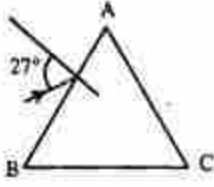


অধ্যায়-৬: জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান

প্রশ্ন ১



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

[সি. বো. ২০১৭]

- আলোর সমাবর্তন কী? ১
- প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্রে প্রতিবিম্ব বেশি উজ্জ্বল হয় কেন? ২
- প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ নির্ণয় করো। ৩
- উদ্দীপকের আলোকে রশ্মিটি AC পৃষ্ঠ দিয়ে নির্গত হবে কিনা যথাযথ গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য করো। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলো কোনো মাধ্যমের মধ্য দিয়ে গমনের পর আলোক তরঙ্গের কম্পন একটি নির্দিষ্ট দিকে বা একটি নির্দিষ্ট তলে সীমাবদ্ধ থাকার ঘটনাই হলো আলোর সমাবর্তন।

খ লক্ষ্যবস্তু থেকে বেশি আলো পাওয়ার জন্য দূরবীক্ষণ যন্ত্রে অভিলক্ষ্যের উন্মেষ বড় হওয়া প্রয়োজন। প্রতিসারক দূরবীক্ষণের অভিলক্ষ্য ব্যবহৃত বড় উন্মেষের লেন্স অপেক্ষাকৃত বেশি আলো শোষণ করে বলে প্রতিবিম্বের উজ্জ্বলতা কম হয়। কিন্তু প্রতিফলক দূরবীক্ষণের অভিলক্ষ্য ব্যবহৃত বড় উন্মেষের অবতল দর্পন কম আলো শোষণ করে বলে প্রতিবিম্ব বেশি উজ্জ্বল হয়।

গ দেওয়া আছে,

প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = 1.5$

উদ্দীপক অনুসারে, প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

বের করতে হবে, প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ, $\delta_m = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \delta_m + A = 2 \sin^{-1} \left(\mu \sin \frac{A}{2} \right)$$

$$\text{বা, } \delta_m = 2 \sin^{-1} \left(\mu \sin \frac{A}{2} \right) - A$$

$$\text{বা, } \delta_m = 2 \sin^{-1} (1.5 \times \sin 30^\circ) - 60^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 37.2^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

প্রিজমের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = 1.5$

AB পৃষ্ঠে আপতন কোণ, $i_1 = 27^\circ$

প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } r_1 = \sin^{-1} \left(\frac{\sin i_1}{\mu} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{\sin 27^\circ}{1.5} \right)$$

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

আবার, $A = r_1 + r_2$

$$\therefore r_2 = A - r_1 = 60^\circ - 17.62^\circ = 42.38^\circ$$

আবার, AC পৃষ্ঠে ক্রান্তি কোণ θ_c হলে,

$$\mu = \frac{\sin 90^\circ}{\sin \theta_c}$$

$$\text{বা, } \theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{1}{\mu} \right)$$

$$\therefore \theta_c = 41.81^\circ$$

সুতরাং, AC পৃষ্ঠের আপতন কোণ, $r_2 >$ ক্রান্তি কোণ, θ_c অর্থাৎ, আলোক রশ্মিটি AC পৃষ্ঠ দিয়ে নির্গত হবে না। বরং পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে।

প্রশ্ন ২ ঢাকা মেডিকেল কলেজ হাসপাতালে ব্যবহৃত জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 0.02 m ও 0.05 m। একটি স্লাইড অভিলক্ষ্যের সামনে 0.24 m দূরে রাখায় অভিলক্ষ্যের সামনে 0.12 m দূরে চূড়ান্ত বিম্ব গঠিত হল। (সংশোধিত)

[সি. বো. ২০১৬]

- তরঙ্গ মুখ কাকে বলে? ১
- কাচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12} km বলতে কি বুঝ? ২
- উদ্দীপকের যন্ত্রটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে লেন্স দুটির অবস্থান বিনিময় করলে যন্ত্রের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরঙ্গের যে রেখা বা তল বরাবর সবগুলো কণা সমদশাসম্পন্ন তাকে ঐ তরঙ্গের তরঙ্গ মুখ বলে।

খ কাচে আলোক বৎসর 6.27×10^{12} km বলতে বুঝায় কাচ মাধ্যমে আলো এক বছরে 6.27×10^{12} km দূরত্ব অতিক্রম করবে।

গ এখানে অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 0.02 \text{ m} = 2 \text{ cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্যের জন্য বস্তুর দূরত্ব, $u_0 = 0.24 \text{ m} = 24 \text{ cm}$

মনে করি, যন্ত্রটির নলের দৈর্ঘ্য $L \text{ cm}$ এবং অভিলক্ষ্যের জন্যে বিম্বের দূরত্ব $v_0 \text{ cm}$

অভিনেত্রের জন্য বস্তুর দূরত্ব, $u_e = (L - v_0) \text{ cm}$ এবং অভিনেত্রের জন্য বিম্বের দূরত্ব, $v_e = -(L + 12) \text{ cm}$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{24} + \frac{1}{v_0} = \frac{1}{2}$$

$$\therefore v_0 = 2.1818 \text{ cm}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{u_e} + \frac{1}{v_e} = \frac{1}{f_e}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{(L - 2.1818)} + \frac{1}{-(L + 12)} = \frac{1}{5}$$

$$\text{বা, } \frac{L + 12 - L + 2.1818}{L^2 + 12L - 2.1818L - 26.1816} = \frac{1}{5}$$

$$\text{বা, } L^2 + 10.1818L - 26.1816 = 70.91$$

$$\text{বা, } L^2 + 10.1818L - 97.0816 = 0$$

$$\text{বা, } L = \frac{-10.1818 \pm \sqrt{(10.1818)^2 + 4 \times 97.0816}}{2}$$

$$\text{বা, } L = 5.999 \text{ cm}$$

$$\therefore L \approx 6 \text{ cm}$$

সুতরাং উক্ত যন্ত্রের দৈর্ঘ্য 6 cm (Ans)

গ 'গ' তে ব্যবহৃত উপাত্তসমূহ ও প্রাপ্ত ফলাফল থেকে পাই,

$$\text{যন্ত্রের বিবর্ধন, } m = \frac{1 + \frac{D}{f_e}}{\frac{u_o}{f_o} - 1}$$

$$= \frac{1 + \frac{25}{5}}{\frac{24}{2} - 1}$$

$$\therefore m = 0.4545$$

অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের স্থান বিনিময় করলে বিবর্ধন,

$$m' = \frac{1 + \frac{D}{f_o}}{\frac{u_o}{f_e} - 1}$$

$$= \frac{1 + \frac{25}{2}}{\frac{24}{5} - 1}$$

$$= 3.55 > m$$

$$\text{যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, } L' = \frac{u_o f_e}{u_o - f_e} + \frac{D f_o}{D + f_o}$$

$$= \frac{24 \times 5}{24 - 5} + \frac{25 \times 2}{25 + 2}$$

$$= 8.167 \text{ cm} > L$$

অতএব, স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্বে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে লেন্সদ্বয়ের স্থান পরিবর্তন করলে বিবর্ধন বৃদ্ধি পাবে এবং এই ক্ষেত্রে যন্ত্রের দৈর্ঘ্যও বাড়াতে হবে।

প্রশ্ন ৩ জেমিমা বায়ুতে একটি কাঁচের উত্তল লেন্স নিয়ে কাজ করছিল

যার তলদ্বয়ের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 15 cm এবং 30 cm। $\mu_g = \frac{3}{2}$

$$\text{এবং } \mu_{gw} = \frac{4}{3}$$

[সি. বো ২০১৪]

- তরঙ্গ মুখ কাকে বলে? ১
- অবতল লেন্সে বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া যায় কি না — ব্যাখ্যা কর। ২
- লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- লেন্সটিকে পানিতে নিমজ্জিত করলে এর ক্ষমতার কোনো পরিবর্তন হবে কি না — বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরঙ্গের ওপরস্থ সমদশাসম্পন্ন কণাগুলোর সাধারণ সঞ্চারপথকে তরঙ্গ মুখ বলে।

খ অবতল লেন্স অপসারী ক্ষমতাসম্পন্ন। তাই যেকোনো প্রকার আলোকরশ্মিগুচ্ছ এর ওপর পতিত হোক না কেন, অবতল লেন্সে প্রতিসরণের পর এরা সর্বদাই অপসারীগুচ্ছে পরিণত হয়। কিন্তু বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠনের জন্য অভিসারী রশ্মিগুচ্ছের প্রয়োজন হয়। এ কারণেই অবতল লেন্সে বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া যায় না।

গ এখানে,

উত্তল লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = +15 \text{ cm}$

দ্বিতীয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -30 \text{ cm}$

বায়ুর সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = \frac{3}{2}$

বায়ুতে ফোকাস দূরত্ব, $f_g = ?$

আমরা জানি,

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

$$= \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{+15} - \frac{1}{-30} \right)$$

$$\therefore f_g = 20 \text{ cm}$$

ঘ পানিতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব f' হলে,

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

$$= \left(\frac{3/2}{4/3} - 1 \right) \left(\frac{1}{15 \text{ cm}} - \frac{1}{-30 \text{ cm}} \right) = 0.0125 \text{ cm}^{-1}$$

$$\therefore f' = (0.0125 \text{ cm}^{-1})^{-1} = 80 \text{ cm} = 0.80 \text{ m}$$

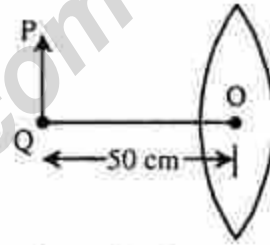
$$\therefore \text{পানিতে লেন্সের ক্ষমতা, } P' = \frac{1}{f'} = \frac{1}{0.80 \text{ m}} = +1.25 \text{ D}$$

$$\text{বায়ুতে লেন্সের ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.2 \text{ m}} = +5 \text{ D}$$

$$\text{যেহেতু } +5 \text{ D} > +1.25 \text{ D}$$

সুতরাং লেন্সটিকে পানিতে নিমজ্জিত করলে এর ক্ষমতার পরিবর্তন হবে (হ্রাস পাবে)।

প্রশ্ন ৪



$$\mu_g = 1.5$$

$$\mu_{gw} = 1.3$$

$$r_1 = 20 \text{ cm}$$

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

চিত্রে লক্ষবস্তুর অবস্থান দেখানো হচ্ছে।

[সি. বো. ২০১৭]

- আলোক কেন্দ্র কী? ১
- 2.5 D বলতে কী বোঝায়? ২
- উদ্দীপক অনুসারে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কত? ৩
- লেন্সটিকে পর্যায়ক্রমে বায়ু ও পানিতে স্থাপন করলে উৎপন্ন বিম্বের প্রকৃতি কেমন হবে, গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক লেন্সের প্রধান অক্ষের উপরস্থ যে বিন্দুর মধ্য দিয়ে আলোকরশ্মি গেলে প্রতিসরণের ফলে এর দিকের কোনো পরিবর্তন হয়না সেই বিন্দুকে লেন্সের আলোক কেন্দ্র বলে।

খ -2.5D বলতে বোঝায় লেন্সটি অবতল এবং এটি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল এক গুচ্ছ আলোক রশ্মিকে এমনভাবে অপসারী করে যেন মনে হয় এগুলো লেন্স থেকে $\frac{1}{2.5}$ বা 0.4m দূরের কোনো বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = 1.5$

লেন্সের ১ম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 20 \text{ cm}$

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

লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

আমরা জানি,

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

$$= (1.5 - 1) \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30} \right) = \frac{0.5}{12}$$

$$\therefore f = \frac{12}{0.5} = 24 \text{ cm (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই, বস্তুর দূরত্ব, $u = 50 \text{ cm}$

লেঙ্গের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = 1.5$

পানির প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_w = 1.3$

লেঙ্গের ১ম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 20 \text{ cm}$

লেঙ্গের ২য় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -30 \text{ cm}$

'গ' অংশ হতে পাই,

বায়ুতে লেঙ্গের ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 24 \text{ cm}$

পানিতে ফোকাস দূরত্ব f_w হলে,

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

$$= \left(\frac{1.5}{1.3} - 1 \right) \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30} \right)$$

$$= \frac{1}{78}$$

$\therefore f_w = 78 \text{ cm}$

ধরি, বায়ুতে বিম্বের দূরত্ব $= v_a$ এবং

পানিতে বিম্বের দূরত্ব $= v_w$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v_a} = \frac{1}{f_a}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_a} = \frac{1}{f_a} - \frac{1}{u}$$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v_a} = \frac{13}{600}$$

$$\text{বা, } v_a = \frac{600}{13}$$

$$\therefore v_a = 46.15 \text{ cm}$$

আবার,

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

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

$$= \frac{1}{78} - \frac{1}{50}$$

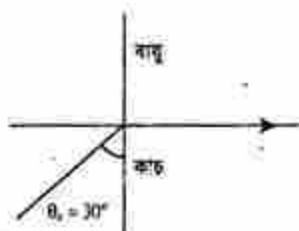
$$= -\frac{7}{975}$$

$$\therefore v_w = -\frac{975}{7} = -139.28 \text{ cm}$$

বায়ুতে বিম্বের দূরত্ব ধনাত্মক হওয়ায় বিম্বের প্রকৃতি হবে বাস্তব এবং

পানিতে বিম্বের দূরত্ব ঋণাত্মক হওয়ায় বিম্বের প্রকৃতি হবে অবাস্তব।

প্রশ্ন ▶ ৫



চিত্রে বায়ুতে একটি কাচখণ্ডের সংকট কোণ 30° .

[রা. বো. ২০১৬/]

ক. লেঙ্গের সূত্র বিবৃত কর। ১

খ. কোনো তার কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক $10H$ বলতে কী বোঝায়? ২

গ. বায়ুতে আলোর বেগ $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ হলে কাচে আলোর বেগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে বায়ুর পরিবর্তে $\sqrt{2}$ প্রতিসরাঙ্কের তরলে কাচ খণ্ডটি নিমজ্জিত করলে কোণের কোনো পরিবর্তন হবে কিনা তা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

এনং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে কোনো তড়িৎ চৌম্বক আবেশের বেলায় আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি বা প্রবাহের দিক এমন হয় যে, তা সৃষ্টি হওয়া মাত্রই যে কারণে সৃষ্টি হয় সেই কারণকেই বাঁধা দেয়।

খ. কোনো তার কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক $10H$ বলতে বোঝায় যদি কুণ্ডলীটিতে তড়িৎপ্রবাহ প্রতি সেকেন্ডে এক অ্যাম্পিয়ার হারে পরিবর্তিত হয় তবে উক্ত কুণ্ডলীতে $10V$ তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হবে।

গ. এখানে,

বায়ু ও কাচ মাধ্যমের সংকট কোণ, $\theta_c = 30^\circ$

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

কাচে আলোর বেগ, $C_g = ?$

আমরা জানি,

$$\mu_g = \frac{1}{\sin \theta_c} = \frac{1}{\sin 30^\circ} = \frac{1}{\frac{1}{2}} = 2$$

আবার,

$$\mu_g = \frac{C_a}{C_g}$$

$$\text{বা, } 2 = \frac{3 \times 10^8}{C_g}$$

$$\text{বা, } C_g = \frac{3 \times 10^8}{2}$$

$$\therefore C_g = 1.5 \times 10^8 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. এখানে,

তরল মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_r = \sqrt{2}$

'গ' হতে প্রাপ্ত কাচ মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক $\mu_g = 2$

ধরি, তরল মাধ্যম ও কাচ মাধ্যমের মধ্যকার সংকট কোণ $= \theta'_c$

$$\text{আমরা জানি, } \mu_g = \frac{\mu_r}{\mu_r} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}$$

আবার,

$$\mu_g = \frac{1}{\sin \theta'_c}$$

$$\text{বা, } \sin \theta'_c = \frac{1}{\mu_g}$$

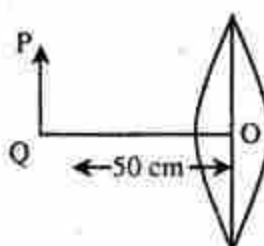
$$\text{বা, } \sin \theta'_c = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{বা, } \sin \theta'_c = \sin 45^\circ$$

$$\therefore \theta'_c = 45^\circ$$

অর্থাৎ উদ্দীপকে বায়ুর পরিবর্তে $\sqrt{2}$ প্রতিসরাঙ্কের তরলে কাচ খণ্ডটি নিমজ্জিত করলে সংকট কোণের মান 30° হতে পরিবর্তিত হয়ে 45° হবে।

প্রশ্ন ▶ ৬



$\mu_g = 1.5$
 $\mu_a = 1.33$
 $r_1 = 30 \text{ cm}$
 $r_2 = 60 \text{ cm}$

চিত্রে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান দেখানো হল।

[দি. বো. ২০১৭/]

ক. ফোকাস দূরত্ব কী? ১

খ. লেঙ্গের ক্ষমতা $-3.5 D$ বলতে কী বোঝায়? ২

গ. উদ্দীপক থেকে লেঙ্গের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

ঘ. লেঙ্গটিকে পর্যায়ক্রমে বায়ু ও পানিতে স্থাপন করলে বিম্বের প্রকৃতি কেমন হবে— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. লেন্সের ক্ষমতা $-3.5D$ বলতে বোঝায় লেন্সটি একটি অবতল লেন্স বা অপসারী লেন্স যার ফোকাস দূরত্ব $-0.286m$ ।

গ. ৪(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $40cm$ ।

ঘ. ৪(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: বায়ুতে বাস্তব ও পানিতে অবাস্তব বিম্ব হবে।

প্রশ্ন ৭ বায়ুতে অবস্থিত একটি $\frac{3}{2}$ প্রতিসরাংকের কাচের তৈরি

উভোত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $6cm$ এবং $12cm$ ।

(দি. কো. ২০১৬/)

- ক. আলোকের বিচ্ছুরণ কী? ১
- খ. কাচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. উদ্দীপকের আলোকে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে লেন্সটিকে যদি পানিতে ডুবানো হয় তবে এর ফোকাস দূরত্বের কীরূপ পরিবর্তন হবে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। $[\mu_w = \frac{4}{3}]$ ৪

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সাদা আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণের আলোতে বিভক্ত হওয়াকে আলোকের বিচ্ছুরণ বলে।

খ. কাচের সমবর্তন কোণ 57° বলতে বুঝায়, আলোক রশ্মি কাচে 57° কোণে আপতিত হলে প্রতিফলিত রশ্মি সমবর্তীত হবে।

গ. এখানে, উত্তল লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 6cm$

দ্বিতীয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -12cm$

লেন্সের প্রতিসরাংক, $\mu = \frac{3}{2}$

লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$= \frac{1}{8} cm^{-1}$$

$$\therefore f = 8cm$$

অতএব, উদ্দীপকের লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব $8cm$ । (Ans.)

