a\eta_b = 1.414$

এখন, b মাধ্যমের সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক

$${}_b\eta_a = \frac{1}{{}_a\eta_b} = \frac{1}{1.414} = 0.707$$

আবার, প্রতিসরণাঙ্ক, $\eta = \frac{\sin i}{\sin r}$

$$\text{বা, } n_a \sin i = n_r \sin r$$

$$\text{বা, } \sin r = \frac{\sin 45^\circ}{0.707}$$

$$\text{বা, } \sin r = 1$$

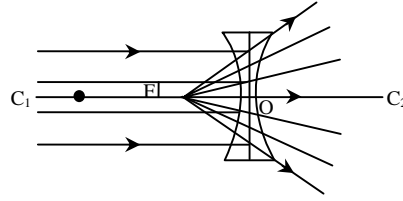
$$\text{বা, } \sin r = \sin 90^\circ$$

$$\therefore r = 90^\circ$$

এক্ষেত্রে প্রতিসরণ কোণের মান 90° হয় অর্থাৎ প্রতিসরিত রশ্মি বিভেদতল ঘেঁষে যায়।

আবার, আমরা জানি, আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশের সময় যে আপতন কোণের জন্য প্রতিসরিত রশ্মি বিভেদতল ঘেঁষে যায় তাকে ক্রান্তি কোণ বলে। অতএব, এক্ষেত্রে মাধ্যমদ্বয়ের পারস্পরিক পরিবর্তন ঘটলে এবং আপতিত রশ্মি একই অভিমুখে থাকলে প্রতিসরিত রশ্মি মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদতল ঘেঁষে যাবে এবং সংকট কোণ বা ক্রান্তি কোণের মান হবে 45° ।

প্রশ্ন - ৩০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



উক্ত লেন্সটি আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান অক্ষের উপর 50 cm দূরের একটি বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছকে অপসারী করে বলে মনে হয়।

ক. রৈখিক বিবর্ধন কাকে বলে? ১

খ. অবতল লেন্স দ্বারা কেবল অসদবিস্তৃত গঠিত হয় কেন? ২

গ. লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উক্ত লেন্স ব্যবহারে কোন ধরনের চোখের ত্রুটি দূর করা যায় উপযুক্ত চিত্র ও কারণসহ তা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৩০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. প্রতিবিস্তার দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বলে।

খ. সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ কোনো অবতল লেন্সের মধ্য দিয়ে পাঠালে প্রতিসরণের পর ঐ রশ্মিগুচ্ছ অপসারী বা কেন্দ্রবাহির্মুখী রশ্মিগুচ্ছরূপে নির্গত হয়।

সমান্তরাল রশ্মিগুলো অবতল লেন্সে প্রতিসরণের পর একে অপরের থেকে দূরে সরে যাওয়ার চেষ্টা করে এবং প্রতিসরিত রশ্মিগুলো পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এর একটি বিন্দুতে মিলিত হয়। তাই অবতল লেন্স দ্বারা কেবল অসদ বিশ্ব গঠিত হয়।

গ. উদ্দীপক হতে, লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = -50 \text{ cm}$

[∴ অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক হয়]

লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{-50 \text{ cm}}{2} = -25 \text{ cm} = -0.25 \text{ m}$

লেন্সটির ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি,

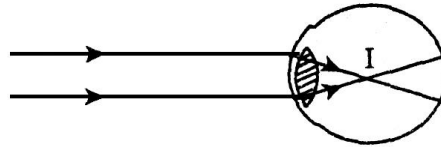
$$P = \frac{1}{f}$$
$$= \frac{1}{-0.25 \text{ m}}$$
$$= -4D$$

সুতরাং লেন্সটির ক্ষমতা $-4 D$ ।

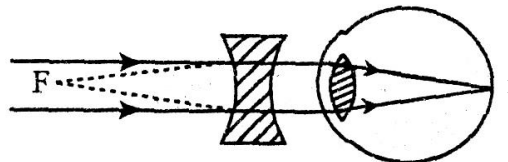
ঘ. উদ্দীপকের লেন্সটি একটি অবতল লেন্স।

অবতল লেন্স ব্যবহার করে চোখের হ্রস্ব দৃষ্টি দূর করা যায়।

বিশ্লেষণ : হ্রস্ব ত্রুটিগ্রস্ত চোখ দূরের জিনিস স্পর্শভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস বা বস্তু স্পর্শভাবে দেখতে পায়। চোখের অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এই ত্রুটি দেখা দেয়। এক্ষেত্রে দূরবর্তী বস্তু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার সামনে I বিন্দুতে মিলিত হয়।



দৃষ্টির এ ত্রুটি দূর করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়। কারণ একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব বিশ্ব গঠন করে। এ লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর বিশ্ব ত্রুটিপূর্ণ দূরবিন্দুতে গঠন করে।



এ চশমা লেন্সের অপসারী ক্রিয়া চোখের অভিসারী ক্রিয়ার বিপরীতে ক্রিয়া করে। ফলে অসীম দূরত্বের বস্তু থেকে নির্গত সমান্তরাল আলোকরশ্মি এ সহায়ক লেন্স L এর মধ্য দিয়ে চোখে পড়ার সময় প্রয়োজনমতো অপসারিত হয় এবং অপসারিত রশ্মিগুলো চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনা R এর উপর পড়ে। এ অপসারিত রশ্মিগুলোকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা F বিন্দুতে মিলিত হয় ফলে চোখ F বিন্দুতে বস্তুটিকে দেখতে পায়।

