

মূল বইয়ের অতিরিক্ত অংশ

নবম অধ্যায়: আলোর প্রতিসরণ



পরীক্ষায় কমন পেতে আরও প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ১ A ও B দুই ব্যক্তির ত্রুটিগ্রস্ত চোখের নিকট বিন্দু ও দূর বিন্দু নিম্নের ছকে দেখানো হলো:

ব্যক্তি	চোখের নিকট বিন্দু	চোখের দূর বিন্দু
A	15 cm	100 cm
B	35 cm	অসীম

◀ শিখনফল-৮ ও ১২ /রা. বো. ২০১৬/

- ক. আলোক কেন্দ্র কী? ১
- খ. দূর-দূরান্তে বৈদ্যুতিক সংকেত প্রেরণে অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহার সুবিধাজনক কেন? ২
- গ. A ব্যক্তির ব্যবহৃত চশমার ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. B ব্যক্তির চশমার লেন্স কীভাবে প্রতিবিশ্ব গঠন করে তা রশ্মিচিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলোক কেন্দ্র হলো একটি লেন্সের অভ্যন্তরে 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।

খ দূর-দূরান্তে বৈদ্যুতিক সংকেত প্রেরণে অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহার সুবিধাজনক। কারণ এতে আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ধর্ম ব্যবহার করে আলোর গতিতে কোনো তথ্য পাঠানো সম্ভব হয়। এছাড়াও অপটিক্যাল ফাইবারের ব্যান্ডউইডথ অনেক উচ্চ হয়ে থাকে। এর ফলে দেখা যায় প্রায় ২০০০ টেলিফোন সংকেতকে এক সঙ্গে একটি অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্য দিয়ে সঞ্চার করা যায়। এতে সংকেতগুলোর তীব্রতার প্রায় কোনো পরিবর্তন হয় না।

গ A ব্যক্তির চোখে দুই ধরনের সমস্যা রয়েছে। তাই কাছের বস্তু দেখার জন্য এবং দূরের বস্তু দেখার জন্য দুই ধরনের লেন্স ব্যবহার করতে হবে।

নিকট বিন্দুর ক্ষেত্রে:

আমরা জানি,

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

$$\therefore P = \frac{1}{0.25} + \frac{1}{-0.15}$$

$$= -2.67 \text{ D (Ans.)}$$

এখানে,

$$u = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$$

$$v = -15 \text{ cm} = -0.15 \text{ m}$$

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

দূর বিন্দুর ক্ষেত্রে:

আমরা জানি,

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

$$P = \frac{1}{-1} + \frac{1}{\infty} = -1 \text{ D (Ans.)}$$

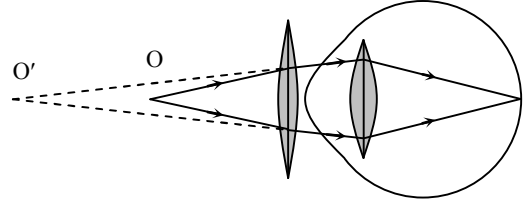
এখানে,

$$u = \infty$$

$$v = -100 \text{ cm} = -1 \text{ m}$$

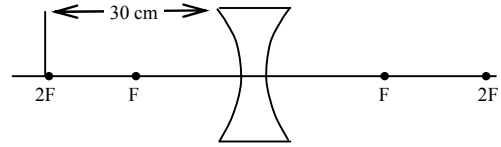
$$P = \frac{1}{f} = ?$$

ঘ B ব্যক্তি দীর্ঘ দৃষ্টি সম্পন্ন। তার চোখের নিকট বিন্দুর দূরত্ব 35 cm যা 25 cm অপেক্ষা বেশি। এজন্য তাকে এমন একটি উত্তল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যেন 25 cm দূরত্বে স্থাপিত বস্তুর একটি অবাস্তব বিম্ব 35 cm দূরত্বে গঠিত হয়।



ধরা যাক, 25 cm দূরত্বে O বিন্দুতে স্থাপিত বস্তু চোখ দেখতে পায় না কিন্তু 35 cm দূরত্বে O' বিন্দুতে স্থাপিত বস্তু চোখ দেখতে পায়। একটি উত্তল লেন্স ব্যবহার করে O বিন্দুতে স্থাপিত কোনো বস্তুর বিম্ব O' বিন্দুতে গঠিত হওয়ার বিষয়টি চিত্রের সাহায্যে দেখানো হলো। O বিন্দু থেকে আগত অপসারী রশ্মিগুচ্ছ উত্তল লেন্সে আপতিত হওয়ার পর এদের অপসারিতা একটু কমে যায়। এ রশ্মি গুচ্ছকে পিছনের দিকে বর্ধিত করলে তারা O' বিন্দুতে মিলিত হয়। অর্থাৎ চোখের নিকট রশ্মিগুচ্ছ O' বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। এক্ষেত্রে O' হচ্ছে O এর অবাস্তব বিম্ব।

প্রশ্ন ২ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



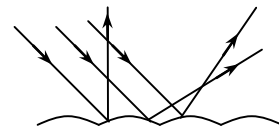
◀ শিখনফল-৮ ও ১২ /দি. বো. ২০১৬/

- ক. লেন্স কাকে বলে? ১
- খ. ব্যাপ্ত প্রতিফলন ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের লেন্সটির সাহায্যে কীভাবে চোখের ত্রুটি দূর করা যায়? চিত্রসহ তোমার মতামত দাও। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর আর সমান্তরাল না থাকে বা অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছ পরিণত না হয়, তবে এ ধরনের প্রতিফলনকে ব্যাপ্ত প্রতিফলন বলে।



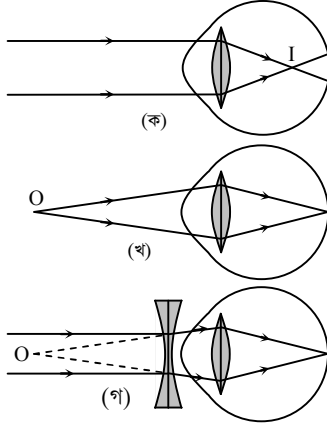
চিত্রে, একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি একটি অমসৃণ তলে আপতিত হচ্ছে। এক্ষেত্রে রশ্মিগুলো অমসৃণ তলের বিভিন্ন আপতন বিন্দুতে বিভিন্ন আপতন কোণে আপতিত হয়, ফলে এ সকল রশ্মির আনুষঙ্গিক প্রতিফলন কোণও বিভিন্ন হয়। যার ফলে প্রতিফলিত রশ্মিগুলো আর সমান্তরাল থাকে না।

গ) দেওয়া আছে,

$$\text{লেঙ্গের ফোকাস দূরত্ব, } f = \frac{-30}{2} = -15\text{cm [লেঙ্গটি অবতল]} \\ = -0.15\text{m}$$

$$\text{লেঙ্গের ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f} = \frac{1}{-0.15} = -6.67\text{ D (Ans.)}$$

ঘ) প্রদত্ত লেঙ্গটি অবতল লেঙ্গ। এ লেঙ্গ দ্বারা চোখের হ্রস্ব দৃষ্টি দূর করা যায়। চোখের লেঙ্গের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে হ্রস্ব দৃষ্টি ত্রুটির উদ্ভব হয়।



হ্রস্ব দৃষ্টির ক্ষেত্রে অসীম দূরের কোনো বিন্দু থেকে আগত সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ চক্ষু লেঙ্গের ক্রিয়ায় রেটিনার সম্মুখে I বিন্দুতে প্রতিবিম্ব গঠন করে (চিত্র- ক) ফলে চোখ তা দেখতে পায় না। কিন্তু স্পষ্ট দর্শনের সর্বোচ্চ দূরের O বিন্দু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ রেটিনায় প্রতিবিম্ব গঠন করে (চিত্র- খ) এবং চোখ তা দেখতে পায়। অসীম দূরের কোনো বিন্দু থেকে আগত সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছকে চোখে আপতিত হওয়ার পূর্বে যদি এমনভাবে অপসারী করা যায় যেন তা O থেকে আসছে বলে মনে হয় (চিত্র- গ), তবে চোখ তাকে O বিন্দুতে দেখতে পাবে। সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছকে অপসারী গুচ্ছে পরিণত করা যায় অবতল লেঙ্গ দ্বারা। সুতরাং, অসীম দূরের কোনো বস্তুকে দেখতে হলে চোখের সামনে এমন একটি অবতল লেঙ্গের চশমা ব্যবহার করতে হবে যেন বস্তুর একটি অবাস্তব সোজা প্রতিবিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দু O তে গঠিত হয়।

প্রশ্ন ৩) নাফিসের দাদু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পান না। চক্ষুরোগ বিশেষজ্ঞ দাদুকে + 2.25D ক্ষমতাসম্পন্ন লেঙ্গ চশমা হিসাবে ব্যবহার করার পরামর্শ দিলেন।

◀ শিখনফল-৮ ও ১২ / ক্র. বো. ২০১৬/

- ক. লেঙ্গ কাকে বলে? ১
খ. চোখের সামনে মশাল খুব দূত ঘুরালে আগুনের বৃত্ত দেখা যায় কেন? ২
গ. দাদুর চশমার ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. দাদুকে ধনাত্মক ক্ষমতার লেঙ্গ ব্যবহারের পরামর্শ দেবার যৌক্তিকতা চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) দুটি গোলায় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেঙ্গ বলে।

খ) চোখের সামনে কোনো বস্তু রাখলে রেটিনায় তার প্রতিবিম্ব গঠিত হয় এবং আমরা বস্তুটিকে দেখতে পাই। এখন যদি বস্তুটিকে চোখের সামনে থেকে সরিয়ে নেওয়া হয় তাহলে সরিয়ে নেওয়ার 0.03 সেকেন্ড পর্যন্ত এর দর্শন অনুভূতি মস্তিষ্কে থেকে যায়। চোখের সামনে মশাল দূত গতিতে ঘুরালে এটি বৃত্তাকার পথে 0.03s এর চেয়ে কম সময়ে অবস্থান পরিবর্তন করে ফেলে বলে চোখে মশালকে আগুনের বৃত্তের মতো দেখায়।

গ)

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

$$\text{বা, } f = \frac{1}{P} = \frac{1}{+2.25} \\ = 0.44\text{ m} = 44\text{ cm (Ans.)}$$

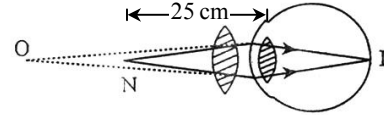
দেওয়া আছে,

$$\text{চশমার ক্ষমতা, } P = +2.25\text{ D}$$

$$\text{ফোকাস দূরত্ব, } f = ?$$

ঘ) আমরা জানি, উত্তল লেঙ্গের ক্ষমতা ধনাত্মক। দাদুকে ধনাত্মক ক্ষমতাসম্পন্ন লেঙ্গ বা উত্তল লেঙ্গ ব্যবহারের পরামর্শ দেবার যৌক্তিকতা নিচে চিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ করা হলো।

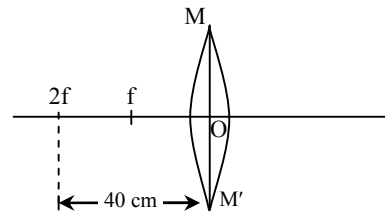
নাফিসের দাদু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পান না বলে আমরা বলতে পারি তার চোখে দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটি রয়েছে। চোখের লেঙ্গের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার কারণে দীর্ঘ দৃষ্টি ত্রুটির উদ্ভব হয়। এই ত্রুটি দূর করতে চোখের লেঙ্গের অভিসারী ক্ষমতা বাড়াতে হয়। এজন্য সহায়ক লেঙ্গ হিসেবে উত্তল লেঙ্গ ব্যবহার করা হয়।



তাছাড়া একমাত্র উত্তল লেঙ্গই একই পাশে লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও দূরে সোজা অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। এক্ষেত্রে তাই চোখের লেঙ্গের সামনে সহায়ক লেঙ্গ বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট উত্তল লেঙ্গ

ব্যবহার করতে হবে যা স্বাভাবিক চোখের নিকট বিন্দু N- এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটি-পূর্ণ চোখের নিকটবিন্দু O তে গঠন করে।

প্রশ্ন ৪



◀ শিখনফল-৮ ও ১২ / ক্র. বো. ২০১৬/

- ক. বক্রতার কেন্দ্র কী? ১
খ. চিকিৎসাক্ষেত্রে অপটিক্যাল ফাইবারের ব্যবহার লিখ। ২
গ. লেঙ্গটির ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উক্ত লেঙ্গটি চোখের কী ধরনের ত্রুটি দূরীকরণে সহায়ক? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক লেন্সের কোনো পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ বিশেষ সেই গোলকের কেন্দ্রকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র বলে।

খ চিকিৎসা ক্ষেত্রে এন্ডোস্কপি এর মাধ্যমে পাকস্থলীর ক্ষত, রক্তবাহী ধমনী বা শিরার ব্লক অথবা হৃদপিণ্ডের ভালভগুলোর ক্রিয়া দেখার জন্য অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহৃত হয়। অপটিক্যাল ফাইবারের আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ধর্মের জন্য দেহের অভ্যন্তরের অঙ্গ-প্রত্যঙ্গ থেকে প্রতিফলিত আলো খুব সহজেই বাইরে এসে ধরা দেয়। ফলে আমরা তা দেখতে পাই।

গ

আমরা জানি,

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ D (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{লেসটির, } 2f = 40 \text{ cm}$$

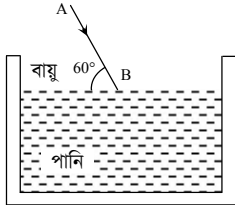
∴ ফোকাস দূরত্ব,

$$f = \frac{40}{2} \text{ cm} = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

লেসটির ক্ষমতা, $P = ?$

ঘ ১ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৫



◀ শিখনফল-১ ও ২/স. বো. ২০১৬/

- ক. ক্রান্তি কোণ কাকে বলে? ১
- খ. পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্তগুলো কী? ২
- গ. AB আলোকরশ্মি পানিতে প্রবেশ করার পর 11° দিক পরিবর্তন করলে বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্ভীপকের পাত্রটি সমুদ্রের পানি দ্বারা পূর্ণ করলে প্রতিসরণাঙ্কের মান 1.40 হলে আলোকরশ্মি আপতিত রশ্মি থেকে কতটা বেঁকে যাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট রঙের আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রতিসরণের সময় আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণ এক সমকোণ হয়, তাকে ঐ হালকা মাধ্যমের সাপেক্ষে ঘন মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ বলে।

খ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্ত দুইটি। যথা:

- i. আলোক রশ্মিকে অবশ্যই ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমের অভিমুখে যেতে হবে এবং দুই মাধ্যমের বিভেদ তলে আপতিত হতে হবে।
- ii. ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হতে হবে।

গ এখানে, আপতন কোণ, $\theta_1 = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$

আমরা জানি, আলোক রশ্মি বায়ু থেকে পানিতে প্রবেশ করলে প্রতিসরিত রশ্মি অভিলম্বের দিকে বেঁকে যায়।

$$\therefore \text{ প্রতিসরণ কোণ, } \theta_2 = (30 - 11)^\circ = 19^\circ$$

বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_a n_w = ?$

$$\text{আমরা জানি, } {}_a n_w = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 19^\circ}$$

$${}_a n_w = 1.54 \text{ (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি,

$${}_a n_w = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$\text{বা, } 1.40 = \frac{\sin 30^\circ}{\sin r}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_2 = \frac{\sin 30^\circ}{1.40}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_2 = 0.357$$

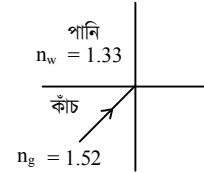
$$\text{বা, } \theta_2 = \sin^{-1}(0.357)$$

$$\text{বা, } \theta_2 = 20.92^\circ$$

আলোকরশ্মি আপতিত রশ্মি হতে অভিলম্বের দিকে

$(30^\circ - 20.92^\circ) = 9.08^\circ$ বেঁকে যায়। (Ans.)