ঘ. এখানে, বায়ুতে লেন্সের প্রতিসরাংক, $\mu_a = \frac{3}{2}$

এবং ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 8cm$ [‘গ’ নং হতে]

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

ধরি, পানিতে ফোকাস দূরত্ব $= f_w$

লেন্সের দুই পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ r_1 ও r_2 হলে

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

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

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

(i) + (ii) নং হতে পাই,

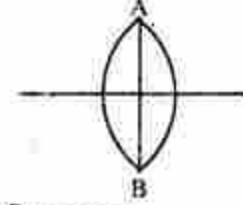
$$\frac{f_w}{f_a} = \frac{\mu_a - 1}{\mu_w - 1} = \frac{\frac{3}{2} - 1}{\frac{4}{3} - 1} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{3}} = \frac{3}{2} = 4$$

$$\therefore f_w = 4 f_a = (4 \times 8) cm = 32 cm$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, উদ্দীপকের লেন্সটিকে যদি পানিতে ডুবানো হয় তবে এর ফোকাস দূরত্ব পূর্বের ফোকাস দূরত্বের ৪ গুণ হবে এবং ফোকাস দূরত্বের মান হবে $32cm$ ।

প্রশ্ন ৮ নিচের চিত্রে AB একটি কাঁচের তৈরি উভোত্তল লেন্স। বায়ুতে এর ফোকাস দূরত্ব $20cm$ ।

(দি. কো. ২০১৪/)



- ক. ফার্মাটের নীতি বিবৃত কর। ১
- খ. চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল চার্জ বল অনুভব করে কেন? ২
- গ. লেন্সটিকে সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করলে এর বিবর্ধন ক্ষমতা কত হবে? ৩
- ঘ. উদ্দীপকের লেন্সটিকে যদি পানি মাধ্যমে রাখা হয় তবে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব বেড়ে যায়। ফোকাস দূরত্ব বেড়ে যাওয়ার বিষয়টি গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোক রশ্মি এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাওয়ার সময় সম্ভাব্য সকল পথের মধ্যে সেই পথ অনুসরণ করে যে পথে সময় সব থেকে কম লাগে।

খ. গতিশীল চার্জ নিজস্ব চৌম্বকক্ষেত্রে উৎপন্ন করে। চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল হলে দুটি চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যে মিথস্ক্রিয়া ঘটে। এতে সামগ্রিক চৌম্বক ক্ষেত্রের বলরেখাসমূহ বিভিন্ন প্যাটার্নে সজ্জিত হতে প্রসঙ্গ পথ বলরেখাসমূহের মধ্যে বিকর্ষণের নবুণ এ সময় চৌম্বক ক্ষেত্রের ওপর চৌম্বক বল ক্রিয়া করে।

গ. দেওয়া আছে,

উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 20cm$

স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব, $D = 25cm$

বের করতে হবে বিবর্ধক কাচের বিবর্ধন ক্ষমতা, $m = ?$

$$\text{আমরা জানি এক্ষেত্রে, } m = 1 + \frac{D}{f} = 1 + \frac{25cm}{20cm} = 2.25 \text{ (Ans.)}$$

ঘ. ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ

প্রশ্ন ৯ একটি সুইমিং পুল বেগুনি আলো হার প্রফুল্লিত বেগুনি আলোর জন্য কাচের প্রতিসরাংক 1.5 এবং লাল আলোর জন্য প্রতিসরাংক 1.48 । একজন লোক $20cm$ বক্রতার ব্যাসার্ধবিশিষ্ট উভোত্তল লেন্সের চশমা পড়ে পানিতে ডুব দিলেন। তিনি $5cm$ দূরে অবস্থিত একটি বস্তুর বিম্ব পর্যবেক্ষণ করলেন। বেগুনি আলো নির্ভিয়ে লাল আলো জ্বালাতেই বিম্বের দূরত্বের পরিবর্তন হলো। বেগুনি আলোর জন্য পানির প্রতিসরাংক 1.34 এবং লাল আলোর জন্য পানির প্রতিসরাংক 1.33 । [সংশোধিত]

(দি. কো. ২০১৭/)

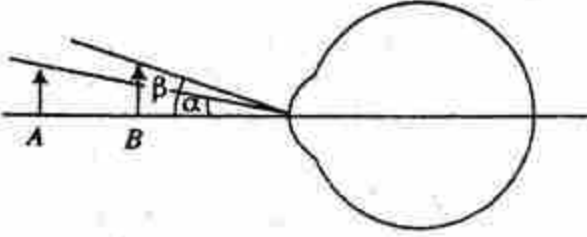
- ক. তরঙ্গা মুখ কাকে বলে? ১
- খ. দূরে অবস্থিত গাছপালা ছোট দেখায় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বেগুনি আলোতে আলোকিত পানি মাধ্যমে লেন্সের ক্ষমতা কত? ৩
- ঘ. বর্ণ পরিবর্তনের সাথে প্রতিবিম্বের অবস্থানের পরিবর্তন হয়— গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তরঙ্গের উপরোক্ত যে রেখা বা তল বরাবর সবগুলো কণা সমদশা সম্পন্ন তাকে ঐ তরঙ্গের তরঙ্গামুখ বলে।

খ. কোনো বস্তুকে আমরা বড় না ছোট দেখবো তা নির্ভর করে বস্তুটি দ্বারা চোখে উৎপন্ন বীক্ষণ কোণের উপর। বীক্ষণ কোণ যত বড় হয় আমাদের কাছে বস্তুর আকৃতিও তত বড় মনে হয়। আর বীক্ষণ কোণ ছোট হলে বস্তুর আকৃতিও ছোট হয়।

চিত্রে একই বস্তুকে A এবং B অবস্থানে রেখে দেখা যাচ্ছে। B অবস্থানে বস্তুটি দ্বারা চোখে উৎপন্ন কোণ β , A অবস্থানের বীক্ষণ কোণ α এর চেয়ে বড় হওয়ায় বস্তুটি A অবস্থানের চেয়ে B অবস্থানে বড় দেখাবে। কেনো বস্তু আমাদের চোখ থেকে যত দূরে সরে যায় বীক্ষণ কোণও তত হ্রাস পায় বলে বস্তুটি আমাদের কাছে ছোট মনে হয়।



এ কারণে দূরে অবস্থিত গাছপালা ছোট মনে হয়।

গ. দেওয়া আছে,

বেগুনি আলোর জন্য কাচের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_{gv} = 1.5$

বেগুনি আলোর জন্য পানির প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_{wv} = 1.34$

লেঙ্গের ১ম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = +20\text{cm}$

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

বেগুনি আলোর জন্য পানি মাধ্যমে লেঙ্গের ক্ষমতা, $P_{gv} = ?$

বেগুনি আলোর জন্য পানি মাধ্যমে লেঙ্গের ফোকাস দূরত্ব f_{gv} হলে,

$$\frac{1}{f_{gv}} = \left(\frac{\mu_{gv}}{\mu_{wv}} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$= \left(\frac{1.5}{1.34} - 1 \right) \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right) = \frac{4}{335} \text{ cm}^{-1}$$

$$\therefore f_{gv} = 83.75 \text{ cm}$$

$$= 0.8375 \text{ m}$$

$$\therefore P_{gv} = \frac{1}{f_{gv}} = \frac{1}{0.8375 \text{ m}}$$

$$= +1.194 \text{ D (Ans.)}$$

ঘ. 'গ' অংশ হতে পাই, বেগুনি আলোর জন্য পানি মাধ্যমে লেঙ্গের

ফোকাস দূরত্ব, $f_{gv} = 83.75 \text{ cm}$

বস্তুর দূরত্ব, $u = 5 \text{ cm}$

মনে করি, বেগুনি আলোর জন্য বিঘের দূরত্ব v_v .

$$\therefore \frac{1}{v_v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f_{gv}}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_v} = \frac{1}{f_{gv}} - \frac{1}{u}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_v} = \frac{1}{83.75} - \frac{1}{5}$$

$$\therefore v_v = 5.32 \text{ cm}$$

উদ্দীপক হতে পাই,

লাল আলোর জন্য কাচের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_{gr} = 1.48$

লাল আলোর জন্য পানির প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_{wr} = 1.33$

মনে করি, লাল আলোতে পানি মাধ্যমে লেঙ্গের ফোকাস দূরত্ব f_r

$$\therefore \frac{1}{f_r} = \left(\frac{\mu_{gr}}{\mu_{wr}} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$= \left(\frac{1.48}{1.33} - 1 \right) \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right)$$

$$= \frac{3}{266}$$

$$\therefore f_r = 88.67 \text{ cm}$$

মনে করি লাল আলোতে বিঘের দূরত্ব v_r

$$\therefore \frac{1}{v_r} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f_r}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_r} = \frac{1}{f_r} - \frac{1}{u} = \frac{1}{88.67} - \frac{1}{5}$$

$$\therefore v_r = -5.298 \text{ cm}$$

লক্ষ্য করি, $v_v \neq v_r$

সুতরাং বর্ণ পরিবর্তনের সাথে বিঘের অবস্থানের পরিবর্তন হয়।

প্রশ্ন ১০ সুন্দরবন বেড়াতে গিয়ে তামান্না একটি নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করে, যার অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 20 cm এবং 5 cm। সে যন্ত্রটিকে অসীমে এবং স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব উভয়ক্ষেত্রে ফোকাসিং করে প্রাকৃতিক দৃশ্য অবলোকন করে।

/চ. বো. ২০১৭/

ক. হাইগেনের নীতিটি বিবৃত কর।

১

খ. কোনো প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 36° বলতে কী বুঝ? ২

গ. তামান্না যখন যন্ত্রটিকে অসীমে ফোকাসিং করে তখন যন্ত্রের দৈর্ঘ্য কত? ৩

ঘ. উভয়ক্ষেত্রে ফোকাসিং এর জন্য তামান্নার পর্যবেক্ষণকৃত বিবর্ধনের তুলনামূলক গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

১০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. হাইগেনের নীতিটি হলো, তরঙ্গামুখের প্রতিটি বিন্দুকে নতুন গোলকীয় তরঙ্গের উৎস হিসেবে গণ্য করা যায়।

খ. প্রিজমে রশ্মির আপতন কোণ (i) স্বল্পমানের হলে বিচ্যুতি কোণের (δ) মান অত্যন্ত বেশি হয়। কিন্তু i এর মান বাড়াতে থাকলে δ এর মান হ্রাস পেতে থাকে। এক সময় δ সর্বনিম্ন মানে উপনীত হয়। এরপর i বাড়াতে থাকলে δ এর মান বাড়াতে থাকে। সুতরাং কোনো প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 36° বলতে বুঝায়, প্রিজমে আপতন কোণের মান যাই হোক না কেন, বিচ্যুতি কোণ 36° অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর হবে না।

গ. দেওয়া আছে,

নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 20 \text{ cm}$

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

বের করতে হবে, অসীমে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = ?$

আমরা জানি, $L = f_0 + f_e = 20 \text{ cm} + 5 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$ (Ans.)

ঘ. অসীমে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে,

$$\text{প্রাপ্ত বিবর্ধন, } m' = \frac{f_0}{f_e} = \frac{20 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 4$$

কিন্তু স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে ($D = 25 \text{ cm}$) ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে

$$\text{প্রাপ্ত বিবর্ধন, } m = f_0 \left(\frac{1}{D} + \frac{1}{f_e} \right) = 20 \text{ cm} \left(\frac{1}{25 \text{ cm}} + \frac{1}{5 \text{ cm}} \right) = 4.8 > 4$$

লক্ষ্য করি যে, স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে বেশি বিবর্ধন পাওয়া যাচ্ছে।

প্রশ্ন ১১ একটি উভোত্তল লেঙ্গের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 20cm ও 40cm। বায়ুতে লেঙ্গের 60cm সামনে একটি লক্ষ্যবস্তু রাখলে 48cm পিছনে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়। লেঙ্গটিকে 1.67 প্রতিসরাঙ্কের তরলে নিমজ্জিত করা হল।

/চ. বো. ২০১৭/

ক. সুসংগত উৎস কী?

১

খ. কৃষ্ণ গহ্বর থেকে আলো নির্গত হতে পারে না কেন তা ব্যাখ্যা কর।

২

গ. লেঙ্গটির উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় কর।

৩

ঘ. তরলে নিমজ্জিত করার পর লেঙ্গটির প্রকৃতি কী হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে উৎস হতে আলোক তরঙ্গসমূহ সর্বদা সমদশায় নিঃসৃত হয় তাকে সুসংগত আলোক উৎস বলে।

খ কৃষ্ণ গহ্বরের আয়তন খুবই ক্ষুদ্র কিন্তু ভর অত্যধিক হওয়ায় এর ঘনত্ব ও মাধ্যাকর্ষণ বল প্রায় অসীম। ফলে এর মুক্তিবৈগ্য আলোর বেগের তুলনায় বেশি ও কৃষ্ণ গহ্বরের মাধ্যাকর্ষণ শক্তি এত প্রবল যে কোন বস্তু এর মধ্যে প্রবেশ করলে বা নাগালের মধ্যে আসলে আর বাইরে আসতে পারে না। এমনকি আলোক কণিকা ফোটনও এর মাধ্যাকর্ষণ শক্তি হতে মুক্ত হতে পারে না। কৃষ্ণ গহ্বরের থেকে কোন প্রকার ফোটন নির্গত হলেও বেশি দূরে যাওয়ার আগেই বিবর কর্তৃক পুনরায় আকৃষ্ট হয় এবং তা আর বাইরে বেরুতে পারে না। তাই এসব বস্তু থেকে নিঃসৃত বা প্রতিফলিত আলো আমরা দেখতে পাই না। অর্থাৎ কৃষ্ণ গহ্বরের থেকে আলো নির্গত হতে পারে না।

গ দেওয়া আছে, উভোত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে

$$r_1 = 20 \text{ cm}$$

$$r_2 = -40 \text{ cm}$$

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

বিষ্মের দূরত্ব, $v = 48 \text{ cm}$

লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \mu - 1 = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } \mu = 1 + \frac{1}{2}$$

$$\therefore \mu = 1.5 \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

উভোত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে

$$r_1 = 20 \text{ cm}$$

$$r_2 = -40 \text{ cm}$$

তরলের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_w = 1.67$

'গ' হতে পাই লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = 1.5$

মনে করি, তরলে লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক $= {}_w\mu_g$

পরিবর্তিত ফোকাস দূরত্ব, $f_w = ?$

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

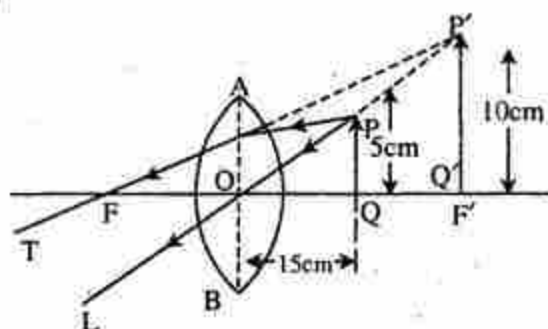
$$= \left(\frac{\mu_g}{\mu_w} - 1 \right) \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{40} \right)$$

$$= \left(\frac{1.5}{1.67} - 1 \right) \left(\frac{3}{40} \right)$$

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

অর্থাৎ লেন্সটি একটি অপসারী লেন্সে রূপান্তরিত হবে এবং একটি অবতলোত্তল লেন্স হিসাবে কাজ করবে।

প্রশ্ন ১২



ক. আলোর ব্যতিচার কী?

১

খ. কাচের সজ্জকট কোণ 42° বলতে কী বোঝ?

২

গ. উল্লিখিত লেন্সটির ক্ষমতা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. লেন্সটিকে সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করে স্পষ্ট প্রতিবিম্ব দেখতে হলে বস্তু থেকে কত দূরে লেন্সটি স্থাপন করতে হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে দেখাও।

৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পাশাপাশি অবস্থিত দুটি সুসংগত উৎস থেকে নির্গত সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে পর্যায়ক্রমে উজ্জ্বল ও অন্ধকার অবস্থার সৃষ্টি হওয়াকে আলোর ব্যতিচার বলে।

খ কাচের সংকট কোণ 42° বলতে বুঝায়, শূন্য মাধ্যমে (বা বায়ু) ও কাচের বিভেদতলে কাচ থেকে 42° কোণে আপতিত রশ্মি বিভেদতলে ঘেঁষে প্রতিসরিত হবে। আপতন কোণের মান 42° এর চেয়ে বেশি হলে আলোক রশ্মির প্রতিসরণ না হয়ে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

$$\text{লক্ষ্য বস্তুর দূরত্ব, } u = 15 \text{ cm}$$

$$\text{লক্ষ্য বস্তুর দৈর্ঘ্য, } \ell = 5 \text{ cm}$$

$$\text{বিষ্মের দৈর্ঘ্য, } \ell' = 10 \text{ cm}$$

আমরা জানি,

$$|M| = \frac{\ell'}{\ell} = \frac{10 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 2.$$

$$\text{আবার, } |M| = \frac{v}{u}$$

$$\text{বা, } 2 = \frac{v}{u}$$

$$\therefore v = 2u$$

যেহেতু বিম্বটি অবাস্তব,

$$\therefore v = -2u = -2 \times 15 \text{ cm} = -30 \text{ cm}$$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{15} - \frac{1}{30} = \frac{1}{30}$$

$$\therefore f = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.3} = 3.33 \text{ D (Ans.)}$$

ঘ লেন্সটিকে সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করে স্পষ্ট প্রতিবিম্ব পাওয়ার জন্য অবাস্তব বিম্বটি চোখের স্পষ্ট দর্শনের নিকট বিন্দুতে গঠিত হতে হবে।

অর্থাৎ এক্ষেত্রে, বিষ্মের দূরত্ব, $v = -D = -25 \text{ cm}$

'গ' অংশ হতে পাই, লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, $f = 30 \text{ cm}$

বস্তু হতে লেন্সের দূরত্ব u হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{u} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{1}{30} + \frac{1}{25} = \frac{11}{150}$$

$$\therefore u = 13.64 \text{ cm}$$

অতএব, লেন্সটিকে সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করে স্পষ্ট প্রতিবিম্ব দেখতে হলে বস্তু থেকে লেন্সটিকে 13.64 cm দূরে স্থাপন করতে হবে।

প্রশ্ন ১৩ বিজ্ঞানের ছাত্র গোলাপের চোখ ত্রুটিহীন কিন্তু আজাদ 40 cm এর কাছের বস্তু দেখতে পায় না। তারা একটি কোষের স্লাইড পর্যবেক্ষণ করার জন্য একটি জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য হতে 0.023 m দূরে স্লাইডটি রাখল। অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 0.02 m এবং 0.07 m ।

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

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে কোন দুটি আধানের মধ্যে নির্দিষ্ট দূরত্বে শূন্যস্থানে ক্রিয়াশীল বল এবং ঐ দুই আধানের মধ্যে একই দূরত্বে অন্য কোন মাধ্যমে ক্রিয়াশীল বলের অনুপাতকে ঐ মাধ্যমের পরা বৈদ্যুতিক ধুবক বলে।

খ তড়িৎ প্রবাহের সময় তড়িৎ বলের প্রভাবে এর ভিতরের মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর বেগ বৃদ্ধি পায় আবার পরিবাহীর পরমাণুর সাথে ধাক্কাজনিত বাধার ফলে বেগ হ্রাস পায়। এ বাধাই পরিবাহীর রোধ। তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে অণুগুলোর কম্পন বৃদ্ধি পায়, ফলে এর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত ইলেকট্রনের সংঘর্ষ সংখ্যা বৃদ্ধি পায়, তাই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায়।

গ এখানে, অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_o = 0.02\text{m}$
 অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 0.07\text{m}$
 অভিলক্ষ্যের বস্তুর দূরত্ব, $u_o = 0.023\text{m}$
 বিবর্ধন, $M = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v_o} = \frac{1}{f_o} - \frac{1}{u_o}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_o} = \frac{1}{0.02\text{m}} - \frac{1}{0.023\text{m}}$$

$$\text{বা, } v_o = 0.153\text{m}$$

আবার, বিবর্ধন,

$$M = -\frac{v_o}{u_o} \left(1 + \frac{D}{f_e}\right) \quad [D = 0.25\text{m} \text{ যেহেতু গোলাপের চোখ}$$

ত্রুটিহীন এবং চূড়ান্ত বিম্ব অবাস্তব]

$$= -\frac{0.153\text{m}}{0.023\text{m}} \left(1 + \frac{0.25\text{m}}{0.07\text{m}}\right) = -30.4$$

অর্থাৎ গোলাপ 30.4 গুণ বিবর্ধিত বিম্ব দেখতে পাবে। (Ans.)