এভাবেই অবতল লেন্স ব্যবহার করে চোখের হ্রস্ব দৃষ্টি দূর করা যায়।

প্রশ্ন - ৩১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

হাসান 45 cm দূরের বস্তুকে স্পষ্টভাবে দেখতে পারে না। A ও B দুটি লেন্স যাদের ফোকাস ক্ষমতা যথাক্রমে +2d ও -2d।

ক. তারারন্ধ্র কী? ১

খ. গাড়ির পেছনে দেখতে কোন দর্পণ ব্যবহার করা হয়? ২

গ. B লেন্সের ক্ষেত্রে বিষ চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৩

?

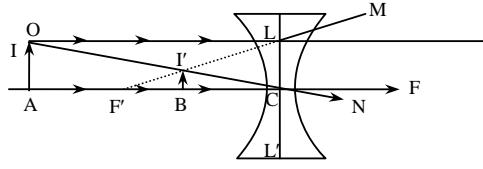
ঘ. হাসানের সমস্যা দূর করতে A ও B লেন্সের কোনটি উপযোগী? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

▶◀ ৩১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. আইরিসের মাঝখানে একটি ছোট ছিদ্র থাকে একেই চোখের মনি বা তারারন্ধ্র বলে।

খ. গাড়ির পেছনে দেখতে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হয়। উত্তল দর্পণ সর্বদা অবাস্তব, সোজা ও খর্বিত প্রতিবিম্ব গঠন করে বলে পেছনের যানবাহন বা পথচারী দেখার জন্য গাড়িতে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হয়। এছাড়া উত্তল দর্পণ আলোকরশ্মিকে বিস্তৃত এলাকায় ছড়িয়ে দেয় বলে গাড়ির পেছনে বিস্তৃত এলাকা দেখতে পাওয়া যায়।

গ. ধরি, LCL' একটি অবতল লেন্স। F'CF এর প্রধান অক্ষ, C আলোক কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস। লেন্সের সামনে OA একটি বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থিত। AO এর বিষ অঙ্কন করতে হবে। O বিন্দু থেকে নিঃসৃত একটি আলোকরশ্মি OL, প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়ে লেন্সের L বিন্দুতে আপতিত হলে প্রতিসরণের পর রশ্মিটি LM পথে এমনভাবে প্রতিসরিত হয় যেন রশ্মিটি প্রধান ফোকাস F থেকে আসছে বলে মনে হয়। O থেকে আরেকটি রশ্মি OC আলোক কেন্দ্র দিয়ে গেলে আপতিত হয়ে সোজাসুজি ON পথে প্রতিসরিত হয়। এই প্রতিসরিত রশ্মি দুটি অপসারী বলে মিলিত হয় না। এদের পিছনে বাড়িয়ে দিলে I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়।



সুতরাং, I বিন্দু হলো O বিন্দুর অসদ বিম্ব। এখন I থেকে প্রধান অক্ষের উপর I'B লম্ব টানলে I'B-ই হবে AO লম্ব্যবস্তুর বিম্ব।

I'B বিম্বটির বৈশিষ্ট্য :

অবস্থান : আলোক কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মাঝে।

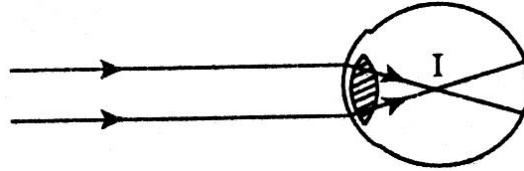
প্রকৃতি : অবাস্তব ও সোজা।

আকৃতি : লম্ব্যবস্তুর চেয়ে ছোট।

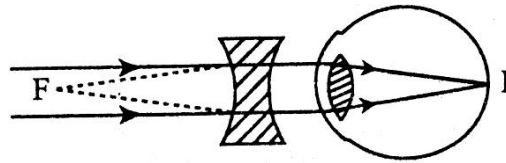
ঘ. উদ্দীপকের A হলো উত্তল লেন্স এবং B হলো অবতল লেন্স। হাসানের সমস্যা দূর করতে উত্তল ও অবতল লেন্সের মধ্যে অবতল লেন্সটি উপযোগী। নিচে এটি চিত্রসহ ব্যাখ্যা করা হলো :

হাসান 45 cm দূরের বস্তু স্পষ্টভাবে দেখতে পায় না। অর্থাৎ হাসান হ্রস্ব দৃষ্টিসম্পন্ন। কেননা—

হ্রস্ব ত্রুটিগ্রস্ত চোখ দূরের জিনিস স্পষ্টভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস বা বস্তু স্পষ্টভাবে দেখতে পায়। চোখের অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এ ত্রুটি দেখা দেয়। এক্ষেত্রে দূরবর্তী বস্তু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার সামনে I বিন্দুতে মিলিত হয়।