প্রশ্ন ▶ ৬



◀ শিখনফল-২/স. বো. ২০১৫/

- ক. আলোর প্রতিফলনের সূত্র লিখ। ১
- খ. দুপুর বেলা প্রচণ্ড রোদ্রে উত্তপ্ত বালুচরে হাঁটার সময় অনতিদূরে জলরাশি আছে বলে মনে হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্ভীপকের আলোকে পানির সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কাঁচ হতে পানিতে প্রতিসরণের ক্ষেত্রে আপতন কোণের মান কত অপেক্ষা বেশি হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে? ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতিফলনের দুটি সূত্র রয়েছে।

- i. আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে বিভেদতলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব ও প্রতিফলিত রশ্মি একই সমতলে থাকে।
- ii. আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ পরস্পর সমান।

খ দুপুর বেলা প্রচণ্ড রোদ্রে উত্তপ্ত বালুচরে হাঁটার সময় অনতিদূরে জলরাশি আছে বলে মনে হওয়ার কারণ মরীচিকা। আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের কারণে মরীচিকা সৃষ্টি হয়। দুপুরবেলা সূর্যের প্রচণ্ড তাপে উত্তপ্ত বালি সংলগ্ন বায়ু উত্তপ্ত হয়ে হালকা হয় এবং উপরের দিকে যাওয়ার সময় ক্রমশ ঘনতর হতে থাকে। উঁচু কোন লক্ষ্যবস্তু থেকে আলোকরশ্মি পথিকের চোখে আসার সময় ঘনতর মাধ্যম থেকে লঘুতর মাধ্যমে প্রবেশ করে পর্যায়ক্রমিক প্রতিসরণের ফলে একসময় পূর্ণঅভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে এবং পথিকের চোখে লক্ষ্যবস্তুর উল্টা বিঘ্ন ধরা পড়ে ফলে পথিকের কাছে মনে হয় তার অনতিদূরে জলরাশি আছে এবং তার প্রতিফলন ঘটেছে।

গ এখানে,

বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $n_w = 1.33$

বায়ুর সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_g = 1.52$

পানির সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_{gw} = ?$

আমরা জানি, $n_{gw} = \frac{n_g}{n_w} = \frac{1.52}{1.33} = 1.143$

∴ পানির সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.143 (Ans.)

ঘ আমরা জানি, আলোক রশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে যাওয়ার সময় আপতন কোণের মান সংকট কোণের চেয়ে বড় হলে প্রতিসরণের পরিবর্তে ঘনমাধ্যমের অভ্যন্তরে প্রতিফলিত হয়।

মনে করি,

সংকট কোণ, θ_c হলে প্রতিসরণ কোণ = 90°

এবং কাঁচ সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $n_{gw} = \frac{1}{1.143} = 0.8772$

∴ $n_w = \frac{\sin \theta_c}{\sin 90^\circ}$

বা, $\sin \theta_c = n_w \times \sin 90^\circ$

বা, $\sin \theta_c = 0.8772 \times 1$

বা, $\theta_c = 61.31^\circ$

সুতরাং, কাচ হতে পানিতে প্রতিসরণের ক্ষেত্রে আপতন কোণের মান 61.31° অপেক্ষা বেশি হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে।

প্রশ্ন ৭ শাকিল 20cm ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স নিয়ে বক্রতার কেন্দ্র হতে 30cm দূরে প্রধান অক্ষের উপর একটি লক্ষ্যবস্তু রেখে লেন্সের বিপরীত পাশে রক্ষিত পর্দায় প্রতিবিম্ব দেখতে পেল।

শিখনফল-৭ ও ৮/সি. বো. ২০১৫/

- | | |
|--|---|
| 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 পূর্ববস্থা হতে লেন্সের দিকে 15cm সরানো হয় তবে বিম্বের অবস্থান দেখার জন্য শাকিলকে কী ব্যবস্থা নিতে হবে, রশ্মিচিত্রের সাহায্যে তা উপস্থাপন কর। | ৪ |

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এক স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যম হতে অপর এক স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যমে আলোক রশ্মির গমনকালে দিক পরিবর্তন করার ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে।

খ ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে আলোর প্রতিসরণের বেলায় আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণ সর্বোচ্চ (90°) হয় অর্থাৎ প্রতিসৃত রশ্মি মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদতল ঘেঁষে যায়, তাকে হালকা মাধ্যমের সাপেক্ষে ঘন মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ বলে। সুতরাং সংজ্ঞানুসারে, ক্রান্তি কোণ মূলত একটি আপতন কোণ।

গ দেওয়া আছে,

উত্তল লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, $f = +20\text{cm} = +0.2\text{m}$

বের করতে হবে, এর ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{+0.2\text{m}} = +5\text{m}^{-1} = +5\text{D}$ (Ans.)

ঘ উদ্দীপকে লেন্সটির বক্রতার কেন্দ্র হতে আলোক কেন্দ্রের দূরত্ব
= $(2 \times 20) = 40\text{cm}$

∴ বস্তুটির বক্রতার কেন্দ্র হতে 30 cm দূরে অবস্থান হলে আলোক কেন্দ্র হতে $(40 + 30)\text{cm} = 70\text{cm}$ দূরে অবস্থিত।

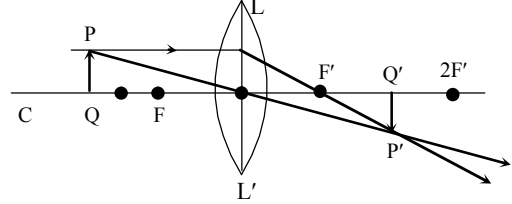
এখন, বস্তুটিকে আলোক কেন্দ্রের দিকে 15 cm সরালে আলোক কেন্দ্র হতে দূরত্ব $(70 - 15)\text{cm} = 55\text{cm}$

অর্থাৎ বস্তুটি বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে অবস্থান করবে।

তাহলে, আমরা পাই, লেন্স হতে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 55\text{cm}$

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

লেন্স হতে বিম্বের দূরত্ব, $v = ?$



আমরা জানি,

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

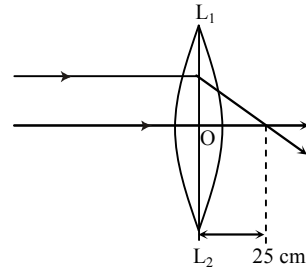
বা, $\frac{1}{55} + \frac{1}{v} = \frac{1}{20}$

বা, $\frac{1}{v} = \frac{1}{20} - \frac{1}{55} = \frac{7}{220}$

বা, $v = \frac{7}{220} = 31.43\text{cm}$

চিত্র হতে পাই, বস্তুর বিম্ব বাস্তব, সোজা কিন্তু উল্টো ও খর্বিত। কাজেই বিম্বের অবস্থান দেখার জন্য পর্দাটিকে লেন্সের সামনে আলোক কেন্দ্র হতে 31.43 cm দূরে স্থাপন করলে শাকিল বস্তুটির বিম্বের অবস্থান দেখতে পারবে।

প্রশ্ন ৮



শিখনফল-৮ ও ১২/সি. বো. ২০১৫/

- | | |
|--|---|
| 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 |

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো মসৃণ তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত হয় তবে এ ধরনের প্রতিফলনকে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন বলে।

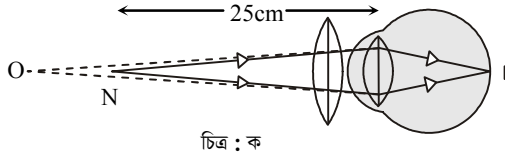
খ বায়ুর সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক 2.42 বলতে বুঝায়, বায়ু হতে হীরকে আলোকরশ্মি প্রবেশের সময় আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইন অনুপাত 2.42; পুনরায়, বায়ুতে আলোর বেগ ও হীরকে আলোর বেগের অনুপাত 2.42।

গ দেওয়া আছে, লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $f = 25\text{cm} = 0.25\text{m}$
লেন্সের ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.25\text{m}} = 4\text{m}^{-1} = 4\text{D}$ (Ans.)

ঘ কোনো ব্যক্তি দূরের বস্তু স্পষ্ট দেখতে পান, কিন্তু কাছের বস্তু স্পষ্ট দেখতে পান না। এক্ষেত্রে ঐ ব্যক্তি দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটিতে আক্রান্ত। উদ্ভীপকের উত্তল বা অভিসারী লেন্সটি তার সমস্যা সমাধান করতে পারবে। রশ্মিচিত্র বিবরণ নিম্নরূপ:

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



চিত্র : ক

তাহাড়া একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে দূরে সোজা অবাস্তব বিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সহায়ক লেন্স 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। তাহলে N বিন্দুতে স্থাপিত লক্ষ্যবস্তু থেকে আগত রশ্মিগুচ্ছ সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে ব্যবহৃত উত্তল লেন্সে প্রতিসৃত হয়ে O বিন্দুতে অবাস্তব বিম্ব গঠন করবে। এ বিম্বটি ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দুতে গঠিত হওয়ায় চোখ বিনা ক্লেসে তা দেখতে পাবে।

প্রশ্ন ৯ 40cm বক্রতার ব্যাসার্ধের একটি উত্তল লেন্সের প্রধান অক্ষের ওপর আলোক কেন্দ্র থেকে 25cm দূরে একটি লক্ষ্যবস্তু রাখা হলো।

◀শিখনফল-৭ ও ৮/য. বো. ২০১৫/

- 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 প্রতিবিম্বের প্রকৃতি একই হবে কি? রশ্মিচিত্রের সাহায্যে মতামত দাও। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং কোনো একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি এক মাধ্যম থেকে অপর মাধ্যমে প্রতিসৃত হলে আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে প্রথম মাধ্যম সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

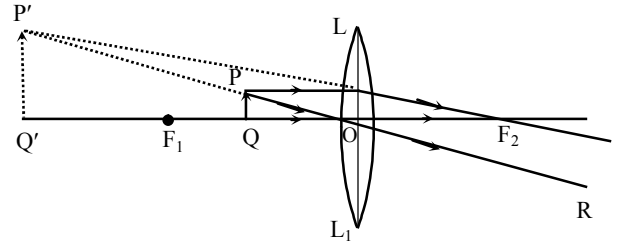
খ আলোর প্রতিসরণ হওয়ার কারণ হলো বিভিন্ন মাধ্যমে আলোর বেগের ভিন্নতা। আলোকীয় হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে আলোর প্রতিসরণের সময় আলোকরশ্মি অভিলম্বের দিকে বেঁকে যায়। কিন্তু ঘন মাধ্যমে থেকে হালকা মাধ্যমে আলোর প্রতিসরণের বেলায় আলোকরশ্মি অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যায়। দুটি ভিন্ন মাধ্যম হওয়া সত্ত্বেও মাধ্যমদ্বয়ের আলোকীয় ঘনত্ব সমান হলে অর্থাৎ মাধ্যমদ্বয়ে আলোর বেগ সমান হলে এক মাধ্যম হতে অপর মাধ্যমে আলোর গমনের বেলায় আলোক রশ্মির দিক পরিবর্তন ঘটে না, অর্থাৎ আক্ষরিক অর্থে প্রতিসরণ ঘটে না।

গ দেওয়া আছে,

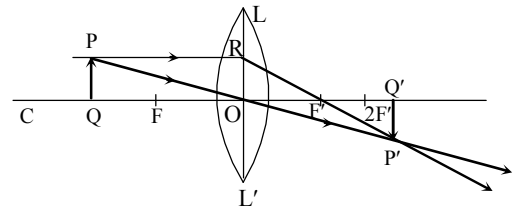
উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$
ক্ষমতা, $P = ?$

আমরা জানি, $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.2\text{m}} = 5\text{m}^{-1} = 5\text{D}$ (Ans.)

ঘ যদি লক্ষ্যবস্তু তার অবস্থান থেকে 10cm সামনে সরানো হয় তবে এর অবস্থান হবে লেন্সের আলোক কেন্দ্র এবং প্রধান ফোকাসের মধ্যে। এক্ষেত্রে অবাস্তব ও সোজা প্রতিবিম্ব লেন্সের একই পাশে গঠিত হবে, যা নিচের রশ্মিচিত্র হতে স্পষ্ট।

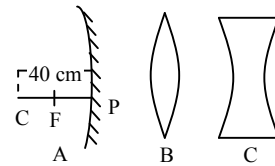


আবার, লক্ষ্যবস্তু যদি তার অবস্থান থেকে 10cm পেছনে সরানো হয় তবে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান হবে লেন্স হতে f এবং $2f$ দূরত্বের মধ্যে। এক্ষেত্রে বাস্তব ও উল্টা প্রতিবিম্ব লেন্সের পাশে গঠিত হবে যা নিচের রশ্মিচিত্র হতে স্পষ্ট দৃশ্যমান।



সুতরাং যদি লক্ষ্যবস্তু তার অবস্থান থেকে 10cm সামনে এবং পিছনে সরানো হয় তবে প্রতিবিম্বের প্রকৃতি একই হবে না।

প্রশ্ন ১০



◀শিখনফল-১২/য. বো. ২০১৫/

- ক. দস্ত চিকিৎসায় কোন ধরনের দর্পণ ব্যবহার করা হয়? ১
- খ. লেন্সের ক্ষমতা -3.5D বলতে কী বুঝায়? ২

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

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

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দস্ত চিকিৎসায় অবতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।

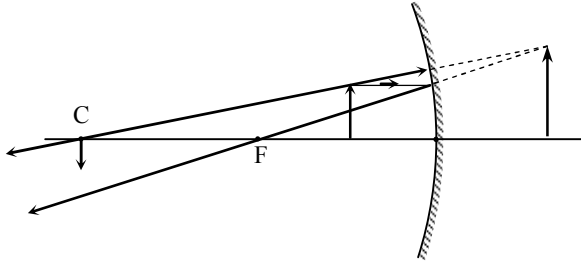
খ লেন্সের ক্ষমতা, $P = -3.5 D = -3.5 m^{-1}$

লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{1}{P} = \frac{1}{-3.5 m^{-1}} = -0.286 m$

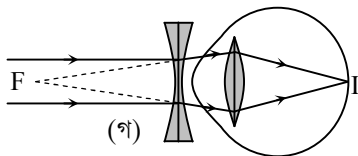
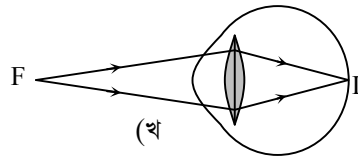
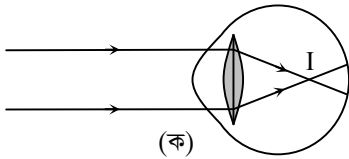
সুতরাং লেন্সের ক্ষমতা $-3.5 D$ বলতে বুঝায়, লেন্সটি অবতল লেন্স এবং এর ফোকাস দূরত্ব $0.286 m$ ।

গ উদ্দীপকের A চিত্রে অবতল দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = 40 cm$ এর ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{r}{2} = \frac{40 cm}{2} = 20 cm > 16 cm$

সুতরাং A চিত্রে P হতে $16 cm$ দূরে বস্তু থাকা মানে, অবতল দর্পণের ফোকাস দূরত্বের মধ্যে লক্ষ্যবস্তু রাখা। অতএব এক্ষেত্রে, অবাস্তব বিম্বের অবস্থান হবে দর্পণের পেছনে; বিম্বটি লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় বিবর্ধিত এবং সোজা হবে যা নিচের রশ্মিচিত্র হতে স্পষ্ট।



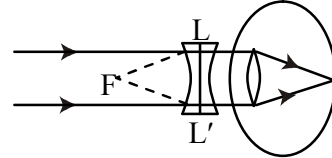
ঘ চক্ষু লেন্সের ক্ষমতা বেড়ে গেলে হ্রস্ব দৃষ্টি ত্রুটি দেখা দেয়। এ ত্রুটি প্রতিকারে উদ্দীপকের চিত্রের C লেন্সটি (অবতল) উপযোগী।



মনে করি, ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দু F। অর্থাৎ F এর চেয়ে দূরে অবস্থিত কোনো বস্তু এ চোখ স্পষ্টভাবে দেখতে পায় না (চিত্র-ক)। হ্রস্ব দৃষ্টিসম্পন্ন কোনো চোখ দূরের জিনিস ভালোভাবে দেখতে পায় না, কিন্তু

কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায় (চিত্র-খ)। অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এ ধরনের ত্রুটি দেখা দেয়। তাই এ ত্রুটি দূর করার জন্য তথা চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমাবার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব বিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূরবিন্দুতে গঠন করে (চিত্র-গ)।