ঘ 'গ' থেকে,

$$\text{অভিলক্ষ্যের বিম্বের দূরত্ব, } v_o = 0.153\text{m}$$

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

$$\text{গোলাপের জন্য, অভিনেত্রের বিম্বের দূরত্ব, } v_e = -0.25\text{m}$$

$$\text{অভিনেত্রের বস্তুর দূরত্ব, } u_e = ?$$

$$\therefore \text{যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, } L = ?$$

আমরা জানি,

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

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

$$\therefore \text{যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, } L = v_o + u_e = 0.153\text{m} + 0.054\text{m} = 0.207\text{m}$$

আজাদের জন্য,

$$\text{অভিনেত্রের বিম্বের দূরত্ব, } v_e = -0.4\text{m}$$

$$\therefore \frac{1}{v_e} + \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e} - \frac{1}{v_e} = \frac{1}{0.07\text{m}} - \frac{1}{-0.4\text{m}}$$

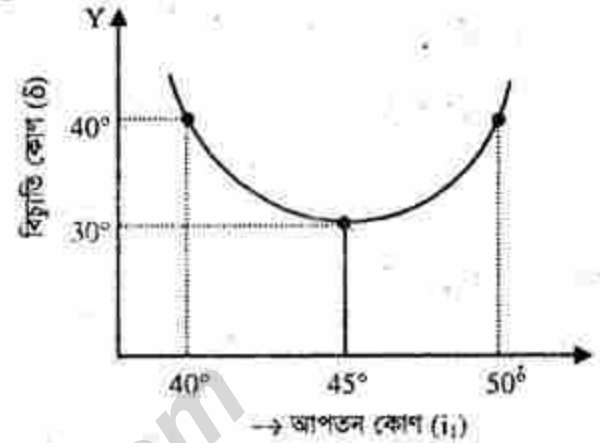
$$\text{বা, } \frac{1}{u_e} = \frac{1}{0.07\text{m}} + \frac{1}{0.4\text{m}}$$

$$\therefore u_e = 0.059\text{m}$$

$$\therefore \text{যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, } L = v_o + u_e = 0.153\text{m} + 0.059\text{m} = 0.212\text{m}$$

অর্থাৎ স্লাইড পর্যবেক্ষণে উভয়ের ক্ষেত্রে যন্ত্রের দৈর্ঘ্য একই ছিল না।

প্রশ্ন ১৪



(সি. বো. ২০১০)

উপরের চিত্রে একটি সমবাহু প্রিজমের ভিন্ন ভিন্ন আপতন কোণের জন্য বিচ্যুতি কোণ বনাম আপতন কোণ এর লেখচিত্র দেখানো হয়েছে।

- ক. সমবর্তন কাকে বলে? ১
 খ. লেন্সের চারিপার্শ্বস্থ মাধ্যম পরিবর্তন করলে উহার ফোকাস দূরত্ব পরিবর্তন হয় কেন? ২
 গ. উল্লিখিত প্রিজমটির উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক কত? ৩
 ঘ. উদ্দীপকের চিত্রে প্রদর্শিত তিনটি আপতন কোণের জন্য স্ব-স্ব নির্গত কোণের মান সমান হবে কি? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বলে।

খ লেন্সের চারিপার্শ্বস্থ মাধ্যম পরিবর্তন করলে এর উপাদানের আপেক্ষিক প্রতিসরাঙ্ক পরিবর্তিত হয়ে যায়। তখন লেন্সের অভিসারী বা অপসারী ক্ষমতাও পরিবর্তন ঘটে বলে $f = \frac{1}{P}$ সূত্রানুসারে এর ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে।

গ এখানে,

$$\text{প্রিজম কোণ, } A = 60^\circ$$

$$\text{ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ, } \delta_m = 30^\circ$$

$$\text{প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, } \mu = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \frac{60^\circ + 30^\circ}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}} = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = 1.414$$

ঘ i_1 আপতন কোণের জন্য নির্গত কোণ i_2 হলে আমরা জানি,

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

$$\therefore i_2 = (\delta + A) - i_1$$

$$\text{প্রথম আপতনের ক্ষেত্রে, } i_1 = 40^\circ, \delta = 40^\circ$$

$$\therefore i_2 = 40^\circ + 60^\circ - 40^\circ = 60^\circ; i_1 \neq i_2$$

$$\text{দ্বিতীয় আপতনের ক্ষেত্রে, } i_1 = 45^\circ, \delta = 30^\circ$$

$$\therefore i_2 = 30^\circ + 60^\circ - 45^\circ = 45^\circ; i_1 = i_2$$

তৃতীয় আপতনের ক্ষেত্রে, $i_1 = 50^\circ$, $\delta = 40^\circ$

$\therefore i_2 = 40^\circ + 60^\circ - 50^\circ = 50^\circ$, $i_1 \neq i_2$

\therefore ১ম ও ৩য় আপতন কোণের স্ব-স্ব নির্গত কোণ সমান নয়। কিন্তু ২য় আপতন কোণের জন্য নির্গত কোণ সমান।

প্রশ্ন ১৫ একটি অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য এবং অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 3cm এবং 4cm। লেন্সদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 14.5cm। 0.50mm দৈর্ঘ্যের একটি বস্তু অভিলক্ষ্য হতে 3.1cm দূরে স্থাপন করা হল।

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

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন তরঙ্গের ওপর অবস্থিত সম-দশাসম্পন্ন কণাগুলোর সম্ভারপথকে তরঙ্গামুখ বলে।

খ npn ট্রানজিস্টরের ভিতরে তড়িৎ প্রবাহ ইলেকট্রনের প্রবাহের জন্য হয় এবং npn ট্রানজিস্টরের ভিতরে তড়িৎ প্রবাহ হোল-এর প্রবাহের জন্য হয় কিন্তু বিবর্তনীর সংযোগ তারের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহ ইলেকট্রনের জন্যই হয়ে থাকে। অর্থাৎ npn ও pnp ট্রানজিস্টরের কার্যনীতি একই রকম হলেও npn ট্রানজিস্টরের তড়িৎ বাহক হল প্রধানত ইলেকট্রন এবং pnp ট্রানজিস্টরের তড়িৎ বাহক প্রধানত হোল।

আমরা জানি যে, ইলেকট্রন অধিক দ্রুত তড়িৎবাহক। তাই উচ্চ কম্পাঙ্ক বর্তনী বা কম্পিউটার বর্তনীতে pnp এর তুলনায় npn ব্যবহার করলে তা বেশী কার্যকর হয় এবং বর্তনী সিগনালের প্রতি দ্রুত সাড়া দেয়।

গ দেওয়া আছে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 3 \text{ cm}$

লেন্সদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $l = 14.5 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্য থেকে বস্তুর দূরত্ব, $u_0 = 3.1 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্য থেকে প্রতিবিম্বের দূরত্ব, $v_0 = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{v_0} + \frac{1}{u_0} = \frac{1}{f_0}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_0} = \frac{1}{3} - \frac{1}{3.1} = \frac{1}{93}$$

$$\therefore v_0 = 93 \text{ cm (Ans.)}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

অভিলক্ষ্যের প্রতিবিম্বের দূরত্ব, $v_0 = 93 \text{ cm}$

উদ্দীপক অনুসারে,

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

অভিলক্ষ্য হতে বস্তুর দূরত্ব, $u_0 = 3.1 \text{ cm}$

অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $L = 14.5 \text{ cm}$

$$\therefore \text{অভিনেত্র থেকে প্রথম বিম্বের দূরত্ব, } u_e = L - v_0 \\ = 14.5 - 93 \\ = -78.5 \text{ cm}$$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{u_e} + \frac{1}{v_e} = \frac{1}{f_e}$$

$$\text{বা, } v_e = \left(\frac{1}{f_e} - \frac{1}{u_e} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{78.5} \right)^{-1} = 3.81 \text{ cm}$$

$$\therefore |m_0| = \left| \frac{v_0}{u_0} \right| = \left| \frac{93}{3.1} \right| = 30$$

$$\text{এবং } |m_e| = \left| \frac{v_e}{u_e} \right| = \left| \frac{3.81}{-78.5} \right| = 0.05$$

$$\therefore \left| \frac{m_0}{m_e} \right| = \frac{30}{0.05} = 600$$

বা, $|m_0| = 600 |m_e|$

অর্থাৎ, অভিলক্ষ্যের বিবর্ধন অভিনেত্রের বিবর্ধনের 600 গুণ।

প্রশ্ন ১৬ একটি কাঁচ প্রিজমের প্রতিসারক কোণ 60° ও উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক $\sqrt{2}$ ।

- ক. আলোর সমবর্তন কী? ১
খ. 'প্রকৃতিতে কোনো উৎসই সুসংগত নয়'—ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে প্রথম আপতন কোণ নির্ণয় সম্ভব—উক্তিটির যথার্থতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলো কোনো মাধ্যমের মধ্য দিয়ে গমনের পর আলোক তরঙ্গের কম্পন একটি নির্দিষ্ট তলে হওয়ার ঘটনাকে আলোর সমবর্তন বলে।

খ দুটি উৎস থেকে সমদশায় বা কোন নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যের একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি আলোক তরঙ্গ নিঃসৃত হলে তাদের সুসংগত উৎস বলে। সাধারণত দুটি আলো উৎসকে সুসংগত উৎস হিসেবে গণ্য করা যায় না, কেননা কোন উৎসের নিঃসৃত আলো অন্য উৎসের উপর কোন ভাবেই নির্ভর করে না। তাই আলো দুটি উৎস একটি নির্দিষ্ট দশা সম্পর্ক বজায় রাখতে পারে না। ফলে এদের মধ্যে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও বিস্তারে বেশ পার্থক্য দেখা যায়। তাই প্রকৃতিতে কোন সুসংগত উৎস নেই।

গ ১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 30°

ঘ এখানে, প্রিজমের প্রতিসারক কোণ, $A = 60^\circ$

আমরা জানি, কোন প্রিজমের বিচ্যুতি কোণ,

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

কিন্তু ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে, $\delta = \delta_m$ এবং $i_1 = i_2$

$$\text{অতএব, } \delta_m = i_1 + i_2 - A$$

$$\text{বা, } \delta_m = 2i_1 - A$$

$$\text{বা, } 2i_1 = \delta_m + A$$

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

$$\text{বা, } i_1 = \frac{30^\circ + 60^\circ}{2} \text{ [গ নং হতে]}$$

$$\text{বা, } i_1 = 45^\circ = \text{প্রথম আপতন কোণ}$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে প্রথম আপতন কোণ (i_1) নির্ণয় করা সম্ভব এবং প্রথম আপতন কোণের মান 45° ।

প্রশ্ন ১৭ 1.5 প্রতিসরাঙ্কের একটি উত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 0.2 m ও 0.3m। বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাঙ্ক $\frac{3}{2}$ এবং পানির প্রতিসরাঙ্ক $\frac{4}{3}$ ।

- ক. অপবর্তন গ্রেটিং কী? ১
খ. উদ্ভয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে পরে না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বায়ু মাধ্যমে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. পানিতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্বের তারতম্য হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বহু সংখ্যক পরস্পর সমান্তরাল ও সবু চির সম্পন্ন পাতকে অপবর্তন গ্রেটিং বলে।

খ. উড্ডয়মান উড়োজাহাজের ছায়া মাটিতে না পরার কারণ হলো আলোর অপবর্তন। উড়োজাহাজের দেহের প্রান্ত দিয়ে গমনকারী আলোক রশ্মিসমূহ আলোর উৎস হিসেবে ক্রিয়া করে। এ উৎসগুলো হতে আলোকরশ্মি এসে বিমানের নিচে ভূমিতে পতিত হয়। বিমানের অব্যবহিত নিচের অংশে ভূমিতে এভাবে বহুসংখ্যক আলোকরশ্মি পতিত হওয়ায় ঐ স্থানে ছায়া গঠিত হতে পারে না।

গ. ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 24 cm

ঘ. ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ১৮ একটি নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 200cm ও 5cm।

/বি. বো. ২০১৭/

- হাইগেনস-এর নীতিটি বিবৃত কর। ১
- ধারকের মধ্যে পরাবিদ্যুৎ যুক্ত করলে ধারকত্বের কি পরিবর্তন হয় ব্যাখ্যা কর। ২
- নিকট ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে যন্ত্রটির নলের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- যখন একটি বস্তুকে অসীমে ও স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্বে রাখা হয় তখন কোন ক্ষেত্রে উদ্দীপকের যন্ত্রটির বিবর্ধন বেশি হয় তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে দেখাও। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি তরঙ্গামুখের উপরস্থ সকল বিন্দু এক একটি বিন্দু উৎস হিসেবে গণ্য হবে যা থেকে গৌণ তরঙ্গ উৎপন্ন হয়ে মূল তরঙ্গের দ্রুতিতে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। পরবর্তী যে কোনো মুহূর্তে এ গৌণ তরঙ্গামুখগুলোর সাধারণ স্পর্শক তল হবে ঐ সময় উক্ত তরঙ্গামুখের নতুন অবস্থান।

খ. ধারকের মধ্যে পরাবিদ্যুৎ যুক্ত করলে এর ধারকত্ব বৃদ্ধি পায়।

আমরা জানি, ধারকের ধারকত্ব, $C = \frac{AK\epsilon_0}{d}$

এখানে, K হলো ধারকের মধ্যবর্তী মাধ্যমের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক। শূন্য মাধ্যমের জন্য $K = 1$ কিন্তু অন্য যেকোনো অন্তরক মাধ্যমের ক্ষেত্রে K এর মান 1 এর চেয়ে বড়। তাই পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম না থাকলে ধারকের যে ধারকত্ব পাওয়া যায়, তার চেয়ে পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম যুক্ত অবস্থায় ধারকের ধারকত্ব বেশি হয়।

গ. দেওয়া আছে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 200$ cm

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 5$ cm

জানা আছে, স্পষ্ট দর্শনের নিকট বিন্দু, $D = 25$ cm

বের করতে হবে, নিকট ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে নভো-দূরবীক্ষণ যন্ত্রের নলের দৈর্ঘ্য, $L = ?$

আমরা জানি,

$$L = f_0 + \frac{D \times f_e}{D + f_e} = 200 + \frac{25 \times 5}{25 + 5} = 204.17 \text{ cm (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 200$ cm

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 5$ cm

জানা আছে, স্পষ্ট দর্শনের নিকট বিন্দু, $D = 25$ cm

আমরা জানি, অসীম দূরত্বে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে বিবর্ধন,

$$M = \frac{f_0}{f_e} = \frac{200}{5} = 40$$

এবং নিকট ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে বিবর্ধন,

$$M' = \frac{f_0}{f_e} \left(1 + \frac{f_e}{D} \right) = \frac{200}{5} \left(1 + \frac{5}{25} \right) = 48$$

∴ অসীমে ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে বিবর্ধন, $M <$ নিকটে ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে বিবর্ধন, M'

অর্থাৎ, নিকট ফোকাসিং-এর ক্ষেত্রে বিবর্ধন বেশি হয়।

প্রশ্ন ▶ ১৯ একটি কাচের তৈরি সমবাহু প্রিজম নিয়ে ল্যাবরেটরিতে উহার ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 30° পাওয়া গেল। এর পর প্রিজমটিকে পানিতে ডুবিয়ে আবার ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ নির্ণয় করা হলো। পানির প্রতিসরাংক $\frac{4}{3}$ ।

/বি. বো. ২০১৫/

- ফার্মাটের নীতিটি বিবৃত কর। ১
- লেস এবং প্রিজমের মধ্যে আলোর প্রতিসরণের তুলনা কর। ২
- ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে প্রিজমটির প্রথম পৃষ্ঠের প্রতিসরণ কোণ বের কর। ৩
- পানিতে রাখার পর ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাওয়ার সময় আলোকরশ্মির যত সংখ্যক বারই প্রতিফলন বা প্রতিসরণ ঘটেই হোক না কেন অনুসৃত পথ সর্বদাই স্থির হবে।

খ. লেসে দুইবার আলোর প্রতিসরণ ঘটে। প্রিজমেও দুইবার আলোর প্রতিসরণ ঘটে। তবে লেসের ক্ষেত্রে প্রতিসরণ ঘটে গোলকীয় পৃষ্ঠে, আর প্রিজমে প্রতিসরণ ঘটে হেলানো সমতল পৃষ্ঠে।