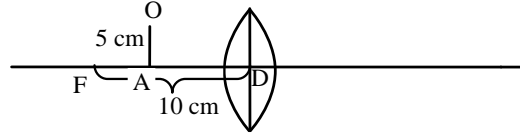
দৃষ্টির এ ত্রুটি দূর করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়। কারণ একমাত্র অবতল লেন্সই লম্ব্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব বিম্ব গঠন করে। এ লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লম্ব্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুতে গঠন করে।



এ চশমা লেন্সের অপসারী ক্রিয়া চোখের অভিসারী ক্রিয়ার বিপরীতে ক্রিয়া করে। ফলে অসীম দূরত্বের বস্তু থেকে নির্গত সমান্তরাল আলোকরশ্মি এ সহায়ক লেন্স L এর মধ্য দিয়ে চোখে পড়ার সময় প্রয়োজনমতো অপসারিত হয় এবং অপসারিত রশ্মিগুলো চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনা R এর উপর পড়ে। এ অপসারিত রশ্মিগুলোকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা F বিন্দুতে মিলিত হয়। ফলে চোখ F বিন্দুতে বস্তুটিকে দেখতে পায়।

এভাবেই অবতল লেন্স ব্যবহার করে চোখের হ্রস্ব দৃষ্টি দূর করা যায়।

প্রশ্ন - ৩২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. ফোকাস দূরত্ব কাকে বলে? ১

খ. স্বাস্থ্যক্ষেত্রে অপটিক্যাল ফাইবার এর ব্যবহার লেখ। ২

গ. লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. OA লক্ষ্যবস্তুটির বিষয় রশ্মি চিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. লেন্সের আলোককেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে।

খ. স্বাস্থ্যক্ষেত্রে অপটিক্যাল ফাইবারের ব্যবহার হলো :

এন্ডোস্কোপি পরীক্ষার সাহায্যে কোনো রোগীর পাকস্থলীর ভেতরের দেয়াল পরীক্ষা করতে হলে একটি আলোক নলকে মুখের ভেতর দিয়ে পাকস্থলীতে ঢোকানো হয়। এ আলোক নলের এক সেট আলোকীয় তন্তু দিয়ে আলো পাঠিয়ে পাকস্থলীর দেয়ালের সংশ্লিষ্ট অংশকে আলোকিত করা হয়, অন্য সেট দিয়ে ওই আলোকিত অংশকে বাইরে থেকে দেখা যায়। এই পদ্ধতি এন্ডোস্কোপি নামে পরিচিত। এছাড়া এনজিওগ্রাম করার সময় এভাবে আলোক নল ঢুকিয়ে রক্তবাহী ধমনি বা শিরার ব্লক বা হৃৎপিণ্ডের ভালভগুলোর ক্রিয়া দেখা যায়।

গ. উদ্দীপক হতে,

লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, $f = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

লেন্সটির ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{f}$$

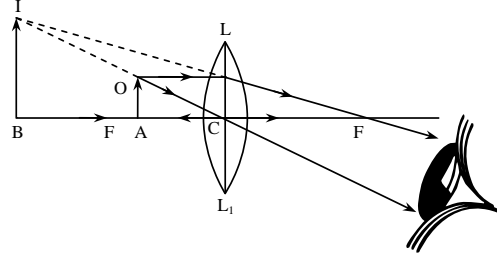
$$= \frac{1}{0.1\text{m}} = 10 \text{ D}$$

সুতরাং লেন্সটির ক্ষমতা 10 D।

ঘ. OA লক্ষ্যবস্তুটি উত্তল লেন্সের আলোক কেন্দ্র এবং প্রধান ফোকাসের মাঝে অবস্থিত। নিচে OA লক্ষ্যবস্তুর বিষয় রশ্মি চিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ করা হলো :

মনে করি, LCL₁ একটি উত্তল লেন্স। FOF' প্রধান অক্ষ। C আলোক কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস। এ লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর মেরু ও আলোক কেন্দ্রের মাঝে AO লক্ষ্যবস্তুটি অবস্থিত।

লক্ষ্যবস্তু আলোক কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে : O থেকে একটি রশ্মি আলোক কেন্দ্র বরাবর ও একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে বিবেচনা করলে প্রতিসরণের পর পরস্পর অপসারী হয়। এগুলোকে পেছন দিকে বাড়ালে I বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। I থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB লম্বই OA-এর প্রতিবিম্ব।



প্রশ্ন -৩৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ব্যক্তি	সমস্যা	ব্যবহৃত লেন্সের ক্ষমতা
ছাত্র	ক্লাসে বোর্ডের লেখা স্পষ্ট দেখে না	-1.25 d
শিক্ষক	পেপার পড়তে পারে না	2.75 d

- ক. প্রতিসরণের সময় আপাতন কোণ ক্রান্তি কোণের সমান হলে কী ঘটবে? ১
- খ. উত্তল লেন্সকে অভিসারী লেন্স বলা হয় কেন? ২
- গ. ছাত্রের চোখে দূর বিন্দুর দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

- ঘ. শিক্ষকের চশমায় ব্যবহৃত লেন্স কিভাবে তাঁর চোখের সমস্যার সমাধান করে তা রশ্মি চিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৩৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. প্রতিসরণের সময় আপাতন কোণ ক্রান্তি কোণের সমান হলে প্রতিসরিত রশ্মি সখশ্লিফট মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদতল ঘেঁষে যাবে।