প্রশ্ন ১১ রঞ্জন দশম শ্রেণির ছাত্র। চোখের সমস্যার জন্য সে চক্ষু বিশেষজ্ঞের নিকট গেল। ডাক্তার তার চোখ পরীক্ষা করে তাকে $5 cm$ ফোকাসের দূরত্বের একটি অবতল লেন্সের চশমা ব্যবহার করতে বললেন।



◀ শিখনফল-৮ ও ১২ / সি. বো. ২০১৫

- ক. আলোক কেন্দ্র কাকে বলে? ১
- খ. সরল পেরিস্কোপে কমপক্ষে দু'টি সমতল দর্পণ ব্যবহার করা হয় কেন? ২
- গ. ডাক্তারের পরামর্শ অনুযায়ী রঞ্জনের লেন্সের ক্ষমতা কত? ৩
- ঘ. ডাক্তারের পরামর্শ অনুযায়ী রঞ্জনকে লেন্স কীভাবে দূরের জিনিস দেখতে সাহায্য করবে? ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক লেন্সের মধ্যে প্রধান অক্ষের ওপর 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 আলোর ক্রমিক প্রতিফলন ব্যবহার করে পেরিস্কোপ তৈরি করা হয়। একটি লম্বা আয়তাকার কাঠ বা ধাতব নলের মধ্যে দুটি সমতল দর্পণকে পরস্পরের সমান্তরাল এবং নলের অক্ষের সাথে 45° কোণ করে রাখা হয়। দূরের বস্তু থেকে সমান্তরাল আলোকরশ্মি প্রথমে M_1 দর্পণে অভিলম্বের সাথে 45° কোণে আপতিত হয়। আপতিত রশ্মি M_1 দর্পণ দ্বারা 45° কোণে প্রতিফলিত হয়ে নলের অক্ষ বরাবর এসে M_2 দর্পণে আপতিত হয়। আলোক রশ্মি M_2 দর্পণে পুনরায় প্রতিফলিত হয়ে অনুভূমিকভাবে চোখে পড়ে ফলে বস্তুটি দেখা যায়। সমতল দর্পণ ব্যবহার করে এভাবে আলোক রশ্মির দিক পরিবর্তন করে আমরা সরাসরি দেখতে পাই না এমন বস্তুকেও দেখতে পাই। এক্ষেত্রে একটি মাত্র দর্পণ ব্যবহার করা হলে লক্ষ্যবস্তু কাঙ্ক্ষিত ভঙ্গিতে দেখতে পাওয়া সম্ভব নয়। তাই সরল পেরিস্কোপে কমপক্ষে দুটি সমতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।

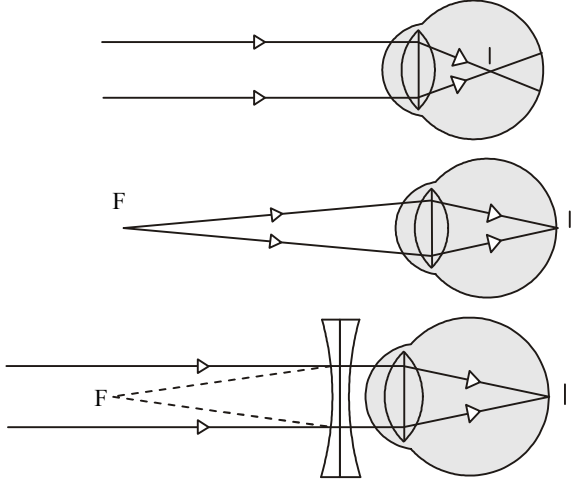
গ উদ্দীপকের মতে,

ব্যবহৃত অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = -5\text{cm} = -0.05\text{m}$

ক্ষমতা, $P = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } P &= \frac{1}{f} \\ &= \frac{1}{-0.05\text{m}} \\ &= -20\text{ m}^{-1} \\ &= -20\text{ D (Ans.)} \end{aligned}$$

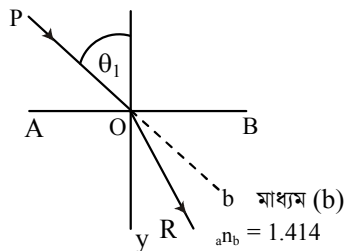
ঘ



অবতল লেন্স ব্যবহারের মাধ্যমে হ্রস্বদৃষ্টির প্রতিকার

মনে করি, ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূর বিন্দু F অর্থাৎ F এর চেয়ে দূরে অবস্থিত কোনো বস্তু এ চোখ দেখতে পায় না। চোখের ক্ষীণদৃষ্টি ত্রুটি দূর করার জন্য অবতল লেন্স চশমা হিসেবে ব্যবহার করা হয়। একটি ত্রুটিগ্রস্ত চোখ দূরের জিনিস ভালোভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায়। এক্ষেত্রে চোখের স্পষ্ট দর্শনের নিকট বিন্দু 25 cm এরও কম হতে পারে। অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ বেড়ে গেলে বা চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে অর্থাৎ অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে এ ধরনের ত্রুটি দেখা দেয়। তাই এ ত্রুটি দূর করার জন্য তথা চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা কমাবার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়। তাছাড়া একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব বিম্ব গঠন করে বলে এক্ষেত্রে চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে এমন ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ববিশিষ্ট অবতল লেন্স ব্যবহার করতে হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূর বিন্দুতে গঠন করে।

প্রশ্ন ১২



শিখনফল-২/দি. বো. ২০১৫/

- 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

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কর্ণিয়া ও চক্ষু লেন্সের মধ্যবর্তী যে স্থানটি পরিষ্কার লবণাক্ত দ্রবণে পূর্ণ থাকে, তাকে অ্যাকুয়াস হিউমার বলে।

খ a ও b মাধ্যমের মধ্যে b মাধ্যমটি বেশি ঘন। কারণ আলোক রশ্মি হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করলে অভিলম্বের দিকে সরে যায় এবং প্রদত্ত চিত্র হতে দেখা যায় আলোক রশ্মি a থেকে b থেকে যাওয়ার সময় অভিলম্বের দিকে সরে গিয়েছে। সুতরাং b মাধ্যমের ঘনত্ব বেশি।

গ আমরা জানি,

$$\begin{aligned} n_a n_b &= \frac{1}{n_a} \\ \text{বা, } n_b &= \frac{1}{n_a} \\ &= \frac{1}{1.414} \\ &= 0.71 \end{aligned}$$

এখানে,

a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, $n_b = 1.414$ বের করতে হবে, b মাধ্যমের সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক $n_a = ?$

ঘ $\theta_1 = 0^\circ$ হলে আলোক রশ্মি অভিলম্ব বরাবর প্রতিসরিত হবে।

স্নেলের সূত্রানুসারে, আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা একে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

$$\begin{aligned} \text{অর্থাৎ } n_a n_b &= \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \\ \text{বা, } 1.414 &= \frac{\sin 0^\circ}{\sin \theta_2} \\ \text{বা, } \sin \theta_2 &= \frac{0}{1.414} \\ \text{বা, } \sin \theta_2 &= 0 = \sin 0^\circ \\ \therefore \theta_2 &= 0^\circ \end{aligned}$$

এখানে,

$\theta_1 = 0^\circ =$ আপতন কোণ
 $\theta_2 =$ প্রতিসরণ কোণ
 $n_b = 1.414 =$ a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক

অর্থাৎ আলোক রশ্মি যে পথে আসবে সেই পথেই প্রতিসরিত হবে।

প্রশ্ন ১৩ রিমার চশমার ক্ষমতা, $P = -2.25\text{D}$ । লেন্সে আপতিত রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে এসে প্রতিসরণের পর লেন্সের আলোক কেন্দ্র থেকে x সে.মি. দূরত্বে অপসারিত হয়। শিখনফল-৬, ৭ ও ৮/ক. বো. ২০১৫/

- 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

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো লেন্সের অভিসারী বা অপসারী করার সামর্থ্যকে তার ক্ষমতা বলে।

খ রিমা ঋণাত্মক বা অপসারী ক্ষমতার লেন্স ব্যবহার করে। সুতরাং, সে হ্রস্বদৃষ্টি ত্রুটিতে আক্রান্ত। চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে গেলে (বা ফোকাস দূরত্ব কমে গেলে) অথবা চক্ষু গোলকের আকার বড় হয়ে গেলে চোখে এই ত্রুটি দেখা দেয়। এরূপ ত্রুটি সম্পন্ন চোখ কাছের বস্তুসমূহ স্পষ্ট দেখতে পেলেও দূরের বস্তুসমূহ স্পষ্ট দেখতে পায় না। প্রয়োজনীয় ফোকাস দূরত্বের অবতল বা অপসারী ক্ষমতার চশমা ব্যবহারে চোখের এই ত্রুটি দূর করা যায়।

গ উদ্দীপক মতে এবং অবতল লেন্সের প্রধান ফোকাসের সংজ্ঞানুসারে, উক্ত অবতল লেন্সের প্রধান ফোকাস লেন্সের আলোক কেন্দ্র হতে xcm দূরত্বে অবস্থিত। অর্থাৎ অবতল লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব,

$$f = -xcm = -\frac{x}{100}m$$

আবার, দেওয়া আছে, অবতল লেন্সটির ক্ষমতা,

$$P = -2.25D = -2.25m^{-1}$$

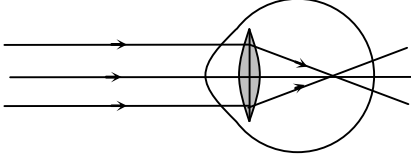
আমরা জানি, $P = \frac{1}{f}$

$$\text{বা, } -2.25m^{-1} = \frac{1}{-\frac{x}{100}m} = -\frac{100}{x}m^{-1}$$

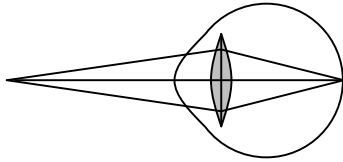
$$\therefore x = \frac{100}{2.25} = 44.44cm$$

$\therefore x$ এর মান 44.44cm (Ans.)

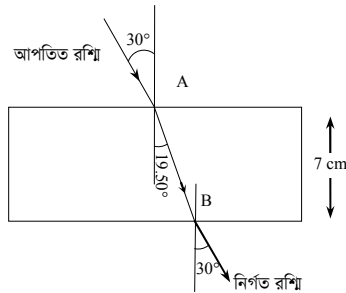
ঘ রিমার চোখ হ্রস্বদৃষ্টি বা ক্ষীণদৃষ্টি ত্রুটিতে আক্রান্ত। এ চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা স্বাভাবিকের তুলনায় বেশি। তাই দূরবর্তী কোনো বস্তু হতে যে আলোক রশ্মিগুচ্ছ আসে তা চক্ষুলেন্সে প্রতিসরণের পর রেটিনার সামনে কোনো বিন্দুতে ফোকাস করে, অর্থাৎ দূরবর্তী বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠিত হয় রেটিনার সামনের কোনো অবস্থানে, রেটিনার ওপর নয়। তাই এরূপ চোখ দূরবর্তী বস্তুসমূহ স্পষ্ট দেখতে পায় না। এ সংক্রান্ত রশ্মিচিত্র নিম্নরূপ—



কিন্তু হ্রস্বদৃষ্টি ত্রুটি সম্পন্ন চোখ কাছের বস্তু হতে আগত রশ্মিসমূহকে খুব বেশি বাঁকাতে (বা অভিসারী করতে) পারে না তাই চক্ষুলেন্সের দ্বারা গঠিত কাছের বস্তুসমূহের প্রতিবিম্ব রেটিনার ওপর গঠিত হয়। এ কারণে হ্রস্বদৃষ্টি ত্রুটি সম্পন্ন চোখ কাছের বস্তুসমূহকে স্পষ্ট দেখতে পায়। তবে চোখের ত্রুটির পরিমাণের ওপর নির্ভর করে স্পষ্ট দর্শনের দূরতম দূরত্ব নির্ধারিত হয়। এ সংক্রান্ত রশ্মিচিত্র নিম্নরূপ:



প্রশ্ন 18 একটি আলোকরশ্মি W ঘনত্বের আয়তাকার কাচ মাধ্যমে i কোণে প্রবেশ করে B বিন্দু দিয়ে i কোণে নির্গত হয়। (নিচের চিত্র দেখো)



- ক. প্রতিসরণাঙ্ক কী? ১
খ. স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. ২য় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
ঘ. কাচ থেকে আলোকরশ্মি 1.33 প্রতিসরণাঙ্কের মাধ্যমে নির্গত হলে, নির্গমন কোণ কত হবে? এর সাথে পূর্ববর্তী মানের সম্পর্ক নির্ণয় করো। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং কোনো একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি এক মাধ্যম থেকে অপর মাধ্যমে প্রতিসৃত হলে আপতন কোণের sine ও প্রতিসরণ কোণের sine এর অনুপাতকে ঐ বর্ণের আলোর জন্য প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

খ আমাদের দৈনন্দিন জীবনের অভিজ্ঞতা থেকে আমরা দেখতে পাই যে, কোনো বস্তুকে চোখের যত নিকটে নিয়ে আসা যায় বস্তুটিও তত স্পষ্ট দেখা যায়। কিন্তু কাছে আনতে আনতে দূরত্ব বেশি হ্রাস পেলে তখন আর বস্তুটি যথেষ্ট স্পষ্ট দেখা যায় না অথবা এরূপ দূরত্বে বস্তু রেখে তা স্পষ্ট দেখার চেষ্টা করলে চোখের ওপর চাপ পড়ে। যে ন্যূনতম দূরত্ব পর্যন্ত চোখ বিনা শান্তিতে স্পষ্ট দেখতে পায়, তাকে স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব বলে। স্বাভাবিক চোখের জন্য স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব প্রায় 25 cm।

গ

আমরা জানি,

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\text{বা, } n_2 = \frac{n_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{1 \times \sin 30^\circ}{\sin 19.5^\circ}$$

$$\therefore n_2 = 1.498 \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

আপাতন কোণ, $\theta_1 = 30^\circ$

প্রতিসরণ কোণ, $\theta_2 = 19.5^\circ$

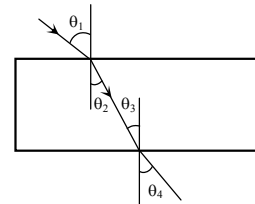
১ম মাধ্যম বায়ু হলে, তার

প্রতিসরণাঙ্ক, $n_1 = 1$

২য় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক, n_2

= ?