গ. দেওয়া আছে, প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

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

বের করতে হবে, ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে প্রথম পৃষ্ঠের প্রতিসরণ কোণ, $r_1 = ?$

$$\text{আমরা জানি, } r_1 = \frac{A}{2} = \frac{60^\circ}{2} = 30^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ. পানিতে রাখায় প্রিজমের উপাদানের আপেক্ষিক প্রতিসরণাঙ্কের পরিবর্তন ঘটবে, তাই এর ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণেরও পরিবর্তন ঘটবে।

$$\text{বায়ুতে লেসের উপাদানের প্রতিসরাংক, } \mu_g = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \frac{60^\circ + 30^\circ}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}}$$

$$= \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \sqrt{2} = 1.414$$

$$\text{পানিতে লেসের উপাদানের প্রতিসরাংক, } \mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.414}{\frac{4}{3}} = 1.0605$$

এক্ষেত্রে ন্যূনতম বিচ্যুতি, কোণ δ_m হলে,

$$\mu_g = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \text{ বা, } 1.0605 = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}}$$

$$\text{বা, } \sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = 1.0605 \times \sin 30^\circ = 0.53025$$

$$\text{বা, } \frac{60^\circ + \delta_m}{2} = \sin^{-1}(0.53025) = 32.02^\circ$$

$$\text{বা, } 60^\circ + \delta_m = 2 \times 32.02^\circ = 64.04^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 64.04^\circ - 60^\circ = 4.04^\circ \neq 30^\circ \text{ (বায়ুর ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ)}$$

সুতরাং, পানিতে রাখার পর ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের পরিবর্তন হবে।

প্রশ্ন ২০ একটি দ্বি-উত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 20 cm এবং 40 cm। বায়ু মাধ্যমে লেন্সটির সামনে 60 cm দূরে একটি লক্ষ্যবস্তু রাখা হলো। লেন্সটির 48 cm পিছনে বিম্ব গঠিত হয়। লেন্সটিকে 1.67 প্রতিসরণাঙ্কের একটি তরলে ডুবানো হলো।

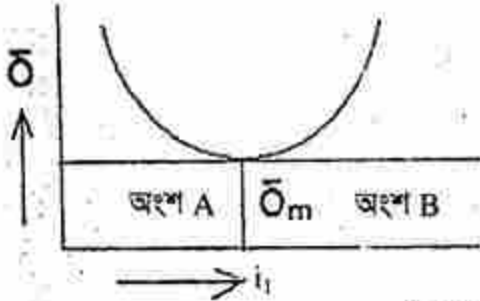
[মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ]

- ক. সুসজাত উৎস কী? ১
খ. কৃষ্ণগহ্বর থেকে আলো বের হয় না কেন? ২
গ. লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
ঘ. তরলে ডুবানোর পর লেন্সটির প্রকৃতি কেমন হবে—
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

১১ নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ২১ একটি সমবাহু প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ পরিমাপ কালে আদানান নিম্নোক্ত লেখ অঙ্কন করলো এবং 37.18° মান পেল। প্রিজমের প্রথম তলে আলোকরশ্মি আপতিত হয়ে দ্বিতীয় তলে দিয়ে নির্গত হলো। সে সম্পূর্ণ ঘটনাটিকে সতর্কতার সাথে পর্যবেক্ষণ করলো।



[রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]

- ক. আলোর বিচ্ছুরণ -এর সংজ্ঞা দাও। ১
খ. আলোর ব্যতিচার এবং অপবর্তনের মধ্যকার পার্থক্য লিখ। ২
গ. প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
ঘ. $i_1 = 50^\circ$ -এর অবস্থান উদ্দীপকের চিত্রে দেখানো অংশদ্বয়ের মধ্যে কোনটিতে হবে—মতামতের পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাদা আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণের আলোতে বিভক্ত হওয়াকে আলোকের বিচ্ছুরণ বলে।

খ ব্যতিচার ও অপবর্তনের পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হলো:

ব্যতিচার	অপবর্তন
i. দুটি সুসজাত উৎস হতে একই মাধ্যমের কোনো বিন্দুতে আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়।	i. একটি তরঙ্গ মুখের বিভিন্ন অংশ হতে নির্গত গৌণ তরঙ্গসমূহের উপরিপাতনের ফলে অপবর্তন সৃষ্টি হয়।
ii. ব্যতিচার ঝালরের পট্টগুলোর বেধ সাধারণত সমান হয় আবার কখনও অসমানও হয়।	ii. একক চিরের দরুন অপবর্তন ঝালরের পট্টগুলোর বেধ কখনও সমান হয় না।
iii. ব্যতিচারে উজ্জ্বল ও অন্ধকার পট্টগুলোর অন্তর্বর্তী দূরত্বগুলো সমান থাকে।	iii. অপবর্তনের ক্ষেত্রে উজ্জ্বল ও অন্ধকার পট্টগুলোর অন্তর্বর্তী দূরত্বগুলো ক্রমাগত কমতে থাকে।
iv. ব্যতিচারের ক্ষেত্রে অন্ধকার পট্টে কোনো আলো থাকে না।	iv. অপবর্তনের ক্ষেত্রে অন্ধকার পট্টগুলোতেও কিছু আলো থাকে।
v. ব্যতিচারে সব উজ্জ্বল পট্টগুলোর আলোক প্রাবল্য সমান থাকে।	v. অপবর্তনে উজ্জ্বল পট্টগুলোর প্রত্যেকটিতে আলোক প্রাবল্য কখনই সমান থাকে না।

গ ১৪ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : 1.5

ঘ ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের জন্য

$$\delta_m = 2i_1 - A$$

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

$$= \frac{37.18^\circ + 60^\circ}{2}$$

$$= 48.59^\circ$$

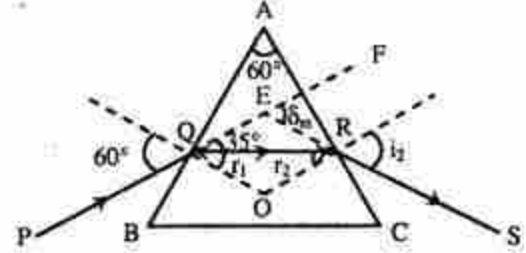
এখানে,

ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ, $\delta_m = 37.18^\circ$
প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

যেহেতু, $i_1 = 50^\circ > i_1$

অর্থাৎ, $i_1 = 50^\circ$ ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের সময় আপতন কোণের চাইতে বেশি, তাই এটি অংশ B তে অবস্থিত হবে।

প্রশ্ন ২২



[পাবনা ক্যাডেট কলেজ, পাবনা]

- ক. টেলিস্কোপ কী? ১
খ. আলোর বিচ্ছুরণ ব্যাখ্যা করো। ২
গ. প্রিজমটির প্রতিসরণাঙ্ক বের করো। ৩
ঘ. δ_m এর মান বের কর এবং দেখাও যে ন্যূনতম বিচ্যুতি ঘটে
যদি আপতন কোণ 49° হয়। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যন্ত্রের সাহায্যে দূরের বস্তুকে স্পষ্টভাবে পর্যবেক্ষণ করা যায় তাকে টেলিস্কোপ বলে।

খ আমরা জানি, আলোক রশ্মি যখন এক মাধ্যম হতে অন্য মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন আলোক রশ্মি বিভেদতলে বেঁকে যায়। এই বাঁকার পরিমাণ মাধ্যমদ্বয়ের প্রকৃতি ও আলোর রঙের উপর নির্ভর করে। সূর্যের সাদা আলো সাতটি রঙের সমষ্টি। তাই যখন এই সাদা আলো কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের উপর আপতিত হয় তখন গতিপথ বেঁকে যায়। ভিন্ন ভিন্ন বর্ণের আলোর বাঁকার পরিমাণ ভিন্ন ভিন্ন হওয়ায় মাধ্যমটির ভিতরে সাদা আলো সাতটি বর্ণে বিশ্লিষ্ট হয়ে যায়। যদি মাধ্যমটির বিপরীত পৃষ্ঠ আপতন তলের সমান্তরাল না হয়, তবে আলোক রশ্মিগুলো বিশ্লিষ্ট অবস্থাতেই মাধ্যম থেকে বের হয়। কোনো মাধ্যমে যৌগিক আলোর এরূপ বিশ্লিষ্ট হয়ে যাওয়াকেই আলোর বিচ্ছুরণ বলে।

গ \therefore প্রিজমের প্রতিসরণাঙ্ক,

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

$$= \frac{\sin 60^\circ}{\sin 35^\circ}$$

$$= 1.51 \text{ (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

আপতন কোণ, $i_1 = 60^\circ$
প্রতিসরণ কোণ, $r_1 = 35^\circ$

ঘ আমরা জানি,

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

$$\Rightarrow 1.51 = \frac{\sin \frac{60^\circ + \delta_m}{2}}{\sin \frac{60^\circ}{2}}$$

$$\therefore \delta_m = 38^\circ \text{ (Ans.)}$$

এখন, ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের জন্য,

$$i_1 = \frac{A + \delta_m}{2}$$

$$= \frac{60 + 38}{2}$$

$$= 49^\circ$$

অতএব, ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের জন্য আপতন কোণ 49° হতে হবে।

প্রশ্ন ২৩ একটি উত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 15 cm এবং 30 cm। লেন্স থেকে 25 cm সামনে কোনো বস্তু রাখলে তখন এটি লেন্সের 100 cm পিছনে একটি বিম্ব তৈরি করে।

[বিংপুর ক্যাডেট কলেজ]

- ক. ফার্মাটের নীতি কী? ১
- খ. সূর্যোদয় এবং সূর্যাস্তের সময় আকাশ লাল দেখায় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্দীপকের তথ্য থেকে লেন্সটির প্রতিসরণাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. যদি লেন্সটিকে পানির মধ্যে ডুবান হয় তখন এর ক্ষমতার কি পরিবর্তন আসবে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ($\mu_w = 1.33$) ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাবার সময় আলোক রশ্মির পথ সর্বদাই স্থির থাকবে এবং এমন একটি পথ অনুসরণ করবে যে পথ অতিক্রম করতে আলোর সর্বাপেক্ষা কম বা বেশি সময় লাগবে।

খ সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় সূর্য দিগন্ত রেখার কাছাকাছি অবস্থান করে এবং এই সময় সূর্যালোককে সর্বাপেক্ষা অধিক দূরত্ব অতিক্রম করে পৃথিবীতে আসতে হয়। এতটা দীর্ঘ পথ অতিক্রমের অবকাশে বায়ুমণ্ডলের অণু ও ধূলিকণা কর্তৃক সূর্যালোক পুনঃ পুনঃ বিক্ষেপিত হয়। লাল বর্ণ এবং লাল বর্ণের কাছাকাছি বর্ণ ব্যতীত অন্যান্য বর্ণসমূহ অধিক পরিমাণে বিক্ষেপিত হয়, তাই সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় দিগন্ত রেখায় আকাশের রং লাল দেখায়।

গ ১১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর : 1.5

ঘ ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: ক্ষমতা এক-চতুর্থাংশে নেমে যাবে।

প্রশ্ন ২৪ রবি ব্যবহারিক ক্লাসে একটি দ্বি-উত্তল লেন্স নিল। লেন্সটির দুই পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 20cm এবং 40cm। রবি লেন্সটির 60cm সামনে একটি বস্তু রাখলে লেন্সের 30cm পিছনে বিম্বটি তৈরী হয়।

[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ, ফেনী]

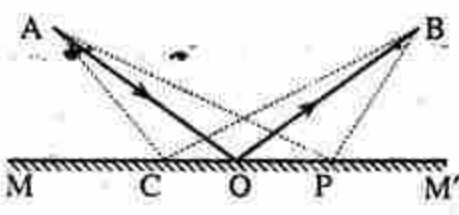
- ক. আলোক বিচ্ছুরণ কি? ১
- খ. ফার্মাটের নীতি ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক বের কর? ৩
- ঘ. লেন্সটিকে তরলের ভেতর নিলে তখন লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব কিরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। [তরলের প্রতিসরণাঙ্ক $\frac{4}{3}$] ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাদা আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণের আলোতে বিভক্ত হওয়ায় আলোকের বিচ্ছুরণ বলে।

খ আলোক রশ্মি এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে যাবার সময় সম্ভাব্য সকল পথের মধ্যে সেই পথ অনুসরণ করে যে পথে সময় সব থেকে কম লাগে।

ধরা যাক, A বিন্দু হতে একটি আলোক রশ্মি MOM' দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে B বিন্দুতে গমন করে। A হতে B তে যাবার জন্য



অনেকগুলো পথ চিন্তা করতে পারি। চিত্রে ACB, AOB এবং APB পথ বিবেচনা করা হলো। এদের মধ্যে যে পথটির দৈর্ঘ্য সর্বনিম্ন অর্থাৎ যে পথে যেতে সব থেকে কম সময় লাগবে আলো সে পথে গমন করবে।

গ ১১ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর : $\frac{5}{3}$

ঘ এখানে,

উত্তল লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = 20$ cm

দ্বিতীয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_2 = -40$ cm

লেন্সের উপাদানের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_g = \frac{5}{3}$ [‘গ’ থেকে প্রাপ্ত]

তরলের প্রতিসরণাঙ্ক, $\mu_l = \frac{4}{3}$

মনে করি, তরলের ভিতর লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f_l । আমরা জানি,

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

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

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

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

$$= \frac{\frac{5}{3} - 1}{\frac{5}{3} - 1}$$

$$= \frac{5/3 - 1}{4/3 - 1}$$

$$= \frac{2/3}{1/4}$$

$$= 8/3$$

$$= 2.67$$

অতএব, তরলের ভেতর লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব বায়ুতে ফোকাস দূরত্বের 2.67 গুণ হবে।

প্রশ্ন ২৫ তাসফি বাতাসে 20cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট একটি উত্তল লেন্স ব্যবহার করছে। জানা আছে, $\mu_g = \frac{3}{2}$ এবং $\mu_w = \frac{4}{3}$ ।

[বিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

- ক. তরঙ্গমুখ কী? ১
- খ. অবতল লেন্সে সৃষ্ট বিম্ব অবাস্তব— ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. লেন্সটিকে সরল অনুবীক্ষণ যন্ত্র হিসেবে ব্যবহার করলে বিবর্ধন নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. লেন্সটিকে পানিতে নিয়ে গেলে এর ক্ষমতার কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরঙ্গের যে রেখা বা তল বরাবর সবগুলো কণা সমদশাসম্পন্ন তাকে ঐ তরঙ্গের তরঙ্গ মুখ বলে।

খ অবতল লেন্সে জড়পদার্থী ক্ষমতাসম্পন্ন। ক্লাই যেকোনো প্রকার আলোকরশ্মিগুচ্ছ এর ওপর পতিত হোক না কেন, অবতল লেন্সে প্রতিসরণের পর এরা সর্বদাই অপসারীগুচ্ছে পরিণত হয়। কিন্তু বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠনের জন্য অভিসারী রশ্মিগুচ্ছের প্রয়োজন হয়। এ কারণেই অবতল লেন্সে বাস্তব প্রতিবিম্ব পাওয়া যায় না।

গ ৮ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ এখানে, বাতাসের সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাঙ্ক, ${}_a\mu_g = \frac{3}{2}$

বাতাসের সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাঙ্ক, ${}_a\mu_w = \frac{4}{3}$

বাতাসে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$

লেন্সের দুই পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ r_1 ও r_2 হলে,

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

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

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

$$\therefore \frac{\frac{1}{f_a}}{\frac{1}{f_w}} = \frac{({}_a\mu_g - 1)}{\left(\frac{{}_a\mu_g}{{}_a\mu_w} - 1 \right)}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_a} = \frac{\frac{3}{2} - 1}{\frac{\frac{3}{2}}{\frac{4}{3}} - 1} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{2}{3} - 1} = \frac{1}{\frac{4}{3} - 1} = \frac{3}{1}$$

$$\text{বা, } \frac{f_w}{f_a} = 4$$

$$\therefore f_w = 4 \times f_a = 4 \times 20\text{cm} = 80\text{cm}$$

সুতরাং পানিতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f_w = 80\text{cm} = 0.8\text{m}$

$$\text{বাতাসের লেন্সের ক্ষমতা, } P_a = \frac{1}{f_a} = \frac{1}{0.2\text{m}} = 5\text{d}$$

$$\text{পানিতে লেন্সের ক্ষমতা, } P_w = \frac{1}{f_w} = \frac{1}{0.8} = 1.25\text{d}$$

$$\text{সুতরাং লেন্সকে পানিতে নিয়ে গেলে এর ক্ষমতা } \frac{5 - 1.25}{5} \times 100\% = 75\%$$

কমবে।

প্রশ্ন ২৬ একটি কাচের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বাতাসে এবং তরলে যথাক্রমে 30cm এবং 125cm. বায়ুর সাপেক্ষে গ্লাসের এবং গ্লিসারিনের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.52 এবং 1.47।

[বহিঃস্থাল ক্যাডেট কলেজ]

- সমান্তরাল ত্রুটি কি? ১
- মেঘ কেনো সাদা দেখায়? সংক্ষেপে ব্যাখ্যা করো। ২
- তরলের প্রতিসরাঙ্ক বের করো। ৩
- কাচের লেন্সটির গ্লিসারিনে ফোকাস দূরত্ব বাতাসে ফোকাস দূরত্ব থেকে বেশি - তোমার মতামত দাও। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দূরের কোনো বস্তু দেখার সময় চোখের যে ত্রুটির কারণে আমরা বস্তুকে তার প্রকৃত অবস্থান থেকে অন্য অবস্থানে দেখতে পাই তাকে সমান্তরাল ত্রুটি বলে।

খ সূর্যের আলো যখন মেঘের মধ্যে দিয়ে যায়, মেঘের ভেতরের পানিকণাগুলোর আকার বড় হওয়ায় কণাগুলো সব রঙের আলোকেই প্রায় সমানভাবে বিচ্ছুরিত করে। ফলে বিচ্ছুরিত রশ্মি সাদা-ই থেকে যায়। এ জন্য মেঘ সাদা দেখায়।

গ এখানে,

লেন্সের বাতাসে ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 30\text{cm}$

লেন্সের তরলে ফোকাস দূরত্ব, $f_l = 125\text{cm}$

লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = 1.52$

তরলের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_l = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{এবং } \frac{1}{f_l} = (\mu_l - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots\dots\dots (ii)$$