খ. সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছকে কোনো উত্তল লেন্সের মধ্য দিয়ে পাঠালে প্রতিসরণের পর ঐ রশ্মিগুচ্ছ একটি বিন্দুমুখী অভিসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত হয়। এ কারণে উত্তল লেন্সকে অভিসারী লেন্স বলা হয়।

গ. উল্লিখিত উদ্দীপকে ছাত্রের চোখের যে ত্রুটি তা হলো হ্রস্ব দৃষ্টিজনিত ত্রুটি। এক্ষেত্রে ছাত্রের চোখের দূর বিন্দুর দূরত্ব হবে ফোকাস দূরত্ব f ।

এখানে, ক্ষমতা, $P = -1.25 \text{ D}$

ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

আমরা জানি,

$$f = \frac{1}{P}$$

$$= -\frac{1}{1.25 \text{ D}}$$

$$= -0.8 \text{ m} = -80 \text{ cm}$$

অতএব, ছাত্রের চোখের দূর বিন্দুর দূরত্ব -80 cm ।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত শিক্ষকের চোখের যে সমস্যা তা হলো দীর্ঘ দৃষ্টিজনিত ত্রুটি।

এখানে, ব্যবহৃত লেন্সের ক্ষমতা, $P = 2.75 \text{ D}$ ।

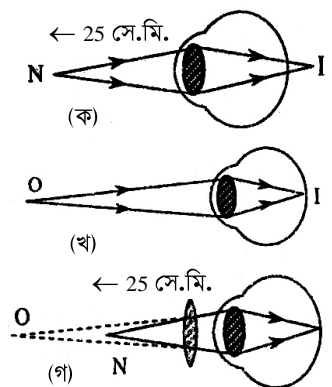
$$\therefore \text{লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, } f = \frac{1}{2.75 \text{ D}}$$

$$= 0.3636 \text{ m}$$

$$= 36.36 \text{ cm}$$

এ ত্রুটিগ্রস্ত চোখ দূরের জিনিস দেখতে পায় কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায় না। এখানে, চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বেড়ে যাওয়ায় অথবা অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ায় এ ধরনের ত্রুটি দেখা যায়।

সমস্যার সমাধান : চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয়। এ জন্য সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।



তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিন্দু গঠন কর। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার

করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N-এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O-তে গঠন করে [চিত্র (গ)]।

প্রশ্ন-৩৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

অনিমা নবম শেণিতে পড়ার সময় ক্লাসে শিক্ষক তাদের বিভিন্ন আলোকীয় ঘটনা ব্যাখ্যা করেন। তখন অনিমা জানতে পারল গ্লিসারিনে আলোর বেগ $2.04 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$, কিন্তু কাচে আলোর বেগ $1.87 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ । সে আরও পর্যবেক্ষণ করল যে একটি দর্পণের খুব কাছে একটি কলম ধরলে সেটি বড় দেখা যাচ্ছে।

ক. দর্পণের গৌণ অক্ষ কাকে বলে? ১

খ. চোখের উপযোজন ক্ষমতা ব্যাখ্যা কর। ২

? গ. কাচের সাপেক্ষে গ্লিসারিনের প্রতিসরণাঙ্ক কত? ৩

ঘ. অনিমার দেখা দর্পণটিতে কলমটি বড় দেখা যাওয়ার কারণ বিষয় চিত্র অঙ্কনের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৩৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. মেরু বিন্দু ব্যতীত দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠের উপরস্থ যেকোনো বিন্দু ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে অতিক্রমকারী সরলরেখাকে গৌণ অক্ষ বলে।

খ. চোখের লেন্সের একটি বিশেষ গুণ হচ্ছে এর আকৃতি প্রয়োজনমতো বদলে যায় ফলে ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে। ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তনের ফলে লক্ষ্যবস্তুর যেকোনো অবস্থানের জন্য লেন্স থেকে একই দূরত্বে অর্থাৎ রেটিনার উপর স্পর্শক বিন্দু গঠিত হয়। যেকোনো দূরত্বের বস্তু দেখার জন্য চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নিয়ন্ত্রণ করার এই ক্ষমতাকে চোখের উপযোজন বলে।

গ. দেওয়া আছে,

গ্লিসারিনে আলোর বেগ, $C_{gl} = 2.04 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

কাচে আলোর বেগ, $C_g = 1.87 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

কাচের সাপেক্ষে গ্লিসারিনের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_g\eta_{gl} = ?$

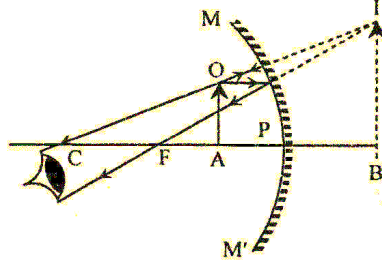
আমরা জানি,

$${}_g\eta_{gl} = \frac{C_g}{C_{gl}}$$
$$= \frac{1.87 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{2.04 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}$$

$$= 0.92$$

অতএব, কাচের সাপেক্ষে গ্লিসারিনের প্রতিসরণাঙ্ক 0.92।

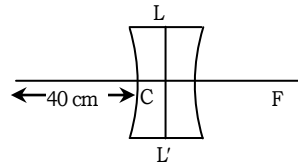
ঘ. যেহেতু, দর্পণে কলমটির বিবর্ধিত বিম্ব গঠিত হয়, সেহেতু, দর্পণটি অবতল দর্পণ। এর কারণ নিচে চিত্রসহ বর্ণনা করা হলো।