ঘ



আমরা জানি,

$$n_1 \sin \theta_3 = n_2 \sin \theta_4$$

$$\text{বা, } \sin \theta_4 = \frac{n_1 \sin \theta_3}{n_2} = \frac{1.498 \times \sin 19.5^\circ}{1.33}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_4 = 0.376$$

$$\text{বা, } \theta_4 = \sin^{-1}(0.376)$$

$$\therefore \theta_4 = 22.08^\circ$$

পূর্ববর্তী মান = 30°

অতএব, 1.33 প্রতিসরণাঙ্কের মাধ্যমে নির্গমন কোণ পূর্ববর্তী মান থেকে $(30 - 22.08)^\circ$ বা, 7.92° কম হবে।

এখানে, একান্তর কোণ বলে

আপাতন কোণ,

$$\theta_3 = \theta_2 = 19.5^\circ$$

কাচ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক,

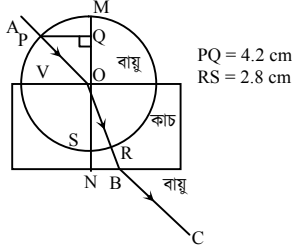
$$n_1 = 1.498 \text{ [গ থেকে]}$$

নির্গত মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক,

$$n_2 = 1.33$$

নির্গমন কোণ, $\theta_4 = ?$

প্রশ্ন ▶ ১৫ আয়াত আয়াতকার কাচ ফলকের সাহায্যে প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় করতে গিয়ে দেখল তার কাছে কোণ পরিমাপ করার জন্য চাঁদা নেই। পরে তার শিক্ষক নিম্নোক্ত চিত্রের সাহায্যে প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় করলেন।



◀ শিখনফল ১

- ক. প্রতিবিম্ব কাকে বলে? ১
 খ. “আলো এক প্রকার শক্তি”— ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. উদ্দীপকে আলোক রশ্মির দিক পরিবর্তন ভিন্ন হওয়ার কারণ বর্ণনা কর। ৩
 ঘ. আয়াতের শিক্ষকের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয়ের প্রক্রিয়াটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বিন্দু হতে নিঃসৃত আলোকরশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোন বিন্দুতে মিলিত হলে অথবা দ্বিতীয় কোন বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হলে দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বলে।

খ পৃথিবীতে সকল শক্তির উৎস হলো সূর্য। প্রাণী ও উদ্ভিদ কোষে মজুদকৃত আলোক শক্তি থেকেই তেল, কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস প্রভৃতি জীবাশ্ম জ্বালানির সৃষ্টি হয়েছে। লেন্স বা দর্পণের সাহায্যে আলোক শক্তিকে অভিসারিত করে আগুন জ্বালানো যায়। এছাড়াও সোলার ওয়াটার হিটার, সোলার কুকার ইত্যাদিতে ব্যবহৃত শক্তি আলো থেকেই আসে। তাই আলো এক প্রকার শক্তি।

গ কোন মাধ্যমে আলোর বেগ মাধ্যমের আলোকীয় ঘনত্বের উপর নির্ভর করে। মাধ্যম হালকা হলে আলোর বেগ বেশি হয় এবং মাধ্যম ঘন হলে আলোর বেগ কম হয়। কাঁচ, বায়ু মাধ্যম অপেক্ষা ঘন হওয়ায় কাঁচ মাধ্যমে আলোর বেগ বায়ু অপেক্ষা কম হয়। ফলে বায়ু মাধ্যম হতে আলো কাঁচ মাধ্যমে আসার সময় বিভেদতলে এর দিক পরিবর্তিত হয় এবং তা অভিলম্বের দিকে বেঁকে যায়। আবার, কাঁচ মাধ্যম হতে আলো বায়ু মাধ্যমে যাওয়ার সময় বিপরীত ঘটনা ঘটে অর্থাৎ তা অভিলম্ব হতে দূরে বেঁকে যায়। মূলত বিভিন্ন মাধ্যমে আলোর বেগের ভিন্নতার জন্য দুই মাধ্যমের বিভেদতলে আলো আপতিত হলে তার দিক পরিবর্তিত হয়।

ঘ এখানে, $PQ = 4.2$ cm
 $RS = 2.8$ cm
 $OP = OR$

$$\therefore \sin POQ = \frac{PQ}{OP}$$

$$\text{এবং } \sin ROS = \frac{RS}{OR}$$

$$\therefore \frac{\sin POQ}{\sin ROS} = \frac{PQ}{RS}$$

কিন্তু $\angle POQ = \theta_1 =$ আপতন কোণ

ও $\angle ROS = \theta_2 =$ প্রতিসরণ কোণ

মেলের সূত্রানুযায়ী বায়ুর সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক n হলে,

$$n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

$$\text{বা, } n = \frac{\sin POQ}{\sin ROS}$$

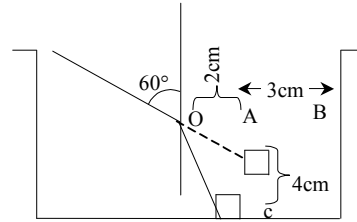
$$\text{বা, } n = \frac{PQ}{RS}$$

$$\text{বা, } n = \frac{4.2}{2.8}$$

$$\therefore n = 1.5$$

সুতরাং, আয়াতের শিক্ষকের নির্ণয়ে বায়ুর সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.5।

প্রশ্ন ▶ ১৬



◀ শিখনফল ১ ও ২

- ক. প্রতিসরণাঙ্ক কাকে বলে? ১
 খ. পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্তসমূহ ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. পানির গভীরতা কত? ৩
 ঘ. B বিন্দুতে চোখ রেখে বস্তুটিকে দেখা যাবে কী? উত্তরের স্বপক্ষে গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলোক রশ্মি শূন্য মাধ্যম হতে অন্য কোন স্বচ্ছ মাধ্যমে প্রতিসৃত হলে আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে শূন্য মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

খ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্ত দুইটি। যথা—

- আলোক রশ্মি অবশ্যই ঘনস্বচ্ছ মাধ্যম হতে হালকা স্বচ্ছ মাধ্যমের দিকে তির্যকভাবে যাওয়ার পথে বিভেদ তলের উপর আপতিত হবে।
- আপতন কোণ সংকট কোণ অপেক্ষা বড় হবে।

গ এখানে, আপতন কোণ, $\theta_1 = 60^\circ$

মনে করি, প্রতিসরণ কোণ $= \theta_2$

প্রকৃত গভীরতা h হলে,

$$h = 2 \cot \theta_2 \dots\dots\dots (i)$$

$$h - 4 = 2 \cot \theta_1 \dots\dots\dots (ii)$$

(i) – (ii)

$$4 = 2(\cot \theta_2 - \cot \theta_1)$$

$$\text{বা, } \cot \theta_2 - \cot \theta_1 = 2$$

$$\text{বা, } r = \cot^{-1} (2 + \cot \theta_1)$$

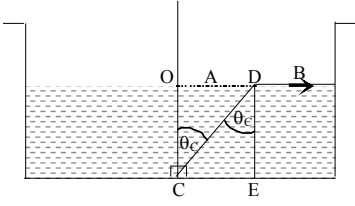
$$= \cot^{-1} (2 + \cot 60^\circ)$$

$$\therefore \theta_2 = 21.2$$

$$\therefore h = (2 \cot 21.2^\circ) \text{ cm}$$

$$= 5.15 \text{ cm (Ans.)}$$

ঘ



‘গ’ থেকে পাই,

$$\theta_1 = 60^\circ$$

$$\theta_2 = 21.2^\circ$$

$$\therefore \text{তরলের প্রতিসরণাঙ্ক, } n = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 21.2^\circ}$$

$$\therefore \theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{1}{n} \right)$$

$$= \sin^{-1} \left(\frac{1}{2.4} \right)$$

$$= 24.62^\circ$$

$$\therefore OD = CE = DE \tan \theta_c$$

$$= h \tan \theta_c$$

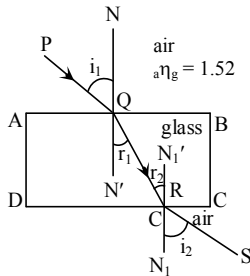
$$= (5.15 \tan 24.62^\circ) \text{ cm}$$

$$= 2.36 \text{ cm}$$

লক্ষ করি, D বিন্দুতে আপতিত রশ্মিগুলো বিভেদতল ঘেঁষে চলে যাচ্ছে।

$\theta > \theta_c$ বা D থেকে বেশি দূরবর্তী বিন্দুগুলোর জন্য পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে। তাই B বিন্দুতে চোখ রাখলে বস্তুটিকে দেখা যাবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৭



◀ শিখনফল ১ ও ২

ক. আলোর প্রতিসরণাঙ্ক বলতে কি বুঝ? ১

খ. সমান আকারের এক খণ্ড কাচ অপেক্ষা এক খণ্ড হীরক বেশি উজ্জ্বল কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকে কাঁচ মাধ্যমে আলোর বেগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে i_2 কি i_1 এর সমান হবে, নাকি হবে না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই করো। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং কোনো একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি এক মাধ্যম থেকে অপর মাধ্যমে প্রতিসৃত হলে আপতন কোণের \sin ও প্রতিসরণ কোণের \sin এর অনুপাতকে ঐ বর্ণের আলোর জন্য প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

খ. কাঁচ অপেক্ষা হীরকের সংকট বা ক্রান্তি কোণ ছোট। তাই একই আকারের একটি কাঁচ খণ্ডে ও একটি হীরক খণ্ডে আলো প্রবেশ করলে কাঁচ খণ্ডে আলোর প্রতিসরণ ঘটলেও হীরক খণ্ডে অধিকাংশ আলোক রশ্মি প্রতিসরিত না হয়ে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ ভাবে প্রতিফলিত হয়। তাই হীরক খণ্ডের অভ্যন্তরে আলোক রশ্মি থেকে যায়। ফলে কাঁচ খণ্ড অপেক্ষা হীরক খণ্ড অধিক উজ্জ্বল দেখায়।

গ. এখানে,

$$\text{কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক, } {}_a n_g = 1.52$$

জানা আছে, বায়ুতে আলোর বেগ, $c_a = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ কাঁচে আলোর বেগ, $c_g = ?$

$$\text{আমরা জানি, } {}_a n_g = \frac{c_a}{c_g}$$

$$\text{বা, } c_g = \frac{c_a}{{}_a n_g}$$

$$= \frac{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{1.52}$$

$$= 1.97 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. এখানে,

বায়ু মাধ্যমের সাপেক্ষে কাঁচ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক $= {}_a n_g$ ধরি, কাঁচ মাধ্যমের সাপেক্ষে বায়ু মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক $= {}_g n_a$

$$\text{আমরা জানি, } {}_a n_g = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\text{এবং } {}_g n_a = \frac{\sin r_2}{\sin i_2}$$

$$\text{আবার, } {}_a n_g = \frac{1}{{}_g n_a}$$

$$\text{বা, } \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{1}{\frac{\sin r_2}{\sin i_2}}$$

$$\text{বা, } \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

কিন্তু $r_1 = r_2$; \therefore এরা পরস্পর একান্তর কোণ।

$$\therefore \sin r_1 = \sin r_2$$

$$\text{তাহলে, } \sin i_1 = \sin i_2$$

$$\therefore i_1 = i_2$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, i_1 ও i_2 সমান হবে।

প্রশ্ন ▶ ১৮ রাফি ও রাহি ছুটিতে কক্সবাজারে বেড়াতে গিয়েছে তাদের বাবা মা এর সাথে। সূর্যাস্ত দেখার সময় রাফি রাহিকে বলল মাছও প্রতিদিন সূর্যাস্ত ও সূর্যোদয় দেখতে পায়। রাহি বিস্ময় প্রকাশ করলে রাফি আরও বলল পানিতে আলোর বেগ নির্ণয় করা খুব সহজ যদি তুমি জান বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33 এবং বায়ুতে আলোর বেগ $c_a = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল-১ ও ২

ক. এক ডায়ান্টার কাকে বলে? ১

খ. সংকট কোণ ও প্রতিসরণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক দেখাও। ২

গ. রাফি পানিতে আলোর বেগ কত নির্ণয় করেছিল? ৩

ঘ. মাছের সূর্যাস্ত দেখার ঘটনাটি চিত্রসহ গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এক মিটার ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট কোনো লেন্সের ক্ষমতাকে এক ডায়াল্টার বলে।

খ ধরা যাক, আলোক রশ্মি ঘন মাধ্যম (b) থেকে হালকা মাধ্যম (a) তে প্রতিসরিত হচ্ছে। আপতন কোণ i এবং প্রতিসরণ কোণ r হলে (b) মাধ্যমের সাপেক্ষে (a) মাধ্যমের

$$\text{প্রতিসরাঙ্ক, } {}_b n_a = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

এখন $\theta_1 = \theta_c$ হলে অর্থাৎ আলোক রশ্মি সংকট কোণে আপতিত হলে প্রতিসরণ কোণ $r = 90^\circ$ । সুতরাং

$${}_b n_a = \frac{\sin \theta_c}{\sin 90^\circ} = \sin \theta_c$$

$${}_a n_b = \frac{1}{\sin \theta_c}$$

গ দেওয়া আছে, ${}_a n_w = 1.33$

$$c_a = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

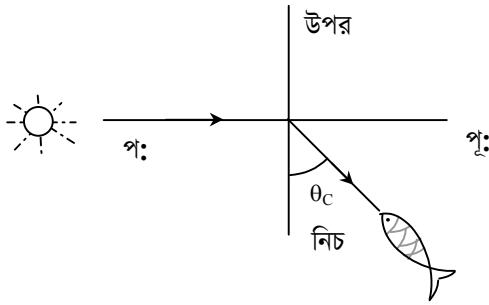
$$c_w = ?$$

$$\text{এখন, } {}_a n_w = \frac{c_a}{c_w}$$

$$\text{বা, } c_w = \frac{c_a}{{}_a n_w} = \frac{3 \times 10^8}{1.33} = 2.26 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব পানিতে আলোর বেগ $2.26 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।

ঘ অস্তগামী সূর্য হতে আগত আলোকরশ্মি প্রায় বিভেদতল ঘেঁষে আপতিত হয়ে মাছের চোখে এসে পৌঁছায়।



অর্থাৎ এক্ষেত্রে আপতন কোণ 90° হলে প্রতিসরণ কোণ হয় θ_c , সুতরাং

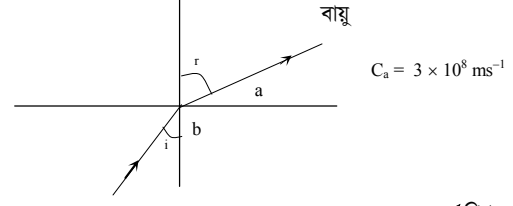
$$\text{প্রতিসরাঙ্ক, } {}_a n_w = 1.33 = \frac{\sin 90^\circ}{\sin \theta_c}$$

$$\text{বা, } \sin \theta_c = \frac{1}{1.33} [\because \sin 90^\circ = 1]$$

$$\text{বা, } \theta_c = \sin^{-1} \frac{1}{1.33} = 48.6^\circ$$

সুতরাং বোঝা যাচ্ছে সূর্যোদয় বা সূর্যাস্ত দেখতে মাছটিকে 48.6° কোণে তাকাতে হয়।

প্রশ্ন ১৯



◀ শিখনফল-১ ও ২

- ক. আমাদের দেখার কাজে আলোর কোন ধর্ম সাহায্য করছে? ১
খ. আমরা কিভাবে রঙিন বস্তুর আলোকীয় উপলব্ধি পাই? ২
গ. যদি ${}_b n_a = 0.65$ হয়, তবে b মাধ্যমে আলোর বেগ কত? ৩
ঘ. a মাধ্যমের পরিবর্তে অপর একটি মাধ্যম c ব্যবহার করে সংকট কোণ 60° পাওয়া গেল। b মাধ্যমের সাপেক্ষে a ও c এর মধ্যে কোনটির প্রতিসরাঙ্ক বেশি- গাণিতিকভাবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আমাদের দেখার কাজে আলোর প্রতিসরণ ধর্ম সাহায্য করছে।

খ চক্ষুলেপ কর্তৃক আপতিত আলো প্রতিসরিত হয়ে রেটিনায় বিম্ব গঠন করে। রেটিনা থেকে রড ও কোন নার্ভ মস্তিষ্কে গিয়েছে যার মধ্যে কোন হচ্ছে বর্ণসংবেদনশীল। লাল, নীল ও সবুজ এই তিন ধরনের বর্ণ সংবেদনশীল কোন আছে। কোনো বর্ণ যতই জটিল হোক না কেন চোখ সকল বর্ণকে এই তিনটি বর্ণে ধারণ করে। রেটিনার কোণগুলো এই ধারণকৃত তথ্য মস্তিষ্কে প্রেরণ করে এবং মস্তিষ্ক বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সফল বর্ণকে আলাদা করে। এভাবে আমরা রঙিন বস্তুর আলোকীয় উপলব্ধি পাই।

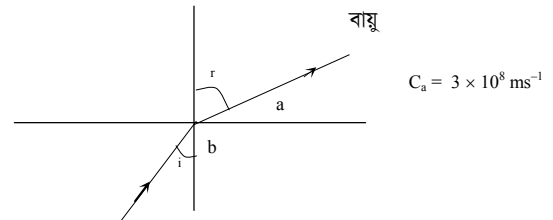
গ এখানে, ${}_b n_a = 0.65$

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

b মাধ্যমে আলোর বেগ C_b হলে, ${}_b n_a = \frac{C_b}{C_a}$

$$\begin{aligned} \therefore C_b &= C_a \times {}_b n_a \\ &= 0.65 \times 3 \times 10^8 \\ &= 1.95 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ

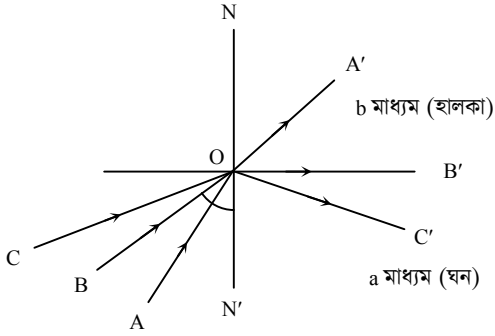


$$\therefore {}_b n_c = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 90^\circ} = 0.866$$

$$\therefore {}_b n_a = 0.65 \text{ এবং } {}_b n_c = 0.866$$

\therefore b মাধ্যমের সাপেক্ষে c মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক বেশি।