(ii) নং কে (i) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\frac{f_a}{f_l} = \frac{(\mu_g - 1)}{(\mu_l - 1)}$$

$$\text{বা, } \frac{f_a}{f_l} = \frac{(\mu_g - 1)}{(\mu_l - 1)}$$

$$\mu_l = \frac{f_a}{f_l} (\mu_g - 1) + 1$$

$$\text{বা, } \frac{\mu_l}{\mu_g} = \frac{30}{125} (1.52 - 1) + 1$$

$$\text{বা, } \frac{\mu_l}{\mu_g} = 1.1248$$

$$\text{বা, } \mu_l = \frac{\mu_g}{1.1248}$$

$$\therefore \mu_l = \frac{1.52}{1.1248} = 1.35 \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

লেন্সটির বাতাসে ফোকাস দূরত্ব, $f_a = 30\text{cm}$

বায়ুর সাপেক্ষে গ্লাসের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = 1.52$

বায়ুর সাপেক্ষে গ্লিসারিনের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = 1.47$

ধরি, কাচের লেন্সটির গ্লিসারিনে ফোকাস দূরত্ব = f_g

$$\therefore \frac{1}{f_g} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{f_a} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \dots\dots\dots (2)$$

(2) + (1) করে পাই,

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

$$\text{বা, } f_g = \frac{\mu_g - 1}{\mu_g - 1} \times f_a$$

$$= \frac{1.52 - 1}{1.47 - 1} \times 30$$

$$= 458.64\text{cm} > f_a$$

সুতরাং, কাচের লেন্সটির গ্লিসারিনে ফোকাস দূরত্ব বাতাসে ফোকাস দূরত্বের চেয়ে বেশি।

প্রশ্ন ২৭ একটি কোষকে 20 গুণ বিবর্ধিত করলে এটি ভালভাবে পর্যবেক্ষণ করা যায়। এই উদ্দেশ্যে কোষটিকে 2cm ফোকাস দূরত্বের একটি সমান্তরাল লেন্সের 2.47cm সামনে রাখা হল। চূড়ান্ত বিবর্ধন দেখার জন্য 10cm ফোকাস দূরত্বের অপর একটি উত্তল লেন্সকে একই অক্ষ বরাবর স্থাপন করা হবে। লেন্স দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 18cm এবং বায়ুর সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাঙ্ক $\frac{3}{2}$ ।

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

- ডিল্লেশন স্তর কী? ১
- পরম শূন্য তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহক তড়িৎ কুপরিবাহী হিসেবে কাজ করে ব্যাখ্যা করো। ২
- 2cm ফোকাস দূরত্বের লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। ৩
- কোষটিকে ভালভাবে পর্যবেক্ষণের চেষ্টা সফল হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. p-n জংশনের যে অঞ্চলে মুক্ত ইলেকট্রন ও হোল থাকে না সে অঞ্চলকে ডিপ্লেশন বলে।

খ. পরম শূন্য তাপমাত্রায় (0K) অর্ধপরিবাহকে ইলেকট্রনগুলো পরমাণুতে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে। এই তাপমাত্রায় সহযোজী অনুবন্ধনগুলো খুবই সবল হয় এবং সবগুলো যোজন ইলেকট্রনই সহযোজী অনুবন্ধন তৈরিতে ব্যস্ত থাকে। ফলে কোনো মুক্ত ইলেকট্রন থাকে না এবং অর্ধ পরিবাহক কেলাসের যোজন ব্যান্ড এই অবস্থায় পূর্ণ থাকে এবং যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তির ব্যবধান বিকট হয়। ফলে কোনো যোজন ইলেকট্রন পরিবহন ব্যান্ডে এসে মুক্ত ইলেকট্রনে পরিণত হতে পারে না। মুক্ত ইলেকট্রন না থাকার কারণে অর্ধপরিবাহক এ সময় বিশুদ্ধ অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে।

গ. দেওয়া আছে,

সমোত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 2\text{cm}$

বায়ু সাপেক্ষে কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = \frac{3}{2} = 1.5$

লেন্সের সমতল পৃষ্ঠের ব্যাসার্ধ, $r_2 = \infty$

বের করতে হবে, সমোত্তল লেন্সের উত্তল পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = ?$ আমরা জানি,

লেন্স প্রস্তুতকারকের সূত্রানুযায়ী,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{2} = \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{\infty} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{r_1} - 0 \right) = \frac{1}{2}$$

$$\therefore r_1 = 1\text{ cm}$$

অতএব, সমোত্তল লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ 1 cm। (Ans.)

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 2\text{cm}$

অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, $f_e = 10\text{cm}$

অভিলক্ষ্য হতে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_1 = 2.47\text{cm}$

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = 18\text{cm}$

ধরা যাক, অভিলক্ষ্যের বিম্বের অবস্থান v_1

$$\therefore \frac{1}{v_1} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_0}$$

$$\text{বা, } v_1 = \left(\frac{1}{f_0} - \frac{1}{u_1} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2.47} \right)^{-1} = 10.5\text{ cm}$$

অভিনেত্রের নিকট উক্ত বিষয় লক্ষ্যবস্তু মনে হবে, অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব u_2 হলে

$$u_2 = L - |v_1| = 18 - 10.5 = 7.5\text{ cm}$$

এখন, চূড়ান্ত বিম্বের অবস্থান v_2 হলে,

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

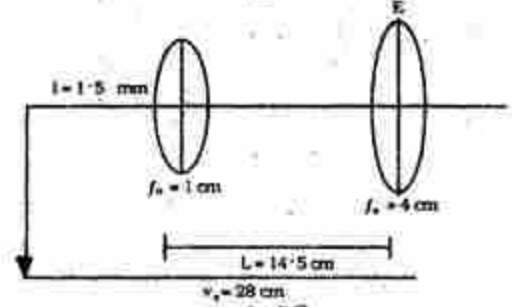
$$\text{বা, } v_2 = \left(\frac{1}{f_e} - \frac{1}{u_2} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{7.5} \right)^{-1} = 30\text{cm}$$

$$\therefore \text{বিবর্ধন } |M| = \left| \frac{v_1}{u_1} \right| \times \left| \frac{v_2}{u_2} \right| = \left| \frac{10.5}{2.47} \right| \times \left| \frac{30}{7.5} \right| = 17$$

কিন্তু উদ্দীপক অনুসারে কোষটি স্পষ্টভাবে দেখতে হলে 20 গুণ বিবর্ধিত করতে হবে এবং 25cm দূরে গঠিত হতে হবে। যেহেতু $|M| < 20$ এবং বিম্ব দূরত্ব $30\text{cm} > 25\text{cm}$ ।

সুতরাং কোষটিকে ভালভাবে পর্যবেক্ষণের প্রচেষ্টা সফল হবে না।

প্রশ্ন ২৮ চিত্রে একটি যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্র দেখানো হল:



(আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা)

ক. সুসংগত আলো কাকে বলে? ১

খ. অবতল লেন্সগঠিত প্রতিবিম্ব পর্দায় উৎপন্ন হয় কিনা? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের অভিলক্ষ্য হতে কত দূরে বস্তুটি স্থাপন করা হয়েছে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের যন্ত্রটিকে ক্ষুদ্র বস্তুটিকে 80 গুণ বড় দেখা যাবে কিনা—তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি আলোক উৎস থেকে নির্গত আলোক তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বা তরঙ্গদৈর্ঘ্য সমান, বিস্তার সমান বা প্রায় সমান এবং দশা সর্বদা পরস্পরের সাথে একই হলে বা নির্দিষ্ট দশা পার্থক্য বজায় রাখলে উক্ত উৎসদ্বয়ের আলোকে তরঙ্গকে সুসংগত আলো বলে।

খ. অবতল লেন্সের সামনে একটি লক্ষ্যবস্তু রাখলে লেন্সের সামনে একটি প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। এই গঠিত প্রতিবিম্ব অবাস্তব, সোজা এবং আকারে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট হয় এবং এই প্রতিবিম্বকে চোখে দেখা যায়, কিন্তু পর্দায় ফেলা যায় না।

গ. দেওয়া আছে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 1\text{cm}$

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

লক্ষ্যবস্তুর আকার, $l = 1.5\text{ mm}$

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = 14.5\text{cm}$

অভিনেত্র থেকে চূড়ান্ত প্রতিবিম্বের দূরত্ব $v_e = 28\text{cm}$

বের করতে হবে, লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান, $u_0 = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{v_e} + \frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e}$$

$$\text{বা, } u_e = \left(\frac{1}{f_e} - \frac{1}{v_e} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{-28} \right)^{-1} = 3.5\text{ cm}$$

অভিলক্ষ্য থেকে বিম্বের অবস্থান v_0 হলে,

$$v_0 = L - u_e = 14.5 - 3.5\text{cm} = 11\text{cm}$$

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

$$\text{বা, } u_0 = \left(\frac{1}{f_0} - \frac{1}{v_0} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{11} \right)^{-1} = 1.1\text{ cm (Ans.)}$$

ঘ. 'গ' অংশ হতে পাই,

লক্ষ্য বস্তুর অবস্থান, $u_0 = 1.1\text{cm}$

অভিলক্ষ্যের ক্ষেত্রে বিম্বের অবস্থান, $v_0 = 11\text{cm}$

অভিনেত্রের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান, $u_e = 3.5\text{ cm}$

চূড়ান্ত বিম্বের অবস্থান, $v_e = -28\text{cm}$

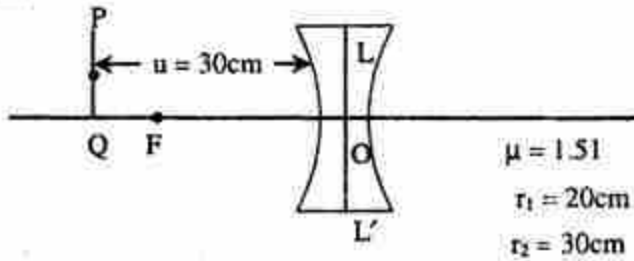
মোট বিবর্ধন m হলে,

$$|M| = \left| \frac{v_0}{u_0} \right| \times \left| \frac{v_e}{u_e} \right|$$

$$= \left| \frac{11}{1.1} \right| \times \left| \frac{-28}{3.5} \right|$$

$$= 80$$

সুতরাং, যন্ত্রটিতে ক্ষুদ্র বস্তুটি 80 গুণ বড় দেখা যাবে।



একটা লক্ষ্যবস্তুকে অবতল লেন্স হতে 30cm দূরে রাখা হয়েছে। লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক 1.51 এবং বক্রতার ব্যাসার্ধদ্বয় r_1 ও r_2 ।

(ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা)

- ক. ফার্মাটের নীতি লিখ। ১
- খ. কেন সবু প্রিজমের বিচ্যুতি কোণ আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্দীপক হতে প্রতিবিম্বের দূরত্ব নির্ণয় কর এবং এর প্রকৃতি কীরূপ? ৩
- ঘ. যদি লেন্সটিকে কোনো মাধ্যমে প্রবেশ করানো হয় তবে এর ক্ষমতা $-2D$ হয়। মাধ্যমটির প্রতিসরাঙ্ক কত হবে? ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোক রশ্মি এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাওয়ার সময় সম্ভাব্য সকল পথের মধ্যে সেই পথ অনুসরণ করে যে পথে সময় সব থেকে কম লাগে।

খ. সবু প্রিজমের ক্ষেত্রে আপতন কোণ (i_1) ক্ষুদ্র হলে নির্গমন কোণও (i_2) ক্ষুদ্র হয়। $\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$ সূত্রানুসারে এতে r_1 এবং r_2 ও ক্ষুদ্র মানের হয়।

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

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

$$\therefore \text{বিচ্যুতি } \delta = i_1 + i_2 - A = \mu r_1 + \mu r_2 - A = \mu (r_1 + r_2) - A$$

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

A ও μ ধ্রুবমানের হওয়ায় স্পষ্টত যে, সবু প্রিজমের ক্ষেত্রে (আপতন কোণ ক্ষুদ্র মানের হলে) বিচ্যুতি কোণ ধ্রুবমানের হয় এবং তা আপতন কোণের ওপর নির্ভর করে না।

গ. দেওয়া আছে, লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = 1.51$

তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r_1 = -20 \text{ cm}$, $r_2 = +30 \text{ cm}$

লেন্স হতে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u = 30 \text{ cm}$

বের করতে হবে, প্রতিবিম্বের অবস্থান, $v = ?$

আকৃতি বা বিবর্ধন, $m = ?$

এবং প্রকৃতি = ?

$$\text{লেন্সের ফোকাস দূরত্ব } f \text{ হলে, } \frac{1}{f} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$= (1.51 - 1) \left(-\frac{1}{20 \text{ cm}} - \frac{1}{30 \text{ cm}} \right) = -0.0425 \text{ cm}^{-1}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = -0.0425 \text{ cm}^{-1} - \frac{1}{30 \text{ cm}}$$

$$= -0.07583 \text{ cm}^{-1}$$

$$\therefore v = (-0.07583 \text{ cm}^{-1})^{-1} = -13.19 \text{ cm}$$

সুতরাং প্রতিবিম্বের অবস্থান : লেন্সের যে পাশে লক্ষ্যবস্তু অবস্থিত সে পাশে লেন্স হতে 13.19cm দূরে।

$$\text{রৈখিক বিবর্ধন, } m = -\frac{v}{u} = -\frac{-13.19 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 0.44$$

রৈখিক বিবর্ধনের সাংখ্যিক মান 1 অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর হওয়ায় প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় খর্বাকার। ইহাই আকৃতি। প্রতিবিম্বটি অবাস্তব। বিবর্ধন m ধনাত্মক পাওয়ায় প্রতিবিম্বটি সোজা।

\therefore প্রতিবিম্বের প্রকৃতি : অবাস্তব ও সোজা।

ঘ. লেন্সের উপাদান ও জ্যামিতিক আকার-আকৃতি পরিবর্তন না করলে বায়ু মাধ্যম এর ফোকাস দূরত্ব ও ক্ষমতার কোনো পরিবর্তন ঘটবে না। তবে লেন্সটিকে অন্য কোনো মাধ্যমে রাখলে এর আপেক্ষিক প্রতিসরাঙ্কের পরিবর্তন ঘটায় ক্ষমতারও পরিবর্তন ঘটবে। তখন উদ্দিষ্ট মাধ্যমের পরম প্রতিসরাঙ্ক μ' হলে,

$$\text{লেন্সের ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f} = \left(\frac{\mu}{\mu'} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\text{বা, } -2D = \left(\frac{1.51}{\mu'} - 1 \right) \left(\frac{-1}{20 \text{ cm}} - \frac{1}{30 \text{ cm}} \right)$$

$$= \left(\frac{1.51}{\mu'} - 1 \right) \left(-\frac{1}{12} \text{ cm}^{-1} \right)$$

$$\text{বা, } \left(\frac{1.51}{\mu'} - 1 \right) \left(-\frac{1}{12} \times 100 \text{ m}^{-1} \right) = -2 \text{ m}^{-1}$$

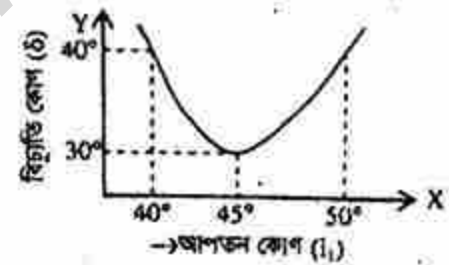
$$\text{বা, } \frac{1.51}{\mu'} - 1 = \frac{-2 \text{ m}^{-1}}{-\frac{1}{12} \times 100 \text{ m}^{-1}} = 0.24$$

$$\text{বা, } \frac{1.51}{\mu'} = 1 + 0.24$$

$$\text{বা, } \mu' = \frac{1.51}{1.24} = 1.218$$

সুতরাং লেন্সটিকে $-2D$ ক্ষমতা বিশিষ্ট অবতল লেন্সে পরিণত করার জন্য একে 1.218 পরম প্রতিসরাঙ্ক বিশিষ্ট মাধ্যমে রাখতে হবে।

প্রশ্ন ৩০



(ঢাকা কলেজ, ঢাকা)

- ক. তরঙ্গামুখ কাকে বলে? ১
- খ. “লেন্সের ফোকাস দূরত্ব এর চারপাশের মাধ্যমের উপর নির্ভর করে” ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রিজমটির উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত তিনটি আপতন কোণের জন্য স্ব স্ব নির্গত কোণের মান ভিন্ন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তরঙ্গের যে রেখা বা তল বরাবর সবগুলো কণা সমদশাসম্পন্ন তাকে ঐ তরঙ্গের তরঙ্গামুখ বলে।

খ. আমরা জানি, কোন লেন্সের ফোকাস দূরত্বের সমীকরণ হল—

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) : \text{যেখানে } \mu \text{ হলো চারপাশের মাধ্যমের}$$

সাপেক্ষে লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক।

অর্থাৎ লেন্সের ফোকাস দূরত্ব লেন্সের মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের উপর নির্ভর করে। আর, যেহেতু কোন মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক তার আশেপাশের মাধ্যমের উপর নির্ভর করে। তাই লেন্সের ফোকাস দূরত্বও আশেপাশের মাধ্যমের উপর নির্ভর করে।

গ. ১৪(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. ১৪(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ৩১ একটি উভোত্তল লেন্সের দুই পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 15cm এবং 30cm। লেন্সটির সামনে 60cm দূরে বস্তু স্থাপন করলে লেন্সের পেছনে 30cm দূরে বিম্ব গঠিত হয়। পানির প্রতিসরাংক $\frac{4}{3}$ ।

[ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা]

- ক. ফার্মাটের নীতি বিবৃত করো? ১
খ. একটি চশমার ক্ষমতা +4D-এর অর্থ কী? ২
গ. লেন্সটির উপাদানের প্রতিসরাংক কত হবে নির্ণয় করো। ৩
ঘ. লেন্সটি পানিতে নিমজ্জিত করলে এর ক্ষমতা একই থাকবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোক রশ্মি এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাওয়ার সময় সম্ভাব্য সকল পথের মধ্যে সেই পথ অনুসরণ করে যে পথে সময় সব থেকে কম লাগে।

খ. এখানে, $P = +4 D$ ।

$$\therefore f = +\frac{1}{4}m = +0.25m$$

তা হল 'চশমার ক্ষমতা +4 D কথাটির অর্থ হলো: ব্যবহৃত লেন্সটি উত্তল এবং এর ফোকাস দূরত্ব 0.25m।

গ. ১১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 1.5

ঘ. ৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $f_w = 4f$

প্রশ্ন ৩২ বায়ুতে স্থাপিত একটি 1.5 প্রতিসরাংকের কাচের তৈরী উভোত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6 cm ও 12 cm।

[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট হাইস্কুল, ঢাকা]