O বিন্দু থেকে একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে প্রতিফলিত হয় এবং অপর একটি রশ্মি বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সেটি একই পথে ফিরে যায়। প্রতিফলনের ফলে রশ্মি দুটি পরস্পর অপসারী রশ্মিতে পরিণত হয়। রশ্মি দুটিকে পিছনের দিকে বাড়ালে এরা I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। অর্থাৎ, I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB লম্ব টানা হলো। সুতরাং BI হলো বস্তুর অবাস্তব ও সোজা প্রতিবিম্ব।

সৃষ্ট প্রতিবিম্বের অবস্থান হলো দর্পণের পেছনে, প্রকৃতি অবাস্তব এবং সোজা এবং আকারে বিবর্ধিত অর্থাৎ বস্তুর চেয়ে আকারে বড়।

প্রশ্ন - ৩৫ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. ক্রান্তি কোণ কাকে বলে? ১
- খ. সমতল দর্পণে সৃষ্ট বিম্বের বৈশিষ্ট্য
কী? ২
- গ. প্রদর্শিত লেন্সটির ক্ষমতা কত? ৩

ঘ. চোখের কোন ধরনের ত্রুটি মুক্তির জন্য
উদ্দীপকের লেন্সটি ব্যবহার করা হয়
তার কারণ বিশ্লেষণ কর।

৪

▶◀ ৩৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. নির্দিষ্ট রঙের আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে প্রতিসরিত হওয়ার সময় আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণের মান সর্বাধিক (90°) হয় তাকে ক্রান্তি কোণ বলে।

খ. সমতল দর্পণে সৃষ্ট বিশ্বের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ—

১. দর্পণ থেকে বস্তুর দূরত্ব যত, দর্পণ থেকে বিশ্বের দূরত্বও তত।
২. বিশ্বের আকার বস্তুর আকারের সমান।

গ. উদ্দীপকের লেন্সটি অবতল লেন্স।

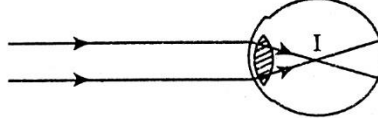
$$\therefore \text{লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, } f = -40 \text{ cm} \\ = -0.4 \text{ m}$$

লেন্সটির ক্ষমতা, $P = ?$

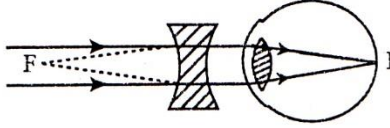
$$\text{আমরা জানি, } P = \frac{1}{f} \\ = \frac{1}{-0.4 \text{ m}} \\ = -2.5 \text{ D}$$

অতএব, প্রদর্শিত লেন্সটির ক্ষমতা -2.5 D ।

ঘ. উদ্দীপকের লেন্সটি অবতল লেন্সের। এ লেন্স ব্যবহার করে হ্রস্ব দৃষ্টি দূর করা যায়। হ্রস্ব ত্রুটিসম্পন্ন চোখ দূরের জিনিস দেখতে না পেলেও কাছের জিনিস দেখতে পায়। কারণ, চোখের অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গিয়ে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গিয়ে এ ত্রুটি দেখা দেয়। এক্ষেত্রে দূরবর্তী বস্তু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার সামনে I বিন্দুতে মিলিত হয়।



দৃষ্টির এ ত্রুটি দূর করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়। কারণ অবতল লেন্সের ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর বিষয় ত্রুটিপূর্ণ দূরবিন্দুতে গঠন করে।



অসীম দূরত্বের বস্তু থেকে নির্গত সমান্তরাল আলোকরশ্মি এ সহায়ক লেন্স L এর মধ্য দিয়ে চোখে পড়ার সময় প্রয়োজনমতো অপসারিত হয় এবং অপসারিত রশ্মিগুলো চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনা R এর উপর পড়ে। এ অপসারিত রশ্মিগুলোকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা F বিন্দুতে মিলিত হয় ফলে চোখ F বিন্দুতে বস্তুটিকে দেখতে পায়।

এভাবেই অবতল লেন্স ব্যবহার করে চোখের হ্রস্ব দৃষ্টি দূর করা যায়।

প্রশ্ন-৩৬ ▶ নিচের তথ্যগুলো দেখে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

(i) $n_w = 1.33$, (ii) $n_g = 1.5$

এখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

- ক. ব্যাপ্ত প্রতিফলন কী? ১
- খ. সমতল ও অবতল দর্পণে সৃষ্ট বিশ্বের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ২
- গ. (i) নং এর ক্ষেত্রে বায়ু মাধ্যমে আপতন কোণ 30° হলে প্রতিসরণ কোণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের সাহায্য নিয়ে পানির সাপেক্ষে কাচের ক্রান্তি কোণ নির্ণয় কর। ৪

▶◀ ৩৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর আর সমান্তরাল না থাকে বা অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত না হয় তবে এ ধরনের প্রতিফলনকে আলোর ব্যাপ্ত প্রতিফলন বলে।