প্রশ্ন ২০



চিত্রে a ও b মাধ্যম দুইটির পরম প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.52 এবং 1.44। তিনটি আলোক রশ্মি AO, BO, CO বিভেদ তলের O বিন্দুতে আপতিত হয়ে যথাক্রমে OA, OB' এবং OC' পথে চলে গিয়েছে।

NON' বিভেদতলের O বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব। ◀ শিখনফল-২ ও ৩

- ক. রেটিনা কী? ১
 খ. সজ্জক কোণ কাকে বলে? চিত্রে কোন কোণটি সজ্জক কোণ? ২
 গ. a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কত? ৩
 ঘ. তৃতীয় আলোক রশ্মি (CO) এর ক্ষেত্রে গঠিত আলোকীয় ঘটনা অবলম্বনে একটি বাস্তব ঘটনার বর্ণনা দাও। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক চক্ষু লেন্সের পিছনে অবস্থিত অক্ষিগোলকের ভিতরের পৃষ্ঠের গোলাপী রঙের ঈষদচ্ছ আলোক সংবেদন আবরণকে রেটিনা বলে।

খ নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মির ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে আপতিত হলে, আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণের মান 90° হয় তাকে সজ্জক কোণ বলে।

চিত্রে BON' কোণটি সজ্জক কোণ।

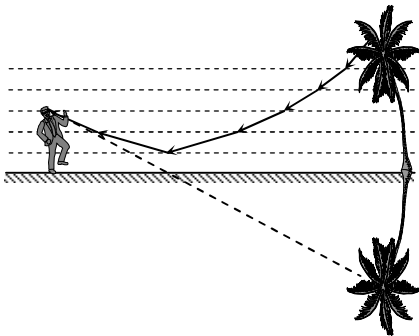
গ দেওয়া আছে, a মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক $n_a = 1.52$

b মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক, $n_b = 1.44$

∴ a মাধ্যমের সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক

$$a n_b = \frac{n_b}{n_a} = \frac{1.44}{1.52} = 0.95 \text{ (Ans.)}$$

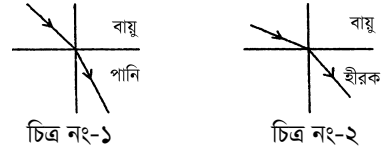
ঘ চিত্রে আলো ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে আপতিত হচ্ছে। আলোক রশ্মি CO সংকট কোণের চেয়ে বড় মানের কোণে আপতিত হচ্ছে তাই OC' পথে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে। এই পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের কারণে গঠিত একটি আলোকীয় ঘটনা হল মরীচিকা।



মরীচিকা হচ্ছে একটি আলোকীয় অলীক ঘটনা। মরুভূমিতে সূর্যের প্রচণ্ড তাপে বালি খুব তাড়াতাড়ি উত্তপ্ত হয়। ফলে বালি সংলগ্ন বায়ুর তাপমাত্রাও খুব বেশি থাকে। এতে করে বালি সংলগ্ন বায়ু হালকা হয়। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উপরে উঠতে থাকলে বায়ু ধীরে ধীরে ঘন হতে থাকে। এখন মরুভূমিকে দূরে কোনো গাছ থেকে আলোক রশ্মি পৃথিকের চোখে আসার সময় ঘনতর মাধ্যম থেকে লঘুতর মাধ্যমে প্রবেশ করে। ফলে প্রতিসরিত রশ্মি অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যেতে যেতে এমন অবস্থায় আসে যে আপতন কোণের মান ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হয় অর্থাৎ প্রতিসরিত না হয়ে পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসে। অর্থাৎ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে।

এর ফলে পৃথিক গাছের উল্টা বিম্ব দেখতে পায়। তার কাছে মনে হবে সামনে কোনো জলাশয় আছে এবং তাতে প্রতিফলন ঘটেছে। পৃথিকের কাছে এই জলাশয় দেখার ঘটনাই মরীচিকা।

প্রশ্ন ২১



চিত্র নং-১

চিত্র নং-২

১নং চিত্রের জন্য প্রতিসরণাঙ্ক, $a n_w = 1.33$

২নং চিত্রের জন্য প্রতিসরণাঙ্ক, $a n_d = 2.4$

◀ শিখনফল-২

- ক. প্রতিসরণাঙ্ক কাকে বলে? ১
 খ. স্পর্শ না করে কী করে লেন্স সনাক্ত করা যায়? ২
 গ. পানিতে আলোর বেগ $2.28 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ হলে, হীরকে আলোর বেগ কত? ৩
 ঘ. পানি এবং হীরকের মধ্যে কোনটি ঘনতর- বিশ্লেষণ করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং কোনো একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি এক মাধ্যম থেকে অপর মাধ্যমে প্রতিসৃত হলে আপতন কোণের $\sin \theta$ ও প্রতিসরণ কোণের $\sin \theta'$ এর অনুপাতকে ঐ বর্ণের আলোর জন্য প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

খ স্পর্শ না করে লেন্স সনাক্তকরণের জন্য লেন্সের সামনে খুব কাছাকাছি একটি আঙ্গুল রেখে অপর দিক থেকে দেখতে হবে। এতে যদি আঙ্গুলের সোজা ও বিবর্ধিত বিম্ব দেখা যায় তাহলে সেই লেন্স উত্তল, আর যদি সোজা কিন্তু খর্বিত বিম্ব দেখা যায় তাহলে সেই লেন্স অবতল।

গ দেওয়া আছে,

বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক, $a n_w = 1.33$

এবং বায়ুর সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক, $a n_d = 2.4$

পানিতে আলোর বেগ, $c_w = 2.28 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

হীরকে আলোর বেগ, $c_d = ?$

এখন,

$$\text{পানির সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক, } w n_d = \frac{a n_d}{a n_w} = \frac{2.4}{1.33} = \frac{240}{133}$$

$$\text{আবার, } w n_d = \frac{c_w}{c_d}$$

$$\text{বা, } \frac{240}{133} = \frac{2.28 \times 10^8}{c_d}$$

$$\therefore c_d = \frac{2.28 \times 10^8 \times 133}{240}$$

$$= 1.2635 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

$$\text{পানির সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক, } {}_w n_d = \frac{240}{133} = 1.8045$$

$$\text{এবং হীরকে আলোর বেগ, } c_d = 1.2635 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{দেওয়া আছে, পানিতে আলোর বেগ, } c_w = 2.28 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

দেখা যাচ্ছে, ${}_w n_d > 1$

আমরা জানি, হালকা মাধ্যমের সাপেক্ষে ঘনতর মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক 1 এর চেয়ে বড় হয়।

এখানে, পানির সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরণাঙ্ক 1 এর চেয়ে বড়।

সুতরাং, পানির চেয়ে হীরক ঘনতর মাধ্যম।

আবার, $c_w > c_d$.

ঘনতর মাধ্যমে আলোর বেগ হালকা মাধ্যমের তুলনায় কম হয়। হীরকে আলোর বেগ পানির চেয়ে কম।

অতএব, পানি এবং হীরকের মধ্যে হীরক হলো ঘনতর মাধ্যম।

প্রশ্ন ▶ ২২ সমুদ্রের নিচে গবেষণারত দুইজন ডুবুরি একে অপর হতে 100 km দূরে অবস্থান করছিলেন। তাদের একজন আলোর সঙ্কেত প্রদান করলে অন্যজন তা t সময় পর দেখতে পান। পানির সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক ${}_w n_a = 0.75$ । উল্লেখ্য যে, প্রতিসরণের সময় সাত বর্ণের আলোর মধ্যে লাল বর্ণের আলো সবচেয়ে কম বাঁকে। ◀ *শিখনফল-২*

ক. প্রতিসরণাঙ্ক এবং আলোকীয় ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক কী? ১

খ. ${}_w n_a = 0.75$ হতে উভয় মাধ্যমের আলোর বেগ তুলনা করলে কী সিদ্ধান্তে আসা যায়? ২

গ. t এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সাদা আলোর পরিবর্তে লাল আলো ব্যবহার করলে t এর মান কী বাড়বে না কমবে? ব্যাখ্যা কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বেশি সেই মাধ্যমের আলোকীয় ঘনত্ব বেশি বা সেটি আলোর সাপেক্ষে ঘনতর। আর যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কম তার আলোকীয় ঘনত্ব কম বা সেটি আলোর সাপেক্ষে লঘুতর।

খ পানির সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_w n_a = 0.75$

আবার, পানিতে আলোর বেগ c_w এবং বায়ুতে আলোর বেগ c_a হলে,

$${}_w n_a = \frac{c_w}{c_a} = 0.75 \quad \text{বা, } c_w : c_a = 0.75 : 1$$

$$\text{সুতরাং } c_w < c_a \quad \text{বা, } c_w : c_a = 75 : 100 = 3 : 4$$

বা, পানিতে আলোর বেগ বায়ুতে আলোর বেগ অপেক্ষা কম।

গ পানির সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক,

$${}_w n_a = 0.75 = \frac{c_w}{c_a}$$

$$\text{বা, } c_w = 0.75 \times 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \\ = 2.25 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

ডুবুরি দুইজনের মধ্যে দূরত্ব, $s = 100 \text{ km} = 100000 \text{ m}$

$$\text{অতএব, } t = \frac{s}{c_w} = \frac{100000 \text{ m}}{2.25 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}} \\ = 4.44 \times 10^{-4} \text{ s. (Ans.)}$$

ঘ প্রতিসরণাঙ্ক আলোর রঙের ওপর নির্ভর করে। উদ্দীপক মতে, লাল রঙের আলোর জন্য নির্দিষ্ট মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের মান সবচেয়ে কম কারণ সাত বর্ণের আলোর মধ্যে লাল আলো সবচেয়ে কম বাঁকে।

সুতরাং লাল রঙের আলোর জন্য ${}_a n_w$ এর মান কমে যাবে যার অর্থ ${}_w n_a$

এর মান বেড়ে যাবে। ${}_w n_a = \frac{c_w}{c_a}$ থেকে পাই, c_a এর অপরিবর্তিত মানের

জন্য এখানে c_w এর মান বেড়ে যাবে অর্থাৎ, পানিতে সাদা আলোর

তুলনায় লাল আলোর বেগ বেশি। যার অর্থ $t = \frac{s}{c_w}$ এবং অপরিবর্তিত

দূরত্বের জন্য t এর মান কমে যাবে।

অতএব, সাদা আলোর পরিবর্তে লাল আলো ব্যবহার করলে t এর মান কমে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ২৩ x ও y মাধ্যমদ্বয়ের পরম প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1.4 এবং 1.5। শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ । ◀ *শিখনফল-২ ও ৩*

ক. বিবর্ধন কাকে বলে? ১

খ. গাড়ির লুকিং গ্লাস হিসাবে কোন দর্পণ ব্যবহার করা হয়? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. 'x' মাধ্যমে আলোর বেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. x ও y মাধ্যমের বিভেদতলে আলোক রশ্মি কত কোণের বেশি কোণে আপতিত হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বা বিবর্ধন বলে।

খ উত্তল দর্পণ সর্বদা অবাস্তব, সোজা এবং খর্বিত প্রতিবিম্ব গঠন করে বিধায় পেছনের যানবাহন বা পথচারী দেখার জন্য যানবাহনের ভিউ মিরর (লুকিং গ্লাস) হিসেবে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।

গ

আমরা জানি,

$$\frac{n_b}{n_a} = \frac{c_a}{c_b}$$

$$\therefore \frac{n_x}{n_0} = \frac{c_0}{c_x}$$

$$\text{বা, } c_x = \frac{c_0 \times n_0}{n_x} \\ = \frac{3 \times 10^8 \times 1}{1.4}$$

$$\therefore c_x = 2.14 \times 10^8 \text{ m/s (Ans.)}$$

এখানে,

x মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক,

$$n_x = 1.4$$

শূন্য মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক,

$$n_0 = 1$$

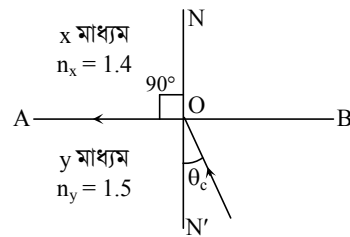
শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ,

$$c_0 = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

x মাধ্যমে আলোর বেগ,

$$c_x = ?$$

ঘ আমরা জানি, পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন বা সংকট কোণের ক্ষেত্রে আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমের দিকে গমন করে।



যেহেতু, y মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বেশি অর্থাৎ y ঘনতর মাধ্যম। সুতরাং আলোকরশ্মি y মাধ্যম হতে বিভেদলে θ_c কোণে আপতিত হবে ($\theta_c =$ সংকট কোণ)

আমরা জানি, স্নেলের সূত্রানুযায়ী,

$$n_y \times \sin\theta_c = n_x \times \sin 90^\circ$$

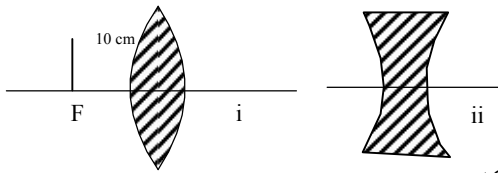
$$\text{বা, } \sin\theta_c = \frac{n_x}{n_y} = \frac{1.4}{1.5}$$

$$\text{বা, } \sin\theta_c = 0.933$$

$$\therefore \theta_c = 68.96^\circ$$

অতএব, x ও y মাধ্যমের বিভেদতলে y মাধ্যম থেকে 68.96° কোণের বেশি কোণে আপতিত হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে, কারণ 68.96° হচ্ছে মাধ্যমদ্বয়ের মধ্যকার সংকট কোণ।

প্রশ্ন ২৪



শিখনফল-৭

- ক. ক্রান্তি কোণ কাকে বলে? ১
- খ. বায়ু মাধ্যম ও পানি মাধ্যম আলোর বেগের পরিবর্তন হয় কেন? ২
- গ. (i) নং চিত্রে 15cm দূরে বস্তু অবস্থান করলে বিশ্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকৃতি চিত্র ঐকে বর্ণনা কর। ৩
- ঘ. 50m অধিক দূরের বস্তু দেখতে না পাওয়া লোকের জন্য (ii) নং লেন্সটি ব্যবহার যৌক্তিক কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলোক রশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রতিসরিত হলে আপাতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণ 90° হয়, তাকে ক্রান্তি কোণ বলে।

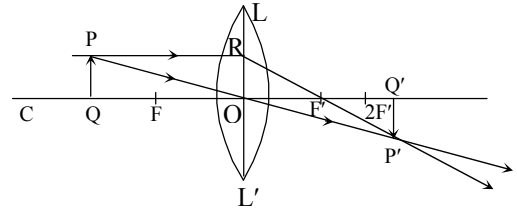
খ বায়ু মাধ্যম ও পানি মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের তারতম্যের কারণে আলোর বেগের পরিবর্তন হয়। যে মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক বেশি সেই মাধ্যম বেশি ঘন এবং তাতে আলোর বেগ কম। আর যে মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক কম সেই মাধ্যম কম ঘন এবং তাতে আলোর বেগ বেশি। পানির প্রতিসরাঙ্ক 1.33 যা বায়ুর প্রতিসরাঙ্ক 1 অপেক্ষা বেশি। এ কারণে পানি বায়ু অপেক্ষা বেশি ঘন এবং পানিতে আলোর বেগ বায়ুতে আলোর বেগ অপেক্ষা কম।

গ (i) নং চিত্রে প্রদর্শিত লেন্সটি একটি উত্তল লেন্স। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, $f = 10\text{cm}$

$$\therefore \text{লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ, } r = 2f = 2 \times 10\text{cm} = 20\text{cm}$$

বস্তুটি লেন্স হতে 15cm দূরে অবস্থিত।

\therefore বস্তুর অবস্থান ফোকাস দূরত্বের চেয়ে বেশি এবং বক্রতার ব্যাসার্ধের চেয়ে কম। বস্তুটির বিশ্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকৃতি নিচে চিত্র ঐকে বর্ণনা করা হল।