- ক. প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ কী? ১
খ. আপতন কোণ 0° বা 90° হলে প্রতিসরাংক নির্ণয় করা অসম্ভব— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. বায়ুতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব কত? ৩
ঘ. লেন্সটিকে পানিতে স্থাপন করলে ফোকাস দূরত্বের কী পরিবর্তন হবে?—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ($\mu_w = 1.33$)। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রিজমের মধ্য দিয়ে আলো প্রতিসরণের সময় আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য বিচ্যুতি কোণ সর্বনিম্ন হয়, যা অপেক্ষা কম মানের বিচ্যুতি পাওয়া কখনোই সম্ভব নয়। বিচ্যুতি কোণের এ সর্বনিম্ন মানকে ন্যূনতম বিচ্যুতি বলে।

খ. একটি স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যম হতে আলোকরশ্মি যখন অপর একটি স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে প্রথম মাধ্যম সাপেক্ষে ২য় মাধ্যমের প্রতিসরাংক বলে।

প্রতিসরণের বেলায় $i = 0^\circ$ হলে $r = 0^\circ$ হয়। তখন $\sin 0^\circ / \sin 0^\circ$ অনুপাতটি অসংজ্ঞায়িত মান প্রকাশ করে। যদিও প্রতিসরাংক সব সময়ই সসীম রাশি।

আবার, $i = 90^\circ$ হলে, আপতিত রশ্মি বিভেদতল ঘেঁষে চলে যাবে। এক্ষেত্রে আলোর প্রতিসরণ ঘটবে না। কোনো প্রতিসরণ কোণ পাওয়া যাবে না। ফলে প্রতিসরাংক নির্ণয় করা সম্ভব নয়। অতএব, আপতন কোণ 0° বা 90° হলে প্রতিসরাংক নির্ণয় করা অসম্ভব।

গ. দেওয়া আছে, লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাংক, $\mu = 1.5$

বক্রতার ব্যাসার্ধদ্বয় $r_1 = +6 \text{ cm}$, $r_2 = -12 \text{ cm}$

বের করতে হবে, বায়ুতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f_a = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } \frac{1}{f_a} &= (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \\ &= (1.5 - 1) \left(\frac{1}{6 \text{ cm}} - \frac{1}{-12 \text{ cm}} \right) \\ &= 0.125 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$

$$\therefore f_a = \frac{1}{0.125 \text{ cm}^{-1}} = 8 \text{ cm (Ans.)}$$

ঘ. যেহেতু পানির পরম প্রতিসরাংক, $\mu_w = 1.33$

তাই লেন্সটিকে পানিতে স্থাপন করলে পানির সাপেক্ষে এর উপাদানের

$$\text{প্রতিসরাংক } {}_w\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.5}{1.33} = 1.128$$

\therefore পানিতে স্থাপন করায় লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব f_w হলে,

$$\begin{aligned} \frac{1}{f_w} &= ({}_w\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \\ &= (1.128 - 1) \left(\frac{1}{6 \text{ cm}} - \frac{1}{-12 \text{ cm}} \right) \\ &= 0.032 \text{ cm}^{-1} \end{aligned}$$

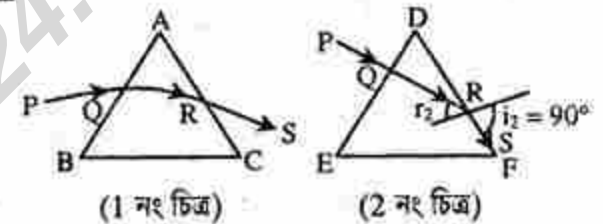
$$\therefore f_w = \frac{1}{0.032 \text{ cm}^{-1}} = 31.25 \text{ cm}$$

সুতরাং পানিতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব 31.25 cm

$$\text{লক্ষ করি, } \frac{f_w}{f_a} = \frac{31.25 \text{ cm}}{8 \text{ cm}} = 3.90625 \approx 4$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল যে, পানিতে স্থাপন করায় লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব পূর্বের তুলনায় প্রায় 4 গুণ হবে।

প্রশ্ন ৩৩



$$\text{সমবাহু প্রিজম } \mu = \frac{3}{2}$$

[মতিঝিল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. বিচ্যুতি কোণ কাকে বলে? ১
খ. প্রতিসরাংক আলোর বর্ণের উপর নির্ভরশীল— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. 1 নং চিত্র হতে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. আলোক রশ্মি যদি 2 নং চিত্র অনুযায়ী গমন করে তবে, 1 নং প্রিজম ব্যবহার করা সম্ভব কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে উত্তর দাও। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রিজমের ক্ষেত্রে ২য় প্রতিসারক তল হতে নির্গত রশ্মি এবং প্রথম প্রতিসারক তলের আপতন রশ্মির মধ্যকার কোণ হচ্ছে বিচ্যুতি।

খ. কোনো একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি একটি স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যম হতে অপর একটি স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যমে প্রবেশকালে আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে উক্ত বর্ণের আলোকরশ্মির জন্য প্রথম মাধ্যম সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরাংক বলে। একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং নির্দিষ্ট আপতন কোণের জন্য বিভিন্ন বর্ণের আলোর ক্ষেত্রে বিভিন্ন প্রতিসরণ কোণ পাওয়া যায়, কারণ বিভিন্ন বর্ণের আলোকরশ্মি বিভিন্ন মানের কোণে বিচ্যুত হয়। তাই একেক বর্ণের আলোকরশ্মির জন্য $\frac{\sin i}{\sin r} (= \mu)$

অনুপাতের মান একেক রকম হয়। এ সকল কারণে, একই মাধ্যমের প্রতিসরাংক ভিন্ন ভিন্ন রঙের জন্য বিভিন্ন হয়।

গ. ১ (গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 37.18°

উদ্দীপক হতে আমরা পাই,
প্রিজমটি সমবাহু প্রিজম। সমবাহু প্রিজমের প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$
অর্থাৎ আপতন কোণ, $r_2 = 90^\circ - 30^\circ$
 $= 60^\circ$

এখন উদ্দীপকের প্রিজমের ক্ষেত্রে সংকট কোণ,

$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \right)$$

$$\therefore \theta_c = 41.81^\circ$$

কিন্তু আপতন কোণ, $\theta_c = 41.81^\circ$ অপেক্ষা বড় হলে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে। এখানে $r_2 = 60^\circ$ যা θ_c অপেক্ষা বৃহত্তর। এখানে 1নং প্রিজম ব্যবহার করা সম্ভব না।

প্রঃ ৩৪ পাট গাছের পাতা থেকে চা তৈরির গবেষণায় বাংলাদেশের সাফল্যভূষা স্মরণযোগ্য। একই গবেষণাগারে পাট গাছকে আরও লম্বা করার গবেষণায় লগ্ন জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের 2.2cm সামনে 1mm দৈর্ঘ্যের পাটের 'এক্সপ্লান্ট' রেখে অভিনেত্র থেকে স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম বিন্দুতে প্রতিবিম্ব পর্যবেক্ষণ করে। সে 100mm দৈর্ঘ্যের প্রতিবিম্ব পর্যবেক্ষণ করতে চেয়েছিল। অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 2cm এবং 3cm।

[মাইলস্টোন কলেজ]

- ক. আলোক বিচ্ছুরণ কাকে বলে? ১
খ. কাচের প্রতিসরাঙ্ক 1.5 বলতে কী বোঝায়?— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. অণুবীক্ষণ যন্ত্রের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩
ঘ. লগ্ন প্রত্যাশিত প্রতিবিম্ব পেয়েছিল কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাদা আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণের আলোতে বিভক্ত হওয়াকে আলোকের বিচ্ছুরণ বলে।

খ বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাঙ্ক 1.5 বলতে বুঝায় যে, আলোক রশ্মি বায়ু হতে কাচে প্রতিসৃত হলে আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত 1.5 হবে।

$$\mu_g = \frac{\sin i}{\sin r}$$

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

গ

এখন,

$$\frac{1}{f_0} = \frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1}$$

$$\text{বা, } v_1 = 22\text{cm}$$

$$\text{আবার, } \frac{1}{f_c} = \frac{1}{u_2} + \frac{1}{v_2}$$

$$\text{বা, } u_2 = 2.68\text{ cm}$$

$$\therefore \text{যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, } L = |u_2| + |v_1|$$

$$= 22 + 2.68$$

$$= 24.68\text{ cm (Ans.)}$$

ঘ

বিবর্তন,

$$M = m_1 \times m_2$$

$$M = \left(-\frac{v_1}{u_1} \right) \times \left(1 - \frac{v_2}{f_c} \right)$$

$$= \left(-\frac{22}{2.2} \right) \times \left(1 - \frac{-25}{3} \right)$$

$$= -93.33$$

এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা উল্টো বিম্ব বোঝানো হচ্ছে।

এখানে,

$$\text{অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, } f_0 = 2\text{cm}$$

$$\text{অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব, } f_c = 3\text{cm}$$

$$\text{লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, } u_1 = 2.2\text{cm}$$

$$\text{বিম্বের দূরত্ব, } v_2 = -25\text{cm}$$

$$\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, } l = 1\text{mm}$$

$$\text{বিম্বের দূরত্ব, } v_2 = -25\text{cm}$$

$$\text{'গ' হতে, } v_1 = 22\text{cm}$$

$$\text{বিম্বের দৈর্ঘ্য, } l' = ?$$

$$\therefore |M| = \frac{l'}{l}$$

$$\text{বা, } l' = |M| \times l$$

$$= 93.33 \times 1$$

$$= 93.33\text{ mm}$$

অর্থাৎ, 100mm বিম্ব দেখতে পায়নি।

প্রঃ ৩৫ বায়ুতে একটি লেন্সের 10cm সামনে বস্তু রাখলে 30cm দূরে অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। পানি ও লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 4/3 এবং 1.5। লেন্সটিতে পানিতে ডুবিয়ে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করার চেষ্টা করা হলো।

[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট কলেজ]

- ক. অপবর্তন কাকে বলে? ১
খ. গ্রেটিং ধুবক ব্যাখ্যা করে একক দৈর্ঘ্যে চিহ্নের সংখ্যার সাথে সম্পর্ক দেখাও। ২
গ. বায়ুতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কত? ৩
ঘ. পানিতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্বের কতটুকু পরিবর্তন হবে? ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তীক্ষ্ণ ধার ঘেঁষে যাবার সময় বা সবু ছিদ্র দিয়ে যাবার সময় আলো কিছুটা বেঁকে যাওয়ার ধর্মকে অপবর্তন বলে।

খ ধরা যাক, একটি অপবর্তন গ্রেটিং এর প্রতিটি চিহ্নের প্রস্থ = a এবং প্রতিটি দাগের প্রস্থ = b; তদুপরি, $a + b = d$
এখানে, d-কে গ্রেটিং ধুবক বা গ্রেটিং উপাদান বলে।

ধরা যাক, একটি গ্রেটিং এর গ্রেটিং ধুবক = d cm এবং একক দৈর্ঘ্যে চিহ্নের সংখ্যা = N

তাহলে, d cm দৈর্ঘ্যের মধ্যে চিহ্নের সংখ্যা 1

$$\therefore 1\text{ cm দৈর্ঘ্যের মধ্যে চিহ্নের সংখ্যা } \frac{1}{d}$$

$$\therefore N = \frac{1}{d} \text{ বা, } N = \frac{1}{a+b} \text{ বা, } a+b = \frac{1}{N}$$

গ দেওয়া আছে,

$$\text{লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান, } u = 10\text{cm}$$

$$\text{অবাস্তব বিম্বের অবস্থান, } v = -30\text{cm}$$

বের করতে হবে, লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $f = ?$

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

$$\text{বা, } f = \left(\frac{1}{v} + \frac{1}{u} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{-30} + \frac{1}{10} \right)^{-1}$$

$$\therefore f = 15\text{cm (Ans.)}$$

ঘ ৭(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রঃ ৩৬ হাবুন বায়ুতে কাচের তৈরি একটি উভোত্তল লেন্স নিয়ে কাজ করছিল যার বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 7.5cm এবং 15cm। $a^u g = \frac{3}{2}$

$$\text{এবং } a^u w = \frac{4}{3} \text{।}$$

[নিউর ডেম কলেজ, ময়মনসিংহ]

- ক. হল বিভব কী? ১
খ. কোনো লেন্সের ক্ষমতা -2.5D বলতে কী বোঝায়? ২
গ. বায়ুতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩
ঘ. লেন্সটিকে পানিতে নিমজ্জিত করলে এর ক্ষমতা কি পরিমাণ বৃদ্ধি বা হ্রাস পাবে— তা গাণিতিকভাবে বের করো। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তড়িৎবাহী পরিবাহককে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে তড়িৎপ্রবাহ ও চৌম্বকক্ষেত্র উভয়ের সাথে লম্ব বরাবর যে বিভব পার্থক্যের সৃষ্টি হয় তাকে হল বিভব পার্থক্য বলে।

খ -2.5D বলতে বোঝায় লেন্সটি অবতল এবং এটি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল এক গুচ্ছ আলোক রশ্মিকে এমনভাবে অপসারী করে যেন মনে হয় এগুলো লেন্স থেকে $\frac{1}{2.5}$ বা 0.4m দূরের কোনো বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে।

গ ৭(গ) নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। (অধ্যায়-০৬) উত্তর: 10 cm

ঘ ৩(ঘ) নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। (অধ্যায়-০৬)

উত্তর: $f_w = 4f_a$ বা পানিতে ফোকাস দূরত্ব চারগুণ হবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৭ পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একটি সমবাহু প্রিজম নিয়ে কাজ করছিল। এতে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ পাওয়া গেল 30° । এরপর প্রিজমটি পানিতে নিমজ্জিত করে পুনরায় ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ নির্ণয় করল। পানির প্রতিসরাঙ্ক $4/3$ ।

[কার্টনমেইট পারদীপক স্কুল ও কলেজ, মোমেনশাহী]

ক. বিচ্যুতি কোণ কাকে বলে? ১

খ. উত্তল লেন্সকে কখন সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র বলা হয়? ২

গ. ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে প্রথম পৃষ্ঠে প্রতিসরণ কোণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. পানিতে নিমজ্জিত করার পর ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

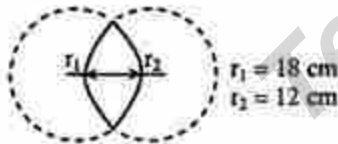
ক. প্রিজমের ২য় প্রতিসারক তল হতে নির্গত রশ্মি এবং প্রথম প্রতিসারক তলের আপতন রশ্মির মধ্যবর্তী কোণকে বিচ্যুতি বলে।

খ. ক্ষুদ্র লেখা বা বস্তুকে স্পষ্ট দেখার জন্য ক্ষুদ্র ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়। ফ্রেমে আবদ্ধ ক্ষুদ্র ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্সকে বলা হয় সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্র। সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন খুব বেশি হয় না। তাই অতি ক্ষুদ্র বস্তু পর্যবেক্ষণে এটি ব্যবহৃত হয় না।

গ. ১৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ. ১৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৩৮ রাইন পার্শ্বের উত্তল লেন্সটিকে পরীক্ষাগারে টেবিলের উপর রেখে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় করলো। সে এরপর লেন্সটিকে পানিতে রেখে এর ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় করে ভিন্ন মান পেল ($\mu_g = 1.5$ এবং $\mu_w = 1.33$)।



[রাজশাহী সরকারি মহিলা কলেজ, রাজশাহী]

ক. পয়েন্টিং ভেক্টর কী? ১

খ. আকাশে উড়ন্ত উড়োজাহাজ ছোট মনে হয় কেন? ২

গ. বায়ুতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব কত? ৩

ঘ. লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব বায়ু ও পানিতে ভিন্ন হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গে শক্তি প্রবাহের মান ও দিক যে ভেক্টরের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় তাকে পয়েন্টিং ভেক্টর বলে।

পয়েন্টিং ভেক্টর, $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$

খ. কোনো বস্তু ছোট না বড় মনে হবে তা নির্ভর করে চোখের রেটিনায় গঠিত বীক্ষণ কোণের ওপর। বীক্ষণ কোণ বড় হলে বস্তু বড় দেখায় এবং বীক্ষণ কোণ ছোট হলে বস্তু ছোট দেখায়। আকাশে উড়ন্ত উড়োজাহাজ চোখ হতে অনেক দূরে অবস্থিত। উড়োজাহাজটি চোখের রেটিনায় অত্যন্ত ক্ষুদ্রমানের বীক্ষণ কোণ উৎপন্ন করে বলে একে ছোট মনে হয়।

গ. ৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 14.4 cm

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে পানির প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_w = 1.33$

বায়ুতে লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = 1.5$

পানিতে লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_{wg} = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.5}{1.33} = 1.125$

ধরা যাক, বায়ুতে ও পানিতে লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে

f_a ও f_w

আমরা জানি,

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

$$\text{এবং } \frac{1}{f_w} = (\mu_{wg} - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \dots\dots\dots (ii)$$

(i) ও (ii) নং সমীকরণ থেকে পাই,

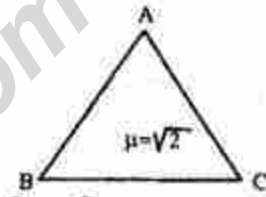
$$\frac{f_w}{f_a} = \frac{\mu_w - 1}{\mu_g - 1} = \frac{1.5 - 1}{1.125 - 1} = 4$$

বা, $f_w = 4f_a$

$\therefore f_w \neq f_a$

সুতরাং বায়ুতে লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক ও পানিতে লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক ভিন্ন হওয়ায়, বায়ু অপেক্ষা পানিতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ভিন্ন হয়।

প্রশ্ন ▶ ৩৯ চিত্রটি লক্ষ করো।



চিত্রে প্রিজমটিতে $AB = BC = CA$

[সরকারি শহীদ বুলবুল কলেজ, পাবনা]

ক. পরম প্রতিসরাঙ্ক কী? ১

খ. আলোর প্রতিসরণের সময় আলোক রশ্মি দিক পরিবর্তন করে কেন? ২

গ. উদ্দীপকের প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের প্রিজমটির প্রথম পৃষ্ঠে আলোক রশ্মি $\frac{\pi}{4}$ কোণে আপতিত হলে এটি ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণে নির্গত হবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোক রশ্মি যখন শূন্য মাধ্যম থেকে অন্য কোন মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে ঐ রঙের জন্য ঐ মাধ্যমের পরম প্রতিসরাঙ্ক বলে।