খ. সমতল ও অবতল দর্পণে সৃষ্ট বিশ্বের মধ্যে পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হলো :

সমতল দর্পণে সৃষ্ট বিশ্ব	অবতল দর্পণে সৃষ্ট বিশ্ব
১. অবাস্তব।	১. বাস্তব ও অবাস্তব হতে পারে।
২. সোজা।	২. সোজা ও উল্টা হতে পারে।
৩. বস্তুর আকারের সমান।	৩. বস্তুর চেয়ে আকারে ছোট, বড় অথবা সমান হতে পারে।
৪. দর্পণের পিছনে গঠিত হয়।	৪. দর্পণের সামনে অথবা পিছনে গঠিত হতে পারে।

গ. এখানে,

বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_a\eta_w = 1.33$

বায়ু মাধ্যমে আপতন কোণ, $i = 30^\circ$

প্রতিসরণ কোণ, $r = ?$

$$\text{আমরা জানি, } {}_a\eta_w = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\text{বা, } \sin r = \frac{\sin i}{{}_a\eta_w}$$

$$\text{বা, } \sin r = \frac{\sin 30^\circ}{1.33}$$

$$\text{বা, } \sin r = \frac{0.50}{1.33}$$

$$\therefore r = \sin^{-1} \left(\frac{0.50}{1.33} \right)$$

$$\therefore r = 22.08^\circ$$

অতএব, (i) নং এর ক্ষেত্রে প্রতিসরণ কোণ 22.08° ।

ঘ. দেওয়া আছে,

$$\text{বায়ুর সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, } {}_a\eta_g = 1.5$$

$$\text{বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, } {}_a\eta_w = 1.33$$

$$\therefore \text{পানির সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, } {}_w\eta_g = \frac{{}_a\eta_g}{{}_a\eta_w}$$

$$= \frac{1.5}{1.33}$$

$$= 1.1278$$

পানি সাপেক্ষে কাচের ক্রান্তি কোণ, $\theta_c = ?$

আমরা জানি,

$${}_w\eta_g = \frac{1}{\sin \theta_c}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_c = \frac{1}{{}_w\eta_g}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_c = \frac{1}{1.1278}$$

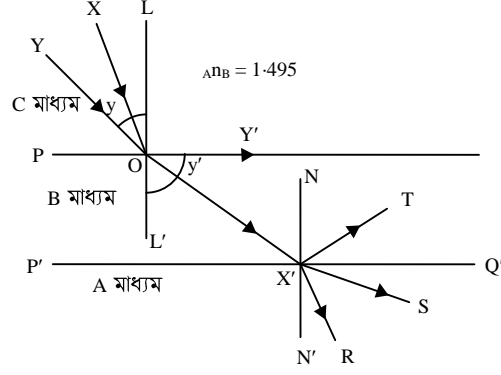
$$\text{বা, } \sin \theta_c = 0.8867$$

$$\therefore \theta_c = \sin^{-1} (0.8867)$$

$$= 62.46^\circ$$

অতএব, পানির সাপেক্ষে কাচের ক্রান্তি কোণ 62.46° ।

প্রশ্ন -৩৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. গোলীয় দর্পণ কাকে বলে? ১
- খ. সমতল দর্পণে দেখা প্রতিবিম্ব কী ধরনের ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. চিত্রে A মাধ্যমের y কোণ নির্ণয় কর। ৩

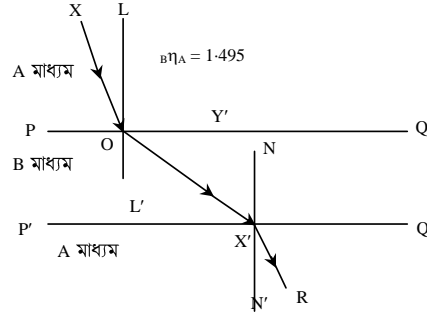
?

- ঘ. B মাধ্যম থেকে A মাধ্যমে আসার সময় OX' আলোকরশ্মিটি চিত্রে সম্ভাব্য তিনটি গতিপথের মধ্যে কোন দিকে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হবে কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৩৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

- ক. কোনো ফাঁপা গোলকের পৃষ্ঠের অংশবিশেষ যদি মসৃণ হয় এবং তাতে আলোকরশ্মির নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তবে তাকে গোলীয় দর্পণ বলে।
- খ. ধরি, MM' একটি সমতল দর্পণ। দর্পণটির সামনে O একটি লক্ষ্যবস্তু। লক্ষ্যবস্তু O থেকে ON আলোকরশ্মি অভিলম্বভাবে দর্পণে আপতিত হয়ে NO পথে ফিরে আসে। O বিন্দু হতে আরও একটি রশ্মি OR প্রতিফলিত হয়ে RQ পথে চলে যায়। RS অভিলম্ব।

ঘ. B মাধ্যম থেকে A মাধ্যমে আসার সময় OX' আলোকরশ্মি চিত্রে $X'R$ পথে প্রতিসরিত হবে। নিচে এর কারণ ব্যাখ্যা করা হলো—