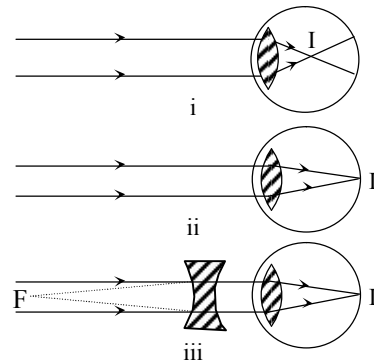
চিত্রে, LOL' একটি উত্তল লেন্স। FOF' প্রধান অক্ষ, O আলোক কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস। এই লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর PQ একটি বস্তুকে লেন্সটির ফোকাস দূরত্বের চেয়ে বেশি কিন্তু বক্রতার ব্যাসার্ধের চেয়ে কম দূরে খাড়াভাবে রাখা হল। এখন P থেকে আগত PR রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালভাবে এসে লেন্সের মধ্য দিয়ে প্রতিসরিত হওয়ার পর প্রধান ফোকাস F' -এর মধ্য দিয়ে $RF'P'$ পথে যায়। P থেকে নির্গত অন্য একটি রশ্মি PO পথে আলোক কেন্দ্র O তে আপতিত হয়ে সোজাসুজি OP' বরাবর প্রতিসৃত হলো। $RF'P'$ ও OP' রশ্মি দুটি পরস্পর P' বিন্দুতে ছেদ করে। P' বিন্দু থেকে অক্ষের উপর $P'Q'$ লম্বটানা হলো। তাহলে প্রতিবিম্বটি বাস্তব, উল্টা ও বিবর্ধিত হয়েছে।

\therefore বিশ্বের অবস্থান : $2f$ এর বেশি দূরত্বে

প্রকৃতি : বাস্তব ও উল্টো

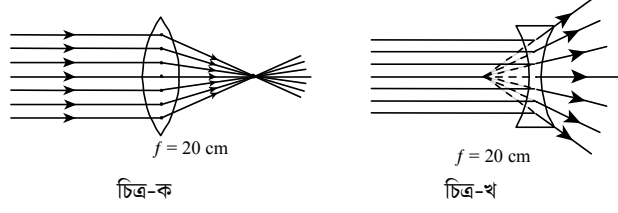
আকৃতি : বিবর্ধিত।

ঘ আমরা জানি, স্বাভাবিক চোখ 25cm থেকে অসীম দূরত্বের মধ্যে যেকোনো বস্তু স্পষ্ট দেখতে পায়। প্রশ্নে উল্লেখিত লোকটি 50m অধিক দূরের বস্তু দেখতে পায় না বলে লোকটি হ্রস্ব দৃষ্টি ত্রুটিগ্রস্থ। এ ত্রুটিগ্রস্থ চোখ দূরের জিনিস ভালোভাবে দেখতে পায় না কিন্তু কাছের জিনিস স্পষ্ট দেখতে পায়। চোখের লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে যাবার জন্য এই ত্রুটির উদ্ভব হয়। দৃষ্টির এই ত্রুটি সংশোধন করার জন্য সহায়ক লেন্স বা চশমা হিসেবে অবতল লেন্স ব্যবহার করা হয়। উদ্দীপকে উল্লেখিত (ii) নং লেন্সটি একটি অবতল লেন্স হওয়ার উক্ত ত্রুটি দূর করার জন্য এই লেন্সটি ব্যবহার যুক্তিযুক্ত। কারণ, একমাত্র অবতল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়েও নিকটে সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। এই লেন্সটির ক্ষমতা তথা ফোকাস দূরত্ব এমন হবে যা অসীম দূরত্বে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব ত্রুটিপূর্ণ চোখের দূর বিন্দুতে গঠন করে। নিচে চিত্রের মাধ্যমে দেখানো হল।



সুতরাং চিত্র (ii) এর লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব লোকটির চোখের দূর বিন্দুর দূরত্বের সমান হলে লেন্সটি ব্যবহার যুক্তিযুক্ত।

প্রশ্ন ▶ ২৫



চিত্রে প্রদর্শিত দুটি লেন্সের ভেতর দিয়ে আলোকের প্রতিসরণ দেখানো হয়েছে।

শিখনফল-৭

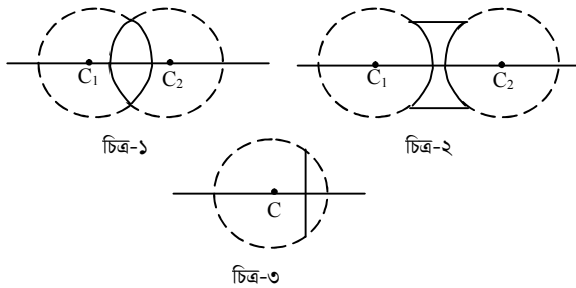
- ক. লেন্স কী? ১
- খ. উত্তল লেন্স ও অবতল লেন্স চেনার উপায় কী? ২
- গ. প্রদত্ত লেন্স দুটির প্রধান অক্ষ চিত্রের মাধ্যমে কীভাবে নির্ণয় করবে ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. ক-লেন্সে $2F$ ও অসীমে, $2F$ ও F এর মধ্যে বস্তু থাকলে প্রতিসরণের ফলে কী ধরনের প্রতিবিম্বের সৃষ্টি হয় তা রশ্মিচিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ করে দেখাও। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

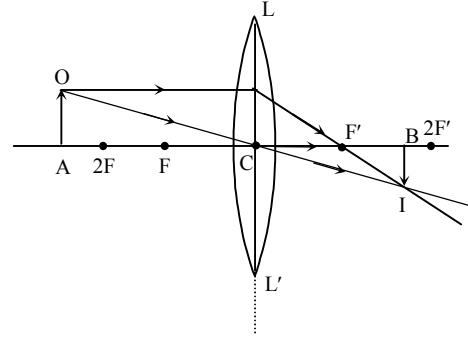
ক দুটি গোলায় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।

খ সহজেই লেন্সকে চিনতে হলে লেন্সটির খুব কাছে একটি আঙুল রেখে অপরপাশ থেকে দেখতে হয়। প্রতিবিম্বটি সমশীর্ষ এবং বস্তুর তুলনায় আকারে বড় হলে বুঝতে হবে লেন্সটি উত্তল। আর প্রতিবিম্বটি সমশীর্ষ কিন্তু বস্তুর তুলনায় আকারে ছোট হলে বুঝতে হবে লেন্সটি অবতল। এছাড়া উত্তল লেন্সের মধ্যভাগ মোটা ও প্রান্তভাগ সরু থাকে। অপরদিকে অবতল লেন্সের মধ্যভাগ সরু ও প্রান্তভাগ মোটা হয়।

গ চিত্রের মাধ্যমে লেন্স দুটির প্রধান অক্ষ নির্ণয়ের পদ্ধতি নিচে দেওয়া হল— দুটি গোলায় পৃষ্ঠ দ্বারা লেন্স গঠিত। সুতরাং লেন্সের বক্রতার কেন্দ্র এবং বক্রতার ব্যাসার্ধ দুটি। লেন্সের উভয় পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সরলরেখাকে প্রধান অক্ষ বলে। C_1C_2 সরলরেখা লেন্সের প্রধান অক্ষ। চিত্র-৩ লেন্সের একটি পৃষ্ঠ সমতল ও অপর পৃষ্ঠ গোলায় হলে পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র থেকে সমতল পৃষ্ঠের উপর অভিলম্বই হবে লেন্সের প্রধান অক্ষ।

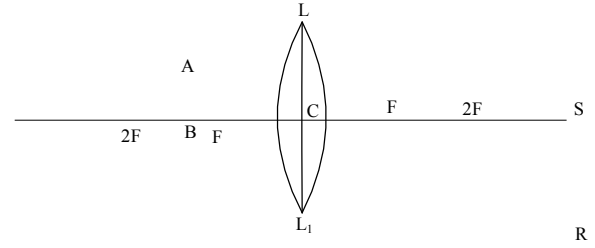


ঘ ১. বস্তু যখন $2f$ ও অসীমের মধ্যে কোথাও অবস্থিত।



এমতাবস্থায় প্রতিবিম্ব বাস্তব, উল্টা, বস্তু অপেক্ষা ছোট এবং লেন্সের পিছনে f ও $2f$ এর মাঝে অবস্থিত।

২. বস্তু যখন $2f$ ও f এর মধ্যে কোথাও অবস্থিত।



এমতাবস্থায় প্রতিবিম্ব বাস্তব উল্টা, বস্তু অপেক্ষা বড় এবং লেন্সের পিছনে $2f$ ও অসীমের মাঝে অবস্থিত।

প্রশ্ন ▶ ২৬ জামান ফার্মগেট থেকে একটি চশমা কিনলো। তার চোখে কোনো ত্রুটি না থাকায় তার প্রয়োজন পাওয়ারবিহীন চশমা। কিন্তু চশমাটি পরেই সে খেয়াল করলো যে তার সামনে কোনো বস্তু রাখলে তা স্বাভাবিকের চেয়ে কিছুটা ছোট দেখায়। জামান বস্তুটিকে তার চশমার আরো কাছে নিয়ে আসতে দেখল এর বিম্বের আকৃতি পরিবর্তিত হচ্ছে।

শিখনফল ৭

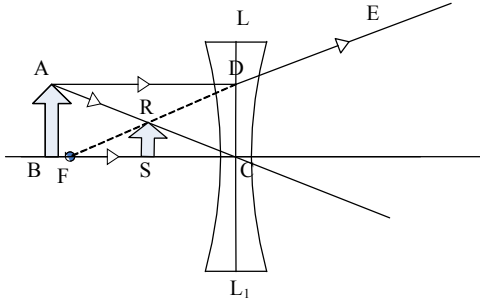
- ক. প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট হলে রৈখিক বিবর্ধনের মান কত? ১
- খ. জামানের চশমায় কোন ধরনের লেন্স ছিল? যুক্তি দাও। ২
- গ. রেখাচিত্রের সাহায্যে জামানের চশমার লেন্সের প্রাথমিক বিম্ব গঠন ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. “জামান বস্তুটিকে তার চশমার আরো কাছে নিয়ে আসতে দেখলো এর বিম্বের আকৃতি পরিবর্তিত হচ্ছে।”-কী পরিবর্তন হচ্ছে তা চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট হলে রৈখিক বিবর্ধনের মান, $m < 1$.

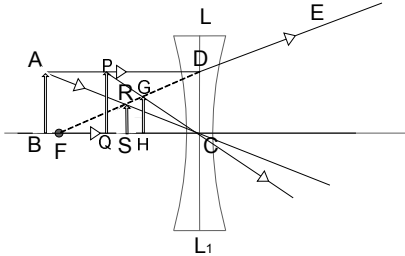
খ জামানের লেন্সে খর্বিত কিন্তু সোজা বিম্ব পরিলক্ষিত হয়। অবতল লেন্সে সর্বদা এই ধরনের বিম্ব তৈরি হয়। উত্তল লেন্সে যে অসদ ও সোজা বিম্ব তৈরি হয় তার আকৃতি লক্ষ্যবস্তু অপেক্ষা বড়। অতএব, জামানের চশমার লেন্সটি অবতল।

গ মনেকরি, জামানের চশমায় LCL_1 অবতল লেন্সটি লাগানো আছে। এতে প্রাথমিক বিশ্ব নিম্নরূপে গঠিত হয়।



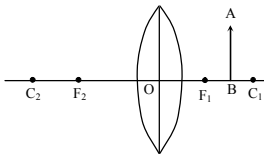
LCL_1 অবতল লেন্সের প্রধান ফোকাস F, আলোককেন্দ্র C। লেন্সের সামনে AB লক্ষ্যবস্তুর A বিন্দু থেকে একটি আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে AD পথে যায় ও প্রতিসরণের পর DE পথে চলে যায়। DE কে পিছন দিকে বাড়ালে তা F বিন্দুতে ছেদ করে। A হতে অপর আলোকরশ্মি সোজা C বিন্দু দিয়ে চলে যায় ও DF কে R বিন্দুতে ছেদ করে। B বিন্দু হতে আলোকরশ্মি সোজা BFC পথে গমন করে। তাহলে, RS হচ্ছে AB এর অসদ, সোজা ও খর্বিত বিশ্ব।

ঘ জামান বস্তুটিকে তার চশমার আরো কাছে নিয়ে আসতে দেখলো এর বিশ্বের আকৃতি পরিবর্তিত হচ্ছে। অবতল লেন্স লক্ষ্যবস্তুর যত কাছে নিয়ে আসা যায়, বিশ্বের আকৃতি তত বড় হয়।



চিত্রে হতে দেখা যায় যে, AB লক্ষ্যবস্তুর জন্য বিশ্ব RS এবং PQ লক্ষ্যবস্তুর জন্য বিশ্ব GH অবস্থানে থাকে। বিশ্ব GH এর আকৃতি RS এর তুলনায় বড়।

প্রশ্ন ▶ ২৭



চিত্রে $OF_1 = 10$ cm, $AB = 6$ cm এবং AB বস্তুটি F_1 ও C_1 এর মধ্যবিন্দুতে অবস্থিত।

- ◀ শিখনফল-৭
- ক. আয়না কাকে বলে? ১
 - খ. পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন কাকে বলে? এর শর্ত লিখ। ২
 - গ. AB বস্তু দ্বারা সৃষ্ট বিশ্বের দৈর্ঘ্য কত? ৩
 - ঘ. উদ্দীপকের লেন্সে একই অবাস্তব বিবর্ধনের জন্য AB বস্তুটিকে কত দূরে স্থাপন করতে হবে—গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে আয়না বলে।

খ আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমের অভিমুখে যাওয়ার পথে দুই মাধ্যমের বিভেদতলে ক্রান্তিকোণের চেয়ে বড় মানের কোণে আপতিত হলে আলোকরশ্মির সবটুকুই দুই মাধ্যমের বিভেদ তলে সম্পূর্ণ প্রতিফলিত হয়ে ঘন মাধ্যমে ফিরে আসে। এই ঘটনাকে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন বলে।

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্ত দুইটি। যথা:

- i. আলোক রশ্মিকে অবশ্যই ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমের অভিমুখে যেতে হবে এবং দুই মাধ্যমের বিভেদ তলে আপতিত হতে হবে।
- ii. ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ ক্রান্তিকোণের চেয়ে বড় হতে হবে।

গ এখানে,

$$\text{ফোকাস দূরত্ব, } OF_1 = f = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{AB বস্তুর দূরত্ব, } AB = u = (10 + 5) \text{ cm} = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$$

$$\text{AB বস্তুর দৈর্ঘ্য, } AB = l = 6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}$$

$$\text{বিশ্বের দৈর্ঘ্য, } l' = ?$$

বিশ্বের দূরত্ব v হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.15}$$

$$\therefore v = 0.3 \text{ m}$$

$$\therefore \text{বিবর্ধন, } m = \left| \frac{v}{u} \right| = \frac{0.3}{0.15} = 2$$

আমরা জানি,

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

$$\therefore l' = ml = 2 \times 0.06 = 0.12 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{u} - \frac{1}{2u} = \frac{1}{0.1}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2u} = 10$$

$$\text{বা, } u = 0.05 \text{ m}$$

$$\therefore u = 5 \text{ cm}$$

এখানে,

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

$$= 0.1 \text{ m}$$

অবাস্তব প্রতিবিশ্বের জন্য,

$$m = -\frac{v}{u} = 2$$

$$\therefore v = -2u$$

অর্থাৎ একই অবাস্তব বিবর্ধনের জন্য AB বস্তুটিকে 5 cm দূরে রাখতে হবে।

প্রশ্ন ▶ ২৮ 20 cm ফোকাস দূরত্বের একটি অবতল দর্পণ ও 30 cm

ফোকাস দূরত্বের একটি উত্তল লেন্স নেয়া হলো।

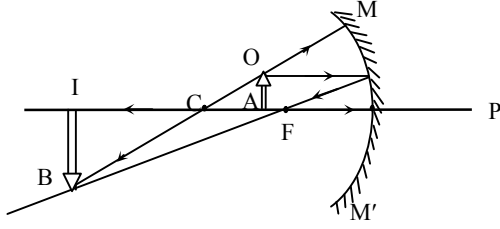
◀ শিখনফল-৮ ও ১১

- ক. প্রতিসরণাঙ্ক ও আলোর বেগের মধ্যে সম্পর্ক লিখ। ১
- খ. বাস্তব ও অবাস্তব বিশ্বের চিত্র অঙ্কন কর। ২
- গ. লেন্সটির ক্ষমতা বের কর। ৩
- ঘ. চোখের দীর্ঘ দৃষ্টি দূরীকরণে তুমি কোন যন্ত্রটি ব্যবহার করবে? প্রয়োজনীয় রশ্মি চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