আমরা জানি, আলোকরশ্মি হালকা থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশের সময় প্রতিসরিত রশ্মি অভিলম্বের দিকে বেঁকে যায় এবং ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশের সময় অভিলম্ব হতে সরে যায়। চিত্র হতে দেখা যাচ্ছে, A মাধ্যম থেকে আলো যখন B মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন আলোকরশ্মি অভিলম্ব হতে দূরে সরে গেছে। সুতরাং, A ঘন মাধ্যম এবং B হালকা মাধ্যম, অনুপূর্ণভাবে B মাধ্যম হতে OX' রশ্মি যখন A মাধ্যমে প্রবেশ করবে তখন আলোকরশ্মি অভিলম্বের দিকে সরে যাবে। কেননা B ঘন মাধ্যম এবং A হালকা মাধ্যম। সেক্ষেত্রে প্রতিসরিত রশ্মি হবে $X'R$ । $X'T$ রশ্মিটি প্রতিসরিত রশ্মি হবে না। কারণ বিভেদতল যদি দর্পণের ন্যায় আচরণ করত অর্থাৎ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটত সেক্ষেত্রে $X'T$ প্রতিফলিত রশ্মি হতো। আবার $X'S$ রশ্মিটি প্রতিসরিত রশ্মি হবে না আলোকরশ্মি হালকা মাধ্যম হতে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করেছে।

অতএব, উপরের আলোচনা হতে বলা যায় OX' আলোকরশ্মি হালকা মাধ্যম B হতে ঘন মাধ্যম A-তে প্রবেশের কারণেই প্রতিসরিত রশ্মি $X'R$ পথে গমন করে।

প্রশ্ন - ৩৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একদিন আজাদ খেয়াল করল যে, সে তার ক্লাসে ব্ল্যাকবোর্ডের লেখা বুঝতে পারছে না। বিষয়টি সে ডাক্তারকে জানালে, ডাক্তার তাকে 50 cm ফোকাস দূরত্বের একটি লেন্স ব্যবহার করতে বলল।

- ক. অ্যাকুয়াস হিউমার কী? ১
- খ. অনেক দূরের গাছপালা ও লাইটপোস্টকে ছোট দেখায় কেন? ২
- গ. ডাক্তার প্রদত্ত লেন্সের ক্ষমতা কত ছিল? ৩

ঘ. চিত্র ঐকে এই ধরনের ত্রুটির কারণ

এবং তার প্রতিকার বর্ণনা কর।

৪

▶◀ ৩৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কর্নিয়া ও চক্ষু লেন্সের মধ্যবর্তী স্থান যে স্বচ্ছ লবণাক্ত জলীয় পদার্থে পূর্ণ থাকে তাই অ্যাকুয়াস হিউমার।

খ. কোনো বস্তু চোখে ছোট না বড় দেখাবে তা নির্ভর করে বস্তু দ্বারা চোখের রেটিনায় উৎপন্ন বীক্ষণ কোণের উপর। যে বস্তু দ্বারা চোখে উৎপন্ন বীক্ষণ কোণ যত বড় হবে সেই বস্তু তত বড় দেখাবে। অনেক দূরের গাছপালা ও লাইটপোস্ট দ্বারা চোখে উৎপন্ন বীক্ষণ কোণ ছোট হয়। এ কারণে অনেক দূরের গাছপালা ও লাইটপোস্ট ছোট দেখায়।

গ. এখানে,

লেন্সের দূরত্ব, $f = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$

ডাক্তার প্রদত্ত লেন্সের ক্ষমতা, $P = ?$

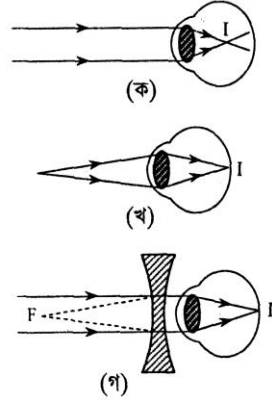
আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.5 \text{ m}} = 2D$$

অতএব, ডাক্তার প্রদত্ত লেন্সের ক্ষমতা $2D$ ।

ঘ. ত্রুটির কারণ : অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ, অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এ ধরনের ত্রুটি দেখা দেয়।

প্রতিকার : চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে যাওয়ার জন্য এ ত্রুটির উদ্ব হয়। দৃষ্টির এ ত্রুটি দূর করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়।



তাছাড়া একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। এই লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা দূরবর্তী লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুতে গঠন করে [চিত্র-গ]।

প্রশ্ন -৩৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ব্যক্তি	চোখের নিকট বিন্দু	চোখের দূরবিন্দু
A	20 cm	1×10^4 cm
B	40 cm	অসীম

?