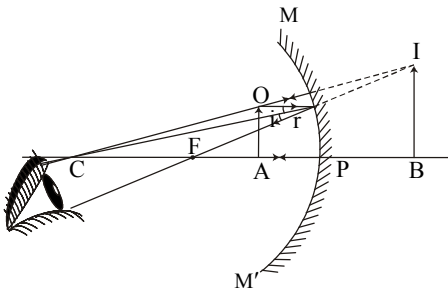
২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বেশি সেই মাধ্যমে আলোর বেগ কম আর যে মাধ্যমে প্রতিসরণাঙ্ক কম সেই মাধ্যমে আলোর বেগ বেশি।

খ



বাস্তববিম্ব



অবাস্তববিম্ব

গ দেয়া আছে,

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

ক্ষমতা, $P = ?$

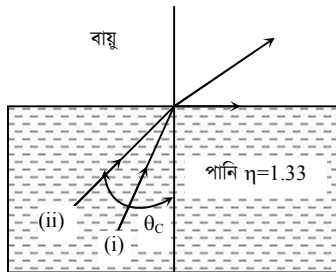
আমরা জানি, উত্তল লেন্সের ক্ষমতা, $P = \frac{1}{f} = \frac{1}{30 \text{ cm}} = \frac{1}{0.3 \text{ m}}$
 $= 3.33 \text{ D (Ans.)}$



সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

► উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

প্রশ্ন ► ২৯

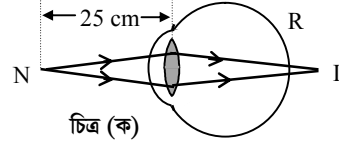


◀ শিখনফল-১ ও ২

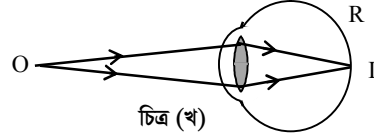
ক. প্রতিসরণাঙ্ক কীসের ওপর নির্ভর করে? ১

খ. আলোর কোন ঘটনার জন্য মরুভূমির মরিচাকা দেখা যায় - ব্যাখ্যা কর। ২

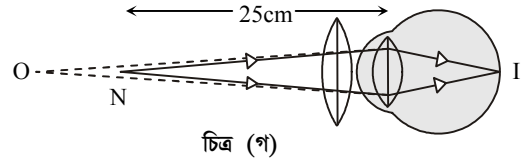
ঘ চোখের দীর্ঘ দৃষ্টি দূরীকরণে উত্তল লেন্সটি ব্যবহার করতে হবে। চোখের অভিসারী ক্ষমতা কমে যাওয়ার দরুন এ ত্রুটির উদ্ভব হয়। উত্তল লেন্স ব্যবহার করে এই অভিসারী ক্ষমতা বাড়ানো হয়।



চিত্র (ক)



চিত্র (খ)



চিত্র (গ)

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 নিকটবিন্দু N থেকে দূরে সরে O বিন্দুতে চলে যায় যা চোখ হতে 25 cm এর চেয়ে অনেক বেশি দূরত্বে অবস্থিত। তাই এ চোখে O এর চেয়ে নিকটবর্তী স্থানের বস্তু স্পষ্ট দেখা যায় না। (চিত্র-খ)

একমাত্র উত্তল লেন্সই লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে দূরে সোজা ও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। তাই চোখের লেন্সের সামনে সহায়ক হিসেবে উত্তল লেন্স ব্যবহার করলে চোখের নিকট বিন্দু N এ স্থাপিত লক্ষ্যবস্তুর বিষয়, ত্রুটিপূর্ণ চোখের নিকট বিন্দু O তে গঠন করে (চিত্র-গ)। ফলে চোখ তা সহজেই দেখতে সমর্থ হয়।

গ. পানির জন্য θ_c এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. আপতন রশ্মি θ_c এর বেশি হয় এমন একটি প্রাকৃতিক ঘটনা বিশ্লেষণ কর। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতিসরণাঙ্ক মাধ্যমদ্বয়ের প্রকৃতি ও আলোর রঙের ওপর নির্ভর করে।

খ আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের জন্য মরুভূমিতে মরিচাকা দেখা যায়। মরুভূমিতে সূর্যের প্রচণ্ড তাপে উত্তপ্ত বালি সংলগ্ন বায়ু উত্তপ্ত হয়ে হাল্কা হয় এবং উপরের দিকে যাওয়ার সময় ক্রমশ ঘনতর হতে থাকে। উঁচু কোন লক্ষ্যবস্তু থেকে আলোক রশ্মি পৃথিবীর চোখে আসার সময় ঘনতর মাধ্যম থেকে লঘুতর মাধ্যমে প্রবেশ করে পর্যায়ক্রমিক প্রতিসরণের ফলে যখন আপতন কোণ ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হয় তখন আর প্রতিসরিত না হয়ে আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটে এবং আলোক

রশ্মি উপরের দিকে উঠে বাঁকা পথে পথিকের চোখে পৌঁছে লক্ষ্যবস্তুর উল্টা বিম্ব ধরা পড়ে। তখন পথিকের সামনের ভূ-পৃষ্ঠকে দর্পণের মত মনে হবে। এই ধরনের দৃষ্টিশ্রম হওয়াকে মরীচিকা বলে।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাঙ্ক 1.33 হলে বায়ু সাপেক্ষে পানির সঙ্কট কোণ নির্ণয় কর।

ঘ মরুভূমির মরীচিকা ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন ৩০ সীমা স্কুলে ব্যবহারিক ক্লাস করার সময় ল্যাবরেটরির একটি বিকার পানি দ্বারা পূর্ণ করে বিকারটিতে তার কলমটি ডুবাল। কলমটি পানিতে ডুবানোর পর সে দেখতে পেল তার কলমটি বাঁকা ও ছোট দেখা যাচ্ছে। উল্লেখ্য বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাঙ্ক $n_w = 1.333$ এবং বাতাসে আলোর বেগ $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।

◀ শিখনফল-১ ও ২

- ক. ভিত্তিয়াস হিউমার কী? ১
- খ. যদি আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করে তাহলে প্রতিসরিত রশ্মি কোন দিকে যাবে - ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. পানিতে আলোর বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত সীমার কলমটি বাঁকা দেখা যায় কেন, চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক রেটিনা ও চক্ষু লেন্সের মধ্যবর্তী স্থান যে জেলী জাতীয় পদার্থে পূর্ণ থাকে তাকে ভিত্তিয়াস হিউমার বলে।

খ আমরা জানি, আলোকরশ্মি যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে ভিন্ন আলোকীয় ঘনত্বের অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন আলোকরশ্মির দিক পরিবর্তন হয়। আলোকরশ্মির এ দিক পরিবর্তন নির্ভর করে আলোকরশ্মি ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করছে, না হালকা থেকে ঘন মাধ্যমে প্রবেশ করছে তার ওপর। যদি আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে তির্যকভাবে হালকা মাধ্যমে প্রবেশ করে তাহলে প্রতিসরিত আলোকরশ্মি অভিলম্ব থেকে দূরে সরে যায়।

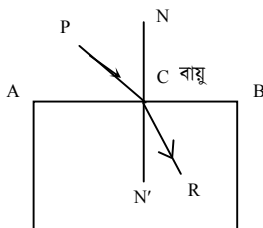


সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ পানির পরম প্রতিসরাঙ্ক 1.333 হলে, পানিতে আলোর বেগ নির্ণয় করো। [$C_a = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$]

ঘ একটি লাঠিকে পানিতে ডুবিয়ে উপর থেকে দেখলে লাঠিটি বাঁকা ও ছোট দেখায় কেন— ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন ৩১



চিত্রে PC একটি আলোকরশ্মি 30° কোণে বায়ু হতে পানিতে 22.9° প্রতিসৃত কোণে CR পথে সঞ্চারিত হয়।

◀ শিখনফল-১

- ক. আলোর প্রতিসরণের প্রথম সূত্রটি বিবৃত কর। ১
- খ. কাচের ক্রান্তি কোণ 41° বলতে কী বোঝ? ২
- গ. বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাঙ্ক (n_w) কত? ৩
- ঘ. পানির পরিবর্তে 1.4 প্রতিসরাঙ্কের মাধ্যমে একই ঘটনায় প্রতিসরিত রশ্মি আপতিত রশ্মি থেকে কতটুকু বেঁকে যাবে— গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আপতিত রশ্মি, প্রতিসৃত রশ্মি ও আপতন বিন্দুতে বিভেদ তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে থাকে।

খ কাচের ক্রান্তি কোণ 41° বলতে বোঝায়—

- i. কাচ মাধ্যম থেকে আলোক রশ্মি 41° কোণে কাচ ও বায়ু মাধ্যমের বিভেদতলে আপতিত হলে আলোক রশ্মি বিভেদতল ঘেঁষে চলে যাবে।
- ii. কাচ মাধ্যম থেকে আলোকরশ্মি সঙ্কট কোণে আপতিত হয়ে অভিলম্বের সাথে 90° কোণ তৈরি করবে অর্থাৎ প্রতিসরণ কোণ হবে 90° ।

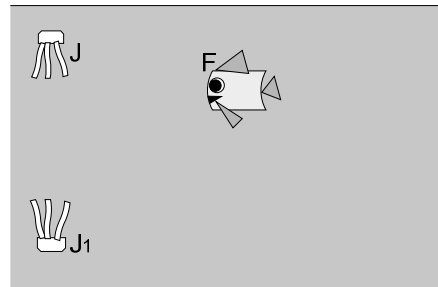


সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ আলোকরশ্মি বায়ু মাধ্যম হতে 30° কোণে আপতিত হয়ে পানিতে 22.9° কোণে প্রতিসৃত হলে পানির প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় কর।

ঘ প্রতিসরাঙ্ক বৃদ্ধি পেলে আপতিত রশ্মির অভিলম্বের দিকে বাঁকার পরিমাণ বৃদ্ধি পায়— ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন ৩২ পানিতে F বিন্দুতে অবস্থানকালে একটি মাছ J_1 বিন্দুতে একটি জেলিফিসের উলটো বিম্ব দেখতে পায় যদিও এর প্রকৃত অবস্থান J বিন্দুতে। এক্ষেত্রে মাছটি J_1 বিন্দুতে জেলিফিসটির মরীচিকা দেখতে পায়। পানির বিভিন্ন স্তরের তাপমাত্রার তারতম্যের কারণে এমনটি ঘটে।



◀ শিখনফল-১

- ক. মরীচিকা সৃষ্টি হওয়ার কারণ কী? ১
- খ. দৈনন্দিন জীবনে আলোর প্রতিসরণের ব্যবহার সংক্ষেপে আলোচনা কর। ২

- গ. রেখাচিত্রের সাহায্যে ঘটনাটির ব্যাখ্যা করো। ৩
ঘ. জেলিফিসটি J_1 বিন্দুর সমান গভীরতায় থাকলে F অবস্থান হতে তার মরীচিকা দেখার জন্য মাধ্যমের কী ধরনের পরিবর্তন আবশ্যিক ব্যাখ্যা করো। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

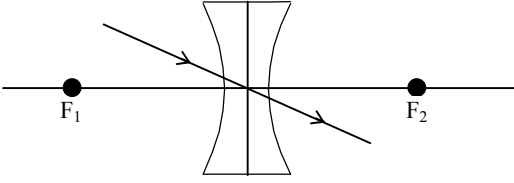
- ক আলোর পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের ফলে মরীচিকা সৃষ্টি হয়।
খ চোখের ত্রুটি দূর করার জন্য আমরা নির্দিষ্ট ক্ষমতার লেন্স দ্বারা তৈরি চশমা ব্যবহার করি। চশমার মধ্য দিয়ে আগত আলোকরশ্মি প্রতিসৃত হয়ে চোখে পড়ে এবং বস্তু সঠিকভাবে দেখতে সহায়তা করে। সুতরাং দৃষ্টির ত্রুটি করতে আলোর প্রতিসরণ কাজ করে। আমরা ক্যামেরা দিয়ে ছবি তুলি, মাইক্রোস্কোপ দিয়ে অতি ক্ষুদ্র জিনিস বড় করে দেখি, টেলিস্কোপ দিয়ে দূরের জিনিস বড় করে দেখি। এসব যন্ত্রে আলোর প্রতিসরণ ধর্মকে ব্যবহার করা হয়। স্বাস্থ্যক্ষেত্রেও টেলিযোগাযোগে আমরা যে অপটিক্যাল ফাইবার ব্যবহার করে থাকি তাও আলোর প্রতিসরণ ধর্মের অবদান।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

- গ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ব্যাখ্যা কর।
ঘ মরীচিকার উপর তাপমাত্রা সৃষ্টির প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

প্রশ্ন ৩৩



◀ শিখনফল-৭

- ক. অবতল লেন্স কাকে বলে? ১
খ. F_1 ও F_2 দ্বারা কী বুঝানো হয়েছে? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব কত হলে উহার ক্ষমতা $-4D$ হবে? ৩
ঘ. উক্ত লেন্সটি দ্বারা উৎপন্ন প্রতিবিম্ব সবসময় লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট হবে না বড় হবে— বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- ক যে লেন্সের মধ্যভাগ সরু ও প্রান্তভাগ ক্রমশঃ পুরু তাকে অবতল লেন্স বলে।
খ আমরা জানি, প্রতিটি লেন্স দুটি স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যম দ্বারা গঠিত। প্রতিটি প্রতিসারক মাধ্যম হচ্ছে এক একটি গোলায় পৃষ্ঠ। কাজেই প্রতিটি লেন্সের দুটি করে বক্রতার ব্যাসার্ধ ও ফোকাস বিন্দু রয়েছে। উল্লিখিত চিত্রে F_1 ও F_2 বলতে মূলত লেন্সটির প্রথম ও দ্বিতীয় প্রতিসারক পৃষ্ঠের প্রধান ফোকাসকে চিহ্নিত করা হয়েছে।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

- গ $-4d$ ক্ষমতার লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় করো।
ঘ চিত্রসহ ব্যাখ্যা করো, অবতল লেন্সে সবসময় লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট আকারের বিম্ব গঠিত হয়।

প্রশ্ন ৩৪ মামুন কয়েকদিন ধরে লক্ষ্য করল, সে তার কম্পিউটারের লেখাগুলো আগের মতো স্পষ্ট দেখতে পাচ্ছে না, যদিও বা দূরের দৃশ্য দেখতে তার কোনো সমস্যা হয় না। তবে ডাক্তারের পরামর্শ অনুযায়ী চশমা ব্যবহার করতে সে চশমা পরে কাছের বস্তুগুলো আবার স্পষ্টভাবে দেখতে পেল। ডাক্তার তাকে বললেন যে, অনেকক্ষণ কম্পিউটারে কাজ করার ফলেই তার চোখে এই ত্রুটি দেখা দিয়েছে।

◀ শিখনফল-১২

- ক. তারারন্ধ্র কী? ১
খ. কীভাবে মস্তিস্কে দর্শনের অনুভূতি জাগে? ২
গ. ডাক্তার মামুনকে কী ধরনের চশমা ব্যবহার করার পরামর্শ দিয়েছিল, যার ফলে সে স্পষ্টভাবে দেখতে পেল চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৩
ঘ. মনিটরের পর্দা থেকে চশমা হয়ে মামুনের চোখের রেটিনা পর্যন্ত পৌছাতে মোট কতবার আলোক রশ্মি প্রতিসরিত হয় বর্ণনা কর। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক চোখের আইরিশের মাঝখানে একটি ছিদ্র থাকে। একে চোখের মণি বা তারারন্ধ্র বলে।

খ চক্ষু লেন্সের পেছনে অবস্থিত অক্ষিগোলকের ভিতরের পৃষ্ঠের গোলাপী রঙের ঈষদচ্ছ আলোক সংবেদন আবরণকে রেটিনা বলে। এটি রড ও কোন নামে কতগুলো স্নায়ুতন্ত্র দ্বারা তৈরি। এই তন্ত্রগুলো চক্ষু স্নায়ুর সাথে সংযুক্ত থাকে। রেটিনার উপর আলো পড়লে তা ঐ স্নায়ুতন্ত্রে এক প্রকার উত্তেজনা সৃষ্টি করে। ফলে মস্তিস্কে দর্শনের অনুভূতি জাগে।