- ক. আলোক কেন্দ্রের সংজ্ঞা লেখ। ১
- খ. কোনো লেন্সের ক্ষমতা 2.5D বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. B এর ব্যবহৃত চশমার লেন্সের বিম্ব গঠন প্রক্রিয়া ও বৈশিষ্ট্য রশ্মি চিত্রের মাধ্যমে দেখাও। ৩

ঘ. A ও B এর চোখের সমস্যা সমাধানে
ব্যবহৃত লেন্সের পার্থক্যের কারণ
রশ্মি চিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো লেন্সের মধ্যে প্রধান অক্ষের উপর অবস্থিত একটি নির্দিষ্ট বিন্দু, যার মধ্য দিয়ে কোনো রশ্মি অতিক্রম করলে প্রতিসরণের পর লেন্সের অপর পৃষ্ঠ থেকে নির্গত হওয়ার সময় আপতিত রশ্মির সমান্তরালভাবে নির্গত হয় তাকে আলোক কেন্দ্র বলে।

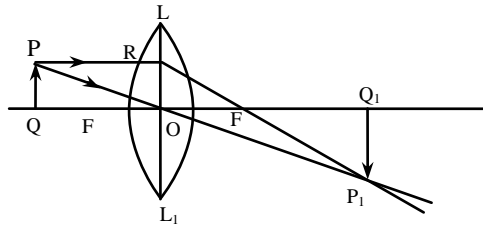
খ. কোনো লেন্সের ক্ষমতা $2.5 D$ বলতে বোঝায়—

i. লেন্সের ক্ষমতা ধনাত্মক হওয়ায় লেন্সটি উত্তল এবং

ii. লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব $\frac{1}{2.5}$ মিটার বা $0.4 m$ বা $40 cm$ ।

গ. B এর চোখের নিকট বিন্দু $25 cm$ এর বেশি অর্থাৎ B এর চোখে দীর্ঘ দৃষ্টি ত্রুটি রয়েছে। অতএব B এর ব্যবহৃত চশমার লেন্স হলো উত্তল লেন্স। নিচে এর বিশ্ব গঠন প্রক্রিয়া আলোচনা করা হলো। ধরি, LOL_1 একটি উত্তল লেন্স। FOF' প্রধান অক্ষ, O আলোক কেন্দ্র, প্রধান ফোকাস F এই লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর PQ একটি বস্তুকে লেন্সটির ফোকাস দূরত্বের চেয়ে বেশি কিন্তু দ্বিগুণ ফোকাস দূরত্বের কম দূরে খাড়াভাবে রাখা হলো।

এখানে P থেকে আগত PR রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালভাবে এসে লেন্সের মধ্য দিয়ে প্রতিসৃত হওয়ার পর প্রধান ফোকাস F-এর মধ্য দিয়ে REP_1 পথে যায়। P থেকে নির্গত অন্য একটি রশ্মি PO পথে আলোক কেন্দ্র O-তে আপতিত হয়ে সোজাসুজি OP_1 বরাবর প্রতিসৃত হলো। RFP_1 এবং OP_1 রশ্মি দুটি পরস্পর P_1 বিন্দুতে ছেদ করে। P_1 বিন্দু থেকে অক্ষের উপর P_1Q_1 লম্ব টানা হলো। P_1Q_1 হলো PQ এর বাস্তব প্রতিবিম্ব। এখানে OQ বস্তুর দূরত্ব এবং OQ_1 প্রতিবিম্বের দূরত্ব।

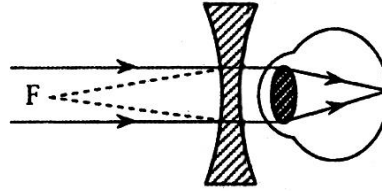


এক্ষেত্রে প্রতিবিম্ব বাস্তব, উল্টা ও বিবর্ধিত হয়েছে। লক্ষ্যবস্তুর বিভিন্ন অবস্থানের উপর নির্ভর করে প্রতিবিম্ব বাস্তব, অবাস্তব; সোজা, উল্টা; বিবর্ধিত, খর্বিত বা আকারে সমান হতে পারে। লক্ষ্যবস্তু উত্তল লেন্সের প্রধান ফোকাসের ভিতরে থাকলে প্রতিবিম্ব অবাস্তব, সোজা ও বিবর্ধিত হবে।

ঘ. A ও B এর চোখের সমস্যা যথাক্রমে হ্রস্ব দৃষ্টি ত্রুটি ও দীর্ঘ দৃষ্টি ত্রুটি। কারণ A এর চোখের নিকট বিন্দু 25 cm এরও কম। আমরা জানি, এ ত্রুটিগ্রস্ত চোখের ক্ষেত্রে অনেক দূরবর্তী বস্তু থেকে আগত সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার সামনে মিলিত হয়।

চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে যাবার জন্য এ ত্রুটির উদ্ব হয়। দৃষ্টির এ ত্রুটি সংশোধন করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়।

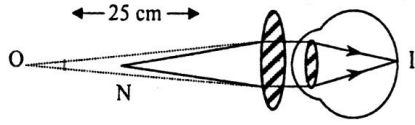
তাছাড়া একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে। এ লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুতে গঠন করে [চিত্র ক]। আমরা জানি, অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ফোকাসে গঠিত হয়। সুতরাং অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দু দূরত্বের সমান হতে হবে।



চিত্র : (ক)

আবার, B এর চোখের নিকট বিন্দু 25 cm এর বেশি। এক্ষেত্রে চোখের সামনে লক্ষ্যবস্তু থেকে আগত আলোক রশ্মিগুচ্ছ চোখের লেন্সে প্রতিসরিত হয়ে রেটিনার পেছনে মিলিত হয়।

চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার দরুন এ ত্রুটির উদ্ব হয়। তাই এ ত্রুটি দূর করতে চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয়। এ জন্য সহায়ক লেন্স হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N-এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O-তে গঠন করে [চিত্র খ]।



চিত্র : (খ)