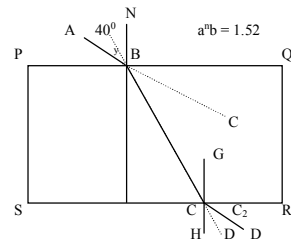


সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

- গ দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটির জন্য কী ধরনের চশমা ব্যবহার করতে হয় চিত্রসহ বর্ণনা কর।
ঘ কোনো বস্তু থেকে দীর্ঘদৃষ্টি ত্রুটিযুক্ত চোখে ব্যবহৃত চশমা হয়ে চোখের রেটিনা পর্যন্ত পৌছাতে কতবার প্রতিসরিত হয় চিত্রসহ বর্ণনা কর।

▶ অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

প্রশ্ন ৩৫

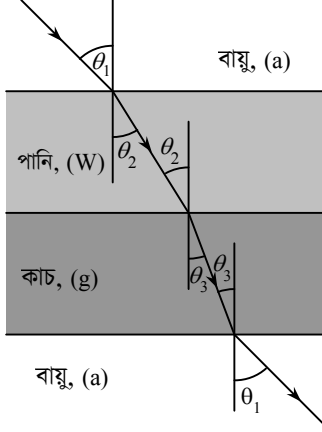


◀ শিখনফল-১

উপোরোক্ত চিত্রানুসারে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

- ক. রৈখিক বিবর্ধন কী? ১
 খ. আলোর প্রতিসরণে কখন $i > r$ এবং $i < r$ হয়? ২
 গ. b মাধ্যমের সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. $\angle HCD$ এর মান নির্ণয় কর। এরূপ মান পাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৪

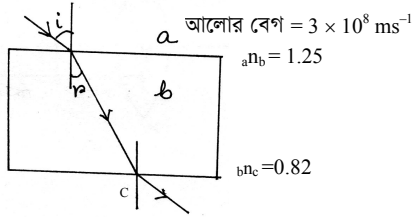
প্রশ্ন ৩৬



শিখনফল-১ ও ২

- ক. প্রতিসরণাঙ্ক এবং আলোকীয় ঘনত্বের মধ্যে সম্পর্ক কী? ১
 খ. সমতল দর্পণের ৪টি ব্যবহার লিখ। ২
 গ. বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33 এবং $\theta_1 = 50^\circ$ হলে, $\theta_2 =$ কত? ৩
 ঘ. ${}_w n_g$ কে ${}_a n_g$ এবং ${}_a n_w$ এর সাহায্যে প্রকাশ কর। ৪

প্রশ্ন ৩৭

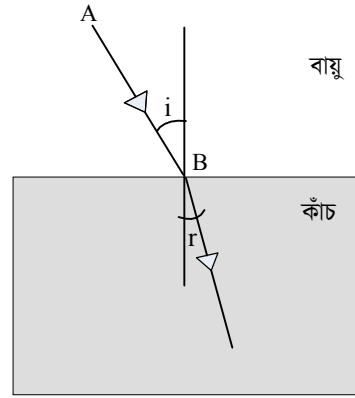


শিখনফল-১ ও ২

- ক. ফোকাস দূরত্ব কাকে বলে? ১
 খ. বাস্তব ও অবাস্তব প্রতিবিম্বের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ২
 গ. আলোক রশ্মি a মাধ্যমে 50° কোণ উৎপন্ন করলে b মাধ্যমে কত কোণ উৎপন্ন করবে? ৩
 ঘ. a মাধ্যম ও C মাধ্যমের ঘনত্ব একই কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

প্রশ্ন ৩৮

একটি কাঁচের খণ্ডে AB পথে বায়ু মাধ্যম হতে আলোকরশ্মি প্রেরণ করলে তা প্রতিসরিত হয়। ১ম ক্ষেত্রে, আপতন কোণ $i = 20^\circ$, প্রতিসরণ কোণ $r = 13^\circ$ এবং ২য় ক্ষেত্রে AB এর দিক একই রেখে বিভেদতল B বিন্দু বরাবর ঘড়ির বিপরীতে 10° ঘুরালে $r = 6.56^\circ$ হয়।



শিখনফল-১

- ক. চিত্রের $\angle i$ এর সংজ্ঞা দাও। ১
 খ. $i = r$ হলে মাধ্যম সম্পর্কে কী সিদ্ধান্ত নেয়া যায়— ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত উপাত্ত স্নেলের সূত্রকে সমর্থন করে কিনা নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. $i = 10^\circ$ এর ক্ষেত্রে বিভেদতলকে কোনদিকে কত ডিগ্রী ঘুরালে প্রতিসরণ কোণ 20° হবে? ৪



নিজেকে যাচাই করি

পদার্থবিজ্ঞান

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

মান-২৫

সময়: ২৫ মিনিট

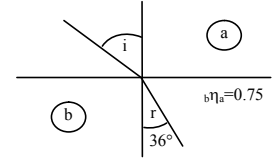
- কোনো লেন্সের ফোকাস দূরত্ব + 2.0 m হলে ক্ষমতা কত?
 - 10 D
 - 0.5 D
 - 5 D
 - 2 D
- অপটিক্যাল ফাইবারের প্রতিসরণাঙ্ক—
 - 1.7
 - 1.5
 - 1.47
 - 1.8
- চোখের অভিসারী লেন্স হিসাবে কাজ করে না নিম্নের কোনটি?
 - রেটিনা
 - কর্ণিয়া
 - চক্ষুলেঙ্গ
 - ভিট্রিয়াস হিউমার
- আপতন কোণ i এবং ক্রান্তি কোণ θ_c হলে নিচের কোনটি পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের শর্ত?
 - $i \leq \theta_c$
 - $i > \theta_c$
 - $i < \theta_c$
 - $i = \theta_c$
- চোখের অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন রোধ করে কোনটি?
 - আইরিস
 - কৃষ্ণমণ্ডল
 - শ্বেতমণ্ডল
 - রেটিনা
- পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনে প্রতিফলিত রশ্মি—
 - ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে যায়
 - ঘন মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমেই ফিরে আসে
 - হালকা মাধ্যম থেকে ঘন মাধ্যমে যায়
 - হালকা মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমেই ফিরে আসে
- বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক কত?
 - 1
 - 1.52
 - 1.33
 - শূন্য
- একটি অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 20 cm. এর ক্ষমতা কত?
 - 5D
 - 5m
 - 5D
 - 5m
- $n_b = 1.538$ এবং $r = 19^\circ$ হলে i এর মান কত?
 - 0°
 - 45°
 - 30°
 - 60°
- লেন্সের ক্ষমতা P ও ফোকাস দূরত্ব f হলে নিচের কোনটি সঠিক?
 - $P = \frac{1}{f}$
 - $P \propto \frac{1}{f}$
 - $P = f$
 - $P \propto f$
- 50 cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট অবতল লেন্সের ক্ষমতা কত?
 - 2D
 - 0.2D
 - 0.2D
 - 2D
- নিচের কোনটির রং বিভিন্ন লোকের ভিন্ন ভিন্ন হয়?
 - শ্বেতমণ্ডল
 - কৃষ্ণমণ্ডল
 - অক্ষিগোলক
 - আইরিশ

- বায়ুর সাপেক্ষে পানির প্রতিসরণাঙ্ক $\frac{4}{3}$ হলে পানি সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক হবে—
 - 0.75
 - 1.33
 - 1.5
 - 0.66
- অপটিক্যাল ফাইবারের উপর দেওয়া পদার্থটির প্রতিসরণাঙ্ক কত?
 - 1.5
 - 1.7
 - 1.6
 - 1.3
- আলোর প্রতিসরণের জন্য নিম্নের কোন চিত্রটি সঠিক? (উচ্চতর দক্ষতা)
 -
 -
 -
 -
- 'b' মাধ্যম যদি 'a' মাধ্যমের চেয়ে আলোর সাপেক্ষে ঘন হয় তাহলে কোন শর্তটি সঠিক? (অনুধাবন)
 - $n_b > 1$
 - $n_b = 1$
 - $n_b > 1$
 - $n_b < 1$
- প্রতিসরাঙ্ক ও আলোর বেগের সম্পর্ক কোনটি? (জ্ঞান)
 - $n_b = a$ মাধ্যমে আলোর বেগ + b মাধ্যমে আলোর বেগ
 - $n_b = \frac{b \text{ মাধ্যমে আলোর বেগ}}{a \text{ মাধ্যমে আলোর বেগ}}$
 - $n_b = \frac{a \text{ মাধ্যমে আলোর বেগ}}{b \text{ মাধ্যমে আলোর বেগ}}$
 - $n_b = a$ মাধ্যমে আলোর বেগ \times b মাধ্যমে আলোর বেগ
- হ্রস্ব দৃষ্টির কারণ হলো—
 - চক্ষু লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বেড়ে যাওয়া
 - অক্ষিগোলকের ব্যাসার্ধ কমে যাওয়া
 - চক্ষু লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমে যাওয়া
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i ও ii
 - ii ও iii
 - i ও iii
 - i, ii ও iii

- অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে প্রতিবিম্ব সর্বদা—
 - অবাস্তব
 - সোজা
 - আকারে ছোট
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i ও ii
 - ii ও iii
 - i ও iii
 - i, ii ও iii

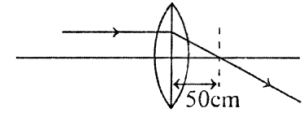
- পানির পরম প্রতিসরণাঙ্ক 1.33 পানি থেকে বায়ুতে আলোকরশ্মি x° আপতন কোণে আপতিত হলে তা মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদতল বেয়ে নির্গত হয়। এ ক্ষেত্রে—
 - $x = 48.75^\circ$
 - $i < x$ হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে
 - $x =$ বায়ুর সাপেক্ষে পানির ক্রান্তি কোণ
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i ও ii
 - ii ও iii
 - i ও iii
 - i, ii ও iii

চিত্রটি দেখে ২১-২৩ নং পর্যন্ত উত্তর দাও :



- i এর মান কত?
 - 36°
 - 51.6°
 - 35.69°
 - 40°
- b মাধ্যমে আলোর বেগ কত?
 - 2.6×10^8
 - 2×10^8
 - 2.25×10^8
 - 3×10^8
- b মাধ্যমে সংকট কোণ কত?
 - 41.69°
 - 30°
 - 48.6°
 - 90°

নিচের চিত্রের আলোকে ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



- লেঙ্গটির ক্ষমতা কত?
 - 2D
 - 1D
 - +1D
 - +2D
- লেঙ্গটি থেকে 60 cm দূরে কোনো বস্তু রাখলে বিম্ব কীরূপ হবে?
 - সদ, বিবর্ধিত
 - অসদ, খর্বিত
 - সদ, খর্বিত
 - অসদ, বিবর্ধিত

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

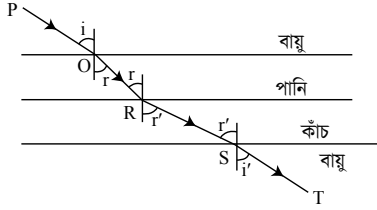
১ ৩ ৬

সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্ন

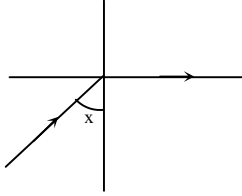
মান-৫০

১. ▶



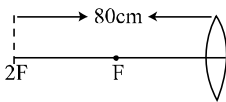
- ক. অণুবীক্ষণযন্ত্রে কোন লেন্স ব্যবহার করা হয়? ১
 খ. আলোর প্রতিসরণ হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. কাঁচ ও পানির প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.5 ও 1.33। আলোক রশ্মি কাঁচ হতে পানির দিকে গমন করলে ইহার সংকট কোণ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. উদ্দীপকের আলোকে প্রমাণ কর যে— আপতিত ও নির্গত রশ্মি পরস্পর সমান্তরাল। ৪

২. ▶



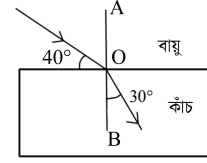
- ক. আলোক রশ্মি কোন মাধ্যম থেকে কোন মাধ্যমে যাচ্ছে? ১
 খ. প্রতিসরণ কোণের মান 90° । আপতন কোণের সাপেক্ষে ঘটনাটি ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. আপতন কোণ চিত্রে প্রদর্শিত কোণের চেয়ে বড় হলে কী ধরনের ঘটনা ঘটে তা চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৩
 ঘ. উত্তর মেঝুতে ঘটে এরূপ একটি আলোকীয় অলীক ঘটনার উদাহরণ দিয়ে তার যথার্থতা যাচাই কর। ৪
৩. ▶ অনেকেদিন পর তপু বাড়ি ফিরে লক্ষ্য করল তার দাদী তাকে দূর থেকে চিনতে পারছেন না। সে যখন দাদীর ঠিক সামনে গেল তখন দাদী বুঝতে পারলেন তপু বাড়ি ফিরে এসেছে। সেদিন বিকেলেই তপু দাদীকে নিয়ে ডাক্তারের কাছে গেলেন। ডাক্তার দাদীকে 50cm ফোকাস দূরত্বের এক ধরনের লেন্সের চশমা ব্যবহারের পরামর্শ দিলেন।
- ক. দৃষ্টি সহায়ক যন্ত্র কাকে বলে? ১
 খ. দুইটি চোখ থাকার সুবিধা কী? ২
 গ. তপুর দাদীর চশমার লেন্সের ক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. তপুর দাদীর চোখের ত্রুটির কারণ, ফল ও প্রতিকার চিত্রের সাহায্যে বর্ণনা কর। ৪

৪. ▶ চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



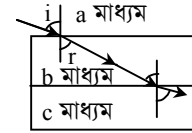
- ক. প্রতিবিম্ব কাকে বলে? ১
 খ. ভর দুপুরের রংধনু দেখা যায় না কেন? ২
 গ. লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. সৈকতের দাদার সংবাদপত্র পড়তে কষ্ট হয়। উদ্দীপকের লেন্সটি এ সমস্যা সমাধানে সহায়ক কিনা চিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫. ▶



- ক. ক্রান্তিকোণ কী? ১
 খ. পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের দুটি শর্ত লেখো। ২
 গ. বায়ু মাধ্যমের সাপেক্ষে কাঁচ মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. আলোক রশ্মি AO বরাবর আপতিত হলে আলোক রশ্মি AB বরাবর প্রতিসারিত হবে কিনা—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৬. ▶

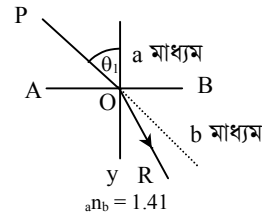


$${}_a n_b = 2.4$$

$$c_b = 1.25 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

- ক. স্নেলের সূত্র লিখ। ১
 খ. বায়ু সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরাঙ্ক 2.4 বলতে কী বোঝায়? ২
 গ. a মাধ্যমে আলোর বেগ নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. c মাধ্যমে প্রতিসরাঙ্ক 1.3 হলে b মাধ্যম হতে আলো c মাধ্যমের কীভাবে আপতিত হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন সম্ভব হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪
৭. ▶ হীরকের পরম প্রতিসরাঙ্ক 2.41. পানির পরম প্রতিসরাঙ্ক 1.331 বায়ুতে আলোর বেগ $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।
- ক. লেন্স কী? ১
 খ. বিপদ সংকেতে লাল আলো ব্যবহার করা হয় কেন? ২
 গ. হীরকে আলোর বেগ নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. পানির সাপেক্ষে হীরকের ক্রান্তিকোণ নির্ণয় করো। ৪

৮. ▶



$${}_a n_b = 1.41$$

- ক. অ্যাকুয়াস হিউমার কাকে বলে? ১
 খ. a এবং b মাধ্যমের মাঝে কোন মাধ্যমটি বেশি ঘন? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. b মাধ্যমের সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. $\theta_1 = 0^\circ$ হলে প্রতিসৃত রশ্মিটি কোন পথে যাবে? স্নেলের সূত্রের আলোক ব্যাখ্যা কর। ৪

নিজেকে যাচাই করি: বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১	গ	২	ক	৩	ক	৪	খ	৫	খ	৬	খ	৭	ক	৮	খ	৯	খ	১০	ক	১১	ক	১২	ঘ	১৩	ক
১৪	ক	১৫	ঘ	১৬	গ	১৭	গ	১৮	গ	১৯	ঘ	২০	খ	২১	গ	২২	খ	২৩	খ	২৪	ঘ	২৫	ক		