খ. আলোক রশ্মি কোনো স্বচ্ছ সমসত্ত্ব মাধ্যমে সরলরেখায় চলে। কিন্তু আলো যখন এক আলোকীয় মাধ্যম থেকে অন্য কোন মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন মাধ্যমদ্বয়ে বিভেদ তলে এর গতিপথ পরিবর্তিত হয় এবং আলোক রশ্মি বেঁকে যায়। মাধ্যমদ্বয়ের ঘনত্বের তারতম্যের জন্য এই পরিবর্তন সাধিত হয়। বিভিন্ন মাধ্যমে আলোর বেগ বিভিন্ন।

গ. ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: $\delta_m = 30^\circ$

ঘ. দেওয়া আছে,

$$\text{আপতন কোণ, } i_1 = \frac{\pi}{4} = 45^\circ$$

$$\text{প্রিজমের প্রতিসরাঙ্ক, } \mu = \sqrt{2}$$

'গ' হতে পাই,

$$\text{ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ, } \delta_m = 30^\circ$$

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } r_1 = \sin^{-1} \left(\frac{\sin i}{\mu} \right)$$

$$\text{বা, } r_1 = \sin^{-1} \left(\frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{2}} \right)$$

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

$$\text{আবার, } r_1 + r_2 = A$$

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

$\therefore r_1 = r_2$; যা ন্যূনতম বিচ্যুতির শর্ত, অতএব আলোক রশ্মি উক্ত প্রিজমে $\left(\frac{\pi}{4}\right)$ কোণে আপতিত হলে এটি ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণে নির্গত হবে।

প্রশ্ন ৪০ একজন ছাত্র ল্যাবরেটরিতে কাঁচের তৈরি একটি দ্বি-উত্তল লেন্সের বাতাসে ফোকাস দূরত্ব ও প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 10 cm ও 1.55 পরিমাপ করল। অতঃপর সে লেন্সটিকে পানিতে ডুবিয়ে পরীক্ষাটি পুনরায় করল। ছাত্রটির জানা ছিল পানির পরম প্রতিসরণাঙ্ক 1.33। দ্বিতীয় পরীক্ষায় সে লেন্সটির ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করো।

[নতুন সরকারি কলেজ, লাকসাম, কুমিল্লা]

- ক. লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কাকে বলে? ১
- খ. একটি উত্তল লেন্সকে লেন্সের উপাদানের পরম প্রতিসরণাঙ্ক হতে অধিকতর পরম প্রতিসরণাঙ্কর কোন তরলে নিমজ্জিত করলে কী-ঘটবে? ২
- গ. ছাত্রটির পর্যবেক্ষণকৃত ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন কেমন ছিল? ৩
- ঘ. পানিতে নিমজ্জনের পর লেন্সটির ফোকাস দূরত্বের কেন এবং কীরূপ পরিবর্তন ঘটেছিল সে সম্পর্কে যথাযথ চিত্রসহ যৌক্তিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে। ফোকাস দূরত্বকে f দ্বারা সূচিত করা হয়।

খ. একটি উত্তল লেন্সকে তার পরম প্রতিসরণাঙ্কের চেয়ে অধিক পরম প্রতিসরণাঙ্ক বিশিষ্ট তরলে নিমজ্জিত করলে, যদি তরলের সাপেক্ষে লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক μ_g হয়, তবে,

$$\mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_l} < 1 \quad [\text{যেহেতু, } \mu_g < \mu_l]$$

সুতরাং উক্ত তরল লেন্সের ক্ষমতা P হলে,

$$P = \frac{1}{f} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) < 0$$

$$\text{বা, } P < 0$$

অর্থাৎ তরলে লেন্সটির ক্ষমতা ঋণাত্মক হবে। সুতরাং একটি উত্তল লেন্সকে এর চেয়ে অধিক পরম প্রতিসরণাঙ্ক বিশিষ্ট তরলে নিমজ্জিত করলে লেন্সটি অবতল লেন্স হিসেবে কাজ করবে।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{বাতাসে লেন্সের প্রতিসরণাঙ্ক, } \mu_g = 1.55$$

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

$$\therefore \text{পানিতে লেন্সের প্রতিসরণাঙ্ক, } \mu_g = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.55}{1.33} = 1.165$$

বাতাসে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, f_g এবং পানিতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f_w হলে -

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

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

$$\therefore \frac{f_w}{f_g} = \frac{\mu_g - 1}{\mu_g - 1} = \frac{1.55 - 1}{1.165 - 1} = 3.3$$

$$\text{বা, } f_w = 3.3 \times f_g$$

সুতরাং, পর্যবেক্ষণকৃত ফোকাস দূরত্ব, পূর্বের তুলনায় 3.3 গুণ হবে।

ঘ. "গ" অংশ হতে দেখা যায়,

পানিতে নিমজ্জিত অবস্থায় লেন্সটির ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে এবং ফোকাস দূরত্ব বায়ুতে ফোকাস দূরত্বের 3.33 গুণ হবে।

উদ্দীপক অনুসারে,

$$\text{বায়ুতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, } f_g = 10 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{পানিতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, } f_w = 3.3 f_g = 33 \text{ cm}$$

ফোকাস দূরত্বের এই পরিবর্তনের কারণ লেন্সের প্রতিসরণাঙ্ক।

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

উক্ত সমীকরণ থেকে স্পষ্ট যে, লেন্সের ফোকাস দূরত্ব লেন্সের প্রতিসরণাঙ্কের উপর নির্ভরশীল। প্রতিসরণাঙ্কের বেশি হলে ফোকাস দূরত্ব কম হয়। আবার প্রতিসরণাঙ্ক কম হলে ফোকাস দূরত্ব বৃদ্ধি পায়।

$$\text{যেহেতু, বাতাসে লেন্সের প্রতিসরণাঙ্ক, } \mu_g = 1.55$$

$$\text{এবং পানিতে লেন্সের প্রতিসরণাঙ্ক, } \mu_w = 1.17 < \mu_g$$

সুতরাং বায়ু অপেক্ষা পানিতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বেশি হবে।

প্রশ্ন ৪১ 1.8 প্রতিসরণাঙ্ক বিশিষ্ট কোন উপাদান দিয়ে তৈরি সমবাহু প্রিজম এর বায়ুমাধ্যমের জন্য ন্যূনতম বিচ্যুতি পাওয়া যায় 38° এরপর প্রিজমটিকে একটি গ্লিসারিন মাধ্যমে রাখা হয়। গ্লিসারিনের প্রতিসরণাঙ্ক = 1.47।

[সিনেট সরকারি কলেজ, সিলেট]

- ক. ডোপিং কী? ১
- খ. বস্তু কখন তরঙ্গের ন্যায় আচরণ করে? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. বায়ু মাধ্যমে ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে আপতন ও নির্গমন কোণ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. বেফটকারী মাধ্যমের পরিবর্তনের জন্য প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ করো। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধির উদ্দেশ্যে চতুর্থোজী অর্ধপরিবাহীর মধ্যে পঞ্চাযোজী বা ত্রিযোজী পদার্থের পরমাণু মেশানোর প্রক্রিয়াকে ডোপিং বলে।

খ. দ্যা ব্রগলীর মতবাদ অনুসারে m ভরের কোনো বস্তুর তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে,

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

সমীকরণ হতে দেখা যায়, ক্ষুদ্র ভরের কণার জন্য তরঙ্গ দৈর্ঘ্য লক্ষণীয় হয়। ফলে এর আচরণকে তরঙ্গ হিসেবে বিবেচনা করা যায়। কিন্তু অধিক ভরের বস্তুর জন্য λ নগণ্য হয়। ফলে এর আচরণকে তরঙ্গ হিসেবে বিবেচনা করা যায় না, কণা হিসেবে বিবেচ্য হয়।

গ. ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে আপতন কোণ, i_1 হলে

$$\begin{aligned} i_1 &= \frac{A + \delta_m}{2} \\ &= \frac{60^\circ + 38^\circ}{2} \\ &= 49^\circ \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে,} \\ \text{প্রিজমকোণ, } A &= 60^\circ \\ \text{ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ, } \delta_m &= 38^\circ \end{aligned}$$

ন্যূনতম বিচ্যুতি অবস্থানে নির্গমন কোণ, i_2 = আপতনকোণ, i_1 = 49° (Ans.)

৬। প্রিজমকে গ্লিসারিনে রাখলে গ্লিসারিনের সাপেক্ষে প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, ${}_g\mu_s$ হলে,

$${}_g\mu_s = \frac{\mu_s}{\mu_g} = \frac{1.8}{1.47} = 1.224$$

এখানে,
বায়ু মাধ্যমে প্রিজম উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_s = 1.8$
বায়ু মাধ্যমে গ্লিসারিনের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_g = 1.47$

∴ গ্লিসারিন মাধ্যমে প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ δ_{m_2} হলে,

$${}_g\mu_s = \frac{\sin \frac{A + \delta_{m_2}}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

$$\text{বা, } \sin \frac{A + \delta_{m_2}}{2} = {}_g\mu_s \sin \frac{A}{2}$$

$$\text{বা, } \frac{A + \delta_{m_2}}{2} = \sin^{-1} \left({}_g\mu_s \sin \frac{A}{2} \right)$$

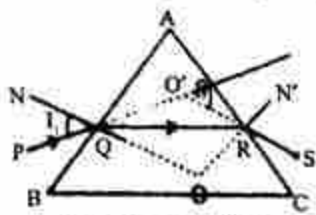
$$\begin{aligned} \therefore \delta_{m_2} &= 2 \left[\sin^{-1} \left({}_g\mu_s \sin \frac{A}{2} \right) - \frac{A}{2} \right] \\ &= 2 \left[\sin^{-1} \left(1.224 \times \sin \frac{60^\circ}{2} \right) - \frac{60^\circ}{2} \right] \\ &= 2 \left[\sin^{-1} (0.612) - 30^\circ \right] \\ &= 2(37.73^\circ - 30^\circ) \\ &= 15.47^\circ \end{aligned}$$

কিন্তু বায়ু মাধ্যমে প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ ছিল, $\delta_{m_1} = 38^\circ$.

$$\therefore \delta_{m_1} \neq \delta_{m_2}$$

অর্থাৎ, বেস্টনকারী মাধ্যমের পরিবর্তনের জন্য প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ পরিবর্তিত হয়।

প্রঃ ৪২। নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



(এম সি একাডেমী (মডেল স্কুল এন্ড কলেজ), সিলেট)

- ক. প্রিজম কী? ১
- খ. ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. $A = 60^\circ$ এবং ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ $\delta_m = 30^\circ$ হলে প্রিজম পদার্থের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের প্রিজমটি সরু হলে দেখাও যে বিচ্যুতি কোণ, প্রিজম কোণ এবং তার উপাদানের প্রতিসরাঙ্কের উপর নির্ভর করে। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি স্বচ্ছ বস্তুকে যদি ছয়টি আয়তক্ষেত্রিক তল দ্বারা এমনভাবে সীমাবদ্ধ করা হয় যে, যে কোনো দুই জোড়া বিপরীত তল সমান্তরাল, কিন্তু অপর দুটি তল সমান্তরাল না হয়ে পরস্পর আনত অবস্থায় থাকে তাহলে তাকে প্রিজম বলে।

খ. প্রিজমে প্রথম পৃষ্ঠে আপতন কোণ খুব ক্ষুদ্র মানের হলে বিচ্যুতি কোণ অনেক বৃহৎ মানের হয়। কিন্তু আপতন কোণের মান বাড়তে থাকলে বিচ্যুতি কোণের মান কমতে থাকে এবং একটি ন্যূনতম মানে উপনীত হয়। আপতন কোণ আরো বাড়তে থাকলে এরপর বিচ্যুতি কোণ বাড়তে থাকে। প্রিজমে বিচ্যুতি কোণের এই ন্যূনতম মানকে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ বলে।

গ. প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক

$$\begin{aligned} \mu &= \frac{\sin \left(\frac{A + \delta_m}{2} \right)}{\sin \left(\frac{A}{2} \right)} \\ &= \frac{\sin \left(\frac{60^\circ + 30^\circ}{2} \right)}{\sin \left(\frac{60^\circ}{2} \right)} \\ &= \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}} \times \frac{2}{1} \\ &= \sqrt{2} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

এখানে,
প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$
ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ,
 $\delta_m = 30^\circ$

ঘ. যে সকল প্রিজমের প্রতিসারক কোণ 4° থেকে 6° এর চেয়ে বড় নয় তাদেরকে সরু প্রিজম বলে। কোনো সরু প্রিজমের উপর একটি রশ্মি খুব ছোট কোণে আপতিত হলে অর্থাৎ প্রায় লম্বভাবে আপতিত হলে বিচ্যুতি কোণ,

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

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

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

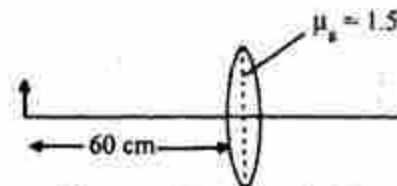
$$\mu = \frac{i_1}{r_1} = \frac{i_2}{r_2} \quad [\because i_1 \text{ খুব ছোট বলে } \sin i_1 = i_1]$$

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

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

অর্থাৎ সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে বিচ্যুতি কোণের মান আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না কেবল প্রিজমের প্রতিসারক কোণ ও প্রিজম পদার্থের প্রতিসরাঙ্কের উপর নির্ভর করেন।

প্রঃ ৪৩।



চিত্রে বায়ু মাধ্যমে স্থাপিত একটি কাচের তৈরি করে দেখানো হলো। লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 20cm এবং 40cm। পানির প্রতিসরাঙ্ক $\frac{4}{3}$ ।

(বিদ্যনাথ কলেজ, সিলেট)

- ক. সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য কাকে বলে? ১
- খ. ঘূর্ণন কাঠামো জড় প্রসঙ্গ কাঠামো নয়— ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. লেন্সটির বায়ুতে ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. বায়ুতে লেন্স থেকে 60cm দূরে বস্তু রাখলে প্রতিবিম্ব বাস্তব হয়, কিন্তু পানিতে লেন্সটি রেখে একই দূরত্বে বস্তুটি রাখলে প্রতিবিম্ব অবাস্তব হয়— গাণিতিক ব্যাখ্যা করে তোমার উত্তরের সত্যতা যাচাই করো। ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো ধাতব পদার্থে সর্বোচ্চ যে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রশ্মি আপতিত হলে তা থেকে ফটো ইলেকট্রন নির্গত হয় বা যে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চেয়ে বেশি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রশ্মি আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয় না সেই তরঙ্গদৈর্ঘ্যকে ঐ ধাতব পদার্থের সূচন তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

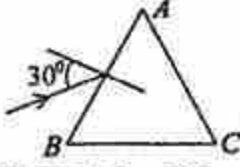
খ. পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুব বেগে গতিশীল যে সকল প্রসঙ্গ কাঠামোতে নিউটনের গতিসূত্র অর্জন করা যায় তাদেরকে জড় প্রসঙ্গ কাঠামো বলা হয়। অর্থাৎ জড় প্রসঙ্গ কাঠামোর অন্যতম শর্ত পর্যবেক্ষক ও পর্যবেক্ষণশীল বস্তুর মধ্যে ধ্রুব বেগ থাকতে হবে। কিন্তু ঘূর্ণন কাঠামো

বলতে বোঝায়, এমন একটি কাঠামো যা কোন বিন্দু বা বস্তুকে কেন্দ্র করে একটি নির্দিষ্ট দূরত্ব বজায় রেখে ঘুরে। ঘূর্ণনশীল বস্তুর রৈখিক বেগের মান যদি ধ্রুব ধরা হয় তারপরও ধারাবাহিক ভাবে দিকের পরিবর্তনের কারণে এর রৈখিক বেগ পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ অপর কোনো প্রসঙ্গ কাঠামোর অন্যতম শর্ত ধ্রুব বেগ বজায় রাখে না। ফলে জড় প্রসঙ্গ কাঠামোর অন্যতম শর্ত “ধ্রুব বেগ” স্বীকৃত হয়। সুতরাং স্পষ্টতই ঘূর্ণন কাঠামো জড় প্রসঙ্গ কাঠামো নয়।

গ ৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 26.68 cm।

ঘ ৪(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ৪৪



এখানে ABC একটি প্রিজম যার AB = BC = AC এবং এর উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক $\mu = 1.5$

(ইস্পাহানী পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা)

- ক. তরঙ্গামুখ কাকে বলে? ১
- খ. কোনো লেন্সের ক্ষমতা -2.5D বলতে কী বোঝায়? ২
- গ. প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের আলোকে রশ্মিটি AC পৃষ্ঠ দিয়ে নির্গত হবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরঙ্গের যে রেখা বা তল বরাবর সবগুলো কণা সমদশাসম্পন্ন তাকে ঐ তরঙ্গের তরঙ্গ মুখ বলে।

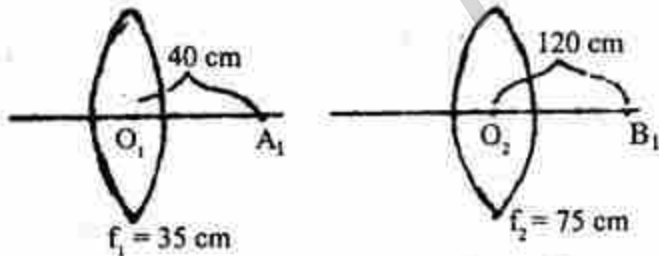
খ - 2.5D বলতে বোঝায় লেন্সটি অবতল এবং এটি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল এক গুচ্ছ আলোক রশ্মিকে এমনভাবে অপসারী করে যেন মনে হয় এগুলো লেন্স থেকে $\frac{1}{2.5}$ বা 0.4m দূরের কোনো বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে।

গ ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 37.18°

ঘ ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: আলোকরশ্মি AC পৃষ্ঠ দিয়ে নির্গত হবে। এক্ষেত্রে $i_2 = 77.096^\circ$ হবে।

প্রশ্ন ৪৫



(বাগড়াহাতি সরকারি কলেজ, বাগড়াহাতি)

- ক. বিষয় কাকে বলে? ১
- খ. একটি উত্তল লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বৃদ্ধির দুটি কৌশল ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. চিত্র-১ এর কোথায় বস্তু রাখলে দ্বিগুণ বিবর্ধিত বিম্ব সৃষ্টি হবে। ৩
- ঘ. চিত্র-১ এবং ২ এর সাথে 2D ক্ষমতার একটি অবতল লেন্স যুক্ত করে A1 এবং B1 স্থানে বস্তু রাখার কারণে সৃষ্ট বিম্বের দূরত্বের তুলনা করো। ৪

৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে যদি দ্বিতীয় কোন বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোন বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তাহলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর বিম্ব বলে।

$$\text{খ} \text{ আমরা জানি, লেন্সের ক্ষমতা, } P = \frac{1}{f} = \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

এখানে, f = লেন্সের ফোকাস দূরত্ব

μ_2 = লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক

μ_1 = লেন্সের চারপাশের মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক

লেন্স প্রস্তুত কারক সমীকরণ থেকে স্পষ্ট একটি উত্তল লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা দুই ভাবে বৃদ্ধি করা সম্ভব।

- i. লেন্সের উপাদানের প্রতিসরাঙ্কের চেয়ে চারপাশের মাধ্যমের প্রতিসারক কম হলে অভিসারী ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে লেন্সের উপাদানের চেয়ে অপেক্ষাকৃত হালকা ঘনত্বের মাধ্যম ব্যবহার করতে হবে।
- ii. অধিক প্রতিসরাঙ্কের উপাদানের পদার্থ দিয়ে লেন্স তৈরি করা।
- iii. ফোকাস দূরত্ব কমিয়ে উত্তল লেন্সের অভিসারী ক্ষমতা বৃদ্ধি করা যায়। এক্ষেত্রে লেন্সের মাঝখানের পুরুত্ব বাড়ালে (Grind & Polish এর মাধ্যমে) লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কমানো যায়।

গ দেওয়া আছে,

ফোকাস দূরত্ব, $f_1 = +35\text{cm}$

বিবর্ধন, $|m| = 2$

বের করতে হবে, লক্ষ্য বস্তুর অবস্থান, $u = ?$

আমরা জানি, $|m| = \frac{v}{u} = 2$

বা, $v = 2u$

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

বা, $\frac{1}{35} = \frac{1}{2u} + \frac{1}{u}$

বা, $\frac{1}{35} = \frac{1+2}{2u}$

বা, $2u = 105$

বা, $u = 52.5\text{ cm (Ans.)}$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

১ নং চিত্রের উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f_1 = +35\text{cm} = +0.35\text{m}$

\therefore ১ নং চিত্রের উত্তল লেন্সের ক্ষমতা, $P_1 = +\frac{1}{0.35} = +2.86\text{ D}$

১ নং লেন্সের সাথে 2D ক্ষমতার একটি অবতল লেন্স যুক্ত করলে সমতুল্য লেন্সের ক্ষমতা, $P'_1 = 2.86 - 2 = 0.86\text{D}$

আমরা জানি,

$$P'_1 = \frac{1}{f'_1} = \frac{1}{v_1} + \frac{1}{u_1}$$

বা, $0.86 = \frac{1}{v} + \frac{1}{0.4}$ [$u = 40\text{cm} = 0.4\text{m}$]

বা, $v_1 = \left(0.86 - \frac{1}{0.4} \right)^{-1}$

$\therefore v_1 = -0.61\text{m} = -61\text{ cm}$

ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে বিম্বটি অবাস্তব এবং A1 বস্তুটি যে দিকে অবস্থিত বিম্বও সে দিকে গঠিত হবে।

আবার,

২নং চিত্রের উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f_2 = +75\text{cm} = 0.75\text{ m}$

\therefore ২নং চিত্রের উত্তল লেন্সের ক্ষমতা, $P_2 = +\frac{1}{0.75} = +1.33\text{D}$

উত্তল লেন্সের সাথে 2D ক্ষমতার অবতল লেন্স সংযুক্ত করলে সমতুল্য লেন্সের ক্ষমতা, $P'_2 = 1.33 - 2 = -0.67\text{ D}$

আমরা জানি,

$$P_2' = \frac{1}{f_1'} = \frac{1}{v_2} + \frac{1}{u_2}$$

$$\text{বা, } -0.67 = \frac{1}{v_2} + \frac{1}{1.2} \quad [u_2 = B_1O_2 = 120 \text{ cm} = 1.2 \text{ m}]$$

$$\text{বা, } v_2 = \left(-0.67 - \frac{1}{1.2}\right)^{-1}$$

$$\therefore v_2 = -0.67 \text{ m} = -67 \text{ cm}$$

সুতরাং B_1 অবস্থানের বস্তুর জন্য যে বিম্ব গঠিত হবে তা অবাস্তব এবং লক্ষবস্তুর যে পাশে সেই পাশে 67cm দূরে।

প্রশ্ন ৪৬ রাতের অন্ধকারে বেগুনী আলোয় আলোকিত একটি সুইমিংপুলের স্বচ্ছ পানিতে ডুব দিয়ে মুহিত চোখের 5cm সামনে একটি উত্তল লেন্স রেখে হাত পর্যবেক্ষণ করতে গেলে চোখ থেকে 25cm দূরে দ্বিগুণ বিবর্ধিত বিম্ব দেখতে পায়। কিন্তু বেগুনি আলো নিভে গিয়ে লাল আলো জ্বলে উঠলে চোখ থেকে বিম্বের দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে। বেগুনি আলোর পরিবেশে $\mu_w = 1.33$ এবং $\mu_g = 1.5$ এবং লাল আলোর জন্য $\mu_w = 1.34$ এবং $\mu_g = 1.48$ । লেন্সের উভয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ 20 cm.

[রাষ্ট্রমাটি সরকারি কলেজ]

- ক. আলোকের সমবর্তন তল কাকে বলে? ১
- খ. পানির চেয়ে কাঁচ মাধ্যমে আলোর বেগ কম কেন? ২
- গ. বেগুনি পরিবেশে পানিতে নিমজ্জিত অবস্থায় লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব কত? ৩
- ঘ. লাল আলোতে হাতের প্রতিবিম্বের দূরত্বের পরিবর্তনের কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সমবর্তিত আলোক তরঙ্গের কম্পন তলের সাথে লম্বভাবে যে তলটি থাকে আলোকের সমবর্তন তল বলে।

খ কোনো মাধ্যমে আলোর বেগ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের সাথে সম্পর্ক যুক্ত। আমরা জানি, $\mu = \frac{c}{v}$ বা, $C_1 = \frac{c}{\mu_1}$ বা, $C_1 \propto \frac{1}{\mu_1}$ অর্থাৎ,

a মাধ্যমে আলোর বেগ মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের ব্যস্তানুপাতিক। যে মাধ্যমের প্রতিসারক বড় সে মাধ্যমে আলোর বেগ তুলনামূলক কম হয়। পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33 এবং কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.5। যেহেতু কাঁচের প্রতিসরণাঙ্ক পানির প্রতিসরণাঙ্কের চেয়ে বেশি। সুতরাং পানির চেয়ে কাঁচ মাধ্যমে আলোর বেগ কম।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 78.23cm।

ঘ ৯(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ৪৭ একটি অনুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 3cm এবং 5cm যন্ত্রটির নলের দৈর্ঘ্য 20cm এর অভিলক্ষ্যের সামনে 3.5cm দূরত্বে 2mm আকারের একটি বস্তু অবস্থিত।

[বাংলাদেশ নৌবাহিনী কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. স্লেলের সূত্রটি লিখ? ১
- খ. আকাশে উড়ন্ত বাজপাখিকে ছোট দেখায় কেন? ব্যাখ্যা দাও। ২
- গ. চূড়ান্ত বিম্বের অবস্থান বের করো। ৩
- ঘ. কি ব্যবস্থা গ্রহণ করলে ঐ যন্ত্রের সাহায্যে 40mm আকারের একটি চূড়ান্ত বিম্ব স্পষ্টভাবে দেখা সম্ভব হবে— উদ্দীপকের আলোকে যাচাই করো। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলো যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা ধ্রুব থাকে।

খ কোনো বস্তু ছোট না বড় হবে তা নির্ভর করে চোখের রেটিনায় গঠিত বীক্ষণ কোণের ওপর। বীক্ষণ কোণ বড় হলে বস্তু বড় দেখায় এবং বীক্ষণ কোণ ছোট হলে বস্তু ছোট দেখায়। আকাশে উড়ন্ত বাজ পাখি চোখ হতে অনেক দূরে অবস্থিত। তাই বাজপাখি চোখের রেটিনায় অত্যন্ত ক্ষুদ্র মানের বীক্ষণ কোণ উৎপন্ন করে বলে একে ছোট মনে হয়।

গ দেওয়া আছে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 3\text{cm}$

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

অভিলক্ষ্য থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_1 = 3.5\text{cm}$

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = 20\text{cm}$

চূড়ান্ত বিম্বের অবস্থান, $v_2 = ?$

অভিলক্ষ্য থেকে বিম্বের দূরত্ব v_1 হলে

$$\frac{1}{u_1} + \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_0}$$

$$\text{বা, } v_1 = \left(\frac{1}{f_0} - \frac{1}{u_1}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{3.5}\right)^{-1}$$

$$\text{বা, } v_1 = 21\text{cm}$$

এই বিম্ব অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তু হিসেবে কাজ করে। সুতরাং

অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব u_2 হলে —

$$u_2 = L - |v_1| = 20 - 21 = 1\text{cm}$$

অভিনেত্র থেকে চূড়ান্ত বিম্বের দূরত্ব v_2 হলে

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

$$\text{বা, } v_2 = \left(\frac{1}{f_e} - \frac{1}{u_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{1}\right)^{-1} = 0.83\text{cm (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = 3\text{cm}$

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

যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = 20\text{cm}$

লক্ষ্যবস্তুর আকার, $l = 2\text{mm}$

চূড়ান্ত বিম্বের আকার, $l' = 40\text{mm}$

যন্ত্রের মোট বিবর্ধন M হলে,

$$|M| = \frac{l'}{l} = \frac{40\text{mm}}{2\text{mm}} = 20$$

আমরা জানি, স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম বিন্দুতে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে,

$$|M| = \frac{v_0}{u_0} \left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$$

$$\text{বা, } 20 = \frac{v_0}{u_0} \left(1 + \frac{25}{5}\right)$$

$$\text{বা, } 20 = \frac{v_0}{u_0} \times 6$$

$$\text{বা, } v_0 = \frac{20v_0}{6} = \frac{10u_0}{3}$$

$$\text{বা, } v_0 = \frac{10}{3} \times 3.5\text{cm} = 11.67\text{cm}$$

আবার, সৃষ্ট দর্পণের নিকট বিন্দুতে চূড়ান্ত প্রতিবিম্ব পাওয়ার জন্য

অভিনেত্র থেকে প্রথম প্রতিবিম্বের দূরত্ব u_e হলে,

$$\frac{1}{u_e} + \frac{1}{v_e} = \frac{1}{f_e}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u_e} = \frac{1}{v_e} + \frac{1}{f_e}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{u_e} = \frac{1}{D} + \frac{1}{f_e}$$

$$\text{বা, } u_e = \frac{Df_e}{D + f_e}$$

$$= \frac{25 \times 5}{25 + 5}$$

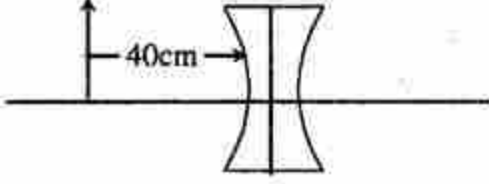
$$= 4.167\text{cm}$$

অতএব, যন্ত্রের দৈর্ঘ্য নির্ধারণ করতে হবে।

$$L_D = v_0 + u_e \\ = (11.67 + 4.167) \text{ cm} \\ = 15.83 \text{ cm}$$

অতএব, পর্যবেক্ষণকৃত বস্তুটিকে তার পূর্বের অবস্থানে রেখে যন্ত্রের দৈর্ঘ্য (20 - 15.83) cm বা 4.17 cm কমিয়ে আনলে 40 বিবর্ধন বিশিষ্ট স্পষ্ট বিম্ব দেখা যাবে।

প্রশ্ন ৪৮



একটি কাঁচের তৈরি উভাবতল লেন্সের ১ম ও ২য় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 20 cm ও 30 cm।

[সিরকারি হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম]

- সমবর্তন কাকে বলে? ১
- ফ্রেনেল ও ফ্রনহফার শ্রেণীর অপবর্তন-এর মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
- লেঙ্গটির ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় করো। ৩
- লেঙ্গটির ১ম পৃষ্ঠ সমতল করে দিলে, উভয় ক্ষেত্রেই বিম্বের প্রকৃতি একই হবে কিনা-যাচাই করো। ৪

৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বলে।

খ

ফ্রেনেল	ফ্রনহফার
১. চির থেকে আলোক উৎস বা পর্দার দূরত্ব অথবা উভয়ের দূরত্বই সসীম।	১. চির থেকে আলোক উৎস বা পর্দা উভয়ের দূরত্বই অসীম।
২. আপতিত তরঙ্গামুখসমূহ গোলাকার।	২. আপতিত তরঙ্গামুখ সমূহ সমতল।

গ. ∴ লেন্সটির ক্ষমতা,

$$P = \frac{1}{f} \\ = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \\ = - (1.5 - 1) \left(\frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.3} \right) \\ = -4.167 \text{ D (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,
প্রথম তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ,
 $r_1 = -20 \text{ cm}$
 $= -0.2 \text{ m}$
দ্বিতীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ,
 $r_2 = +30 \text{ cm}$
 $= +0.3 \text{ m}$
কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = 1.5$

ঘ. 'গ' হতে, ক্ষমতা, $P = -4.167 \text{ D}$

∴ ফোকাস দূরত্ব, $f = -24 \text{ cm}$

বস্তুর দূরত্ব, $u = +40 \text{ cm}$

যখন উভয় পাশেই অবতল, বিম্বের দূরত্ব $= v$ হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{-24} = \frac{1}{40} + \frac{1}{v}$$

$$\therefore v = -15 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{বিবর্ধন, } m = -\frac{v}{u} = 0.375$$

∴ বিম্ব খর্বিত, অবাস্তব এবং সোজা।

কিন্তু লেন্সের ১ম পৃষ্ঠ সমতল হলে, $r_1 = \infty$

$$\therefore \frac{1}{f} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \\ = (1.5 - 1) \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{0.3} \right)$$

$$\therefore f = -60 \text{ cm}$$

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

$$\text{বা, } -\frac{1}{60} = \frac{1}{40} + \frac{1}{v}$$

$$\therefore v = -24 \text{ cm}$$

$$\therefore m = \frac{-v}{u} = 0.6$$

∴ বিম্ব এক্ষেত্রে অবাস্তব ও সোজা, কিন্তু পূর্বের তুলনায় কম খর্বিত।

প্রশ্ন ৪৯ একটি যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব 1 cm। এর সামনে 1.067 cm দূরে 0.3 cm দৈর্ঘ্যের একটি বস্তু রাখা হলে স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে বিম্ব গঠিত হয়। এর অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের মধ্যে দূরত্ব 20 cm। তমার চোখের স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব 25 cm। মিলার চোখের স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব 28.7 cm।

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, যশোর]

- কৌণিক বিবর্ধন কাকে বলে? ১
- যে প্রিজমের প্রিজম কোণ 5° তার জন্য $\delta = (\mu - 1) A$ সূত্রটি প্রযোজ্য কী না তা ব্যাখ্যা করো। ২
- অভিনেত্র লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩
- লেঙ্গ দুটির অবস্থান বিনিময় করে ব্যবস্থাটিকে পামিতে নিমজ্জিত করে অসীম দূরের কোন লক্ষ্যবস্তুর নিকট ফোকাসিং এর জন্য উভয়েই যে বিম্ব দেখতে পাবে তার অনুপাত নির্ণয় কর। পানি ও কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.33 ও 1.5। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতিবিম্ব ও লক্ষ্যবস্তু চোখে যে কোণ উৎপন্ন করে তাদের অনুপাতকে কৌণিক বিবর্ধন বলে।

খ আমরা জানি, 6° অপেক্ষা কম প্রিজম কোণ বিশিষ্ট প্রিজমকে সরু প্রিজম বলে। সুতরাং 5° প্রিজম কোণ বিশিষ্ট প্রিজমকে সরু প্রিজম বলা যায়। তাই এক্ষেত্রে সরু প্রিজমের সমীকরণ $\delta = (\mu - 1)A$ প্রযোজ্য হয়।

গ যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রের উভয় লেন্সই উত্তল (অভিসারী ক্ষমতার)।

∴ অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব, $f_0 = +1 \text{ cm}$

লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, $u_0 = 1.067 \text{ cm}$

প্রথম প্রতিবিম্বের দূরত্ব v_0 হলে, $\frac{1}{u_0} + \frac{1}{v_0} = \frac{1}{f_0}$

$$\text{বা, } \frac{1}{v_0} = \frac{1}{f_0} - \frac{1}{u_0}$$

$$= \frac{1}{1 \text{ cm}} - \frac{1}{1.067 \text{ cm}}$$

$$\therefore v_0 = 15.92 \text{ cm}$$

অর্থাৎ অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের মাঝে প্রথম প্রতিবিম্ব গঠিত হবে যা অভিনেত্রের জন্য লক্ষ্যবস্তু হিসেবে আচরণ করবে।

লক্ষ্যবস্তুর এ দূরত্ব, $u_e = 20 \text{ cm} - 15.92 \text{ cm} = 4.08 \text{ cm}$

চূড়ান্ত প্রতিবিম্বের দূরত্ব, $v_e = -25 \text{ cm}$ [∵ স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে অভিনেত্রের একই পাশে প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।]

∴ অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব f_e হলে,

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{u_e} + \frac{1}{v_e} = \frac{1}{4.08 \text{ cm}} + \frac{1}{-25 \text{ cm}} = 0.2051 \text{ cm}^{-1}$$

$$\therefore f_e = (0.2051 \text{ cm}^{-1})^{-1} = 4.87 \text{ cm (Ans.)}$$

ঘ. লেন্স দুটির অবস্থান বিনিময় করে পানিতে নিমজ্জিত করে অসীম দূরের কোনো লক্ষ্যবস্তুর নিকট ফোকাসিং করা হলে এটি নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রের ন্যায় ক্রিয়া করবে। এক্ষেত্রে স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে প্রতিবিম্ব ফোকাসিং করা হলে প্রাপ্ত বিবর্ধন,

$$m = f_0 \left(\frac{1}{D} + \frac{1}{f_e} \right)$$

তমা ও মিলা উভয়ের ক্ষেত্রে f_0 এবং f_e এর মান একই। কেবল D- এর মান আলাদা। আবার অনুপাত নির্ণয় করা হলে—

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{f_0 \left(\frac{1}{D_1} + \frac{1}{f_e} \right)}{f_0 \left(\frac{1}{D_2} + \frac{1}{f_e} \right)} = \frac{\frac{1}{D_1} + \frac{1}{f_e}}{\frac{1}{D_2} + \frac{1}{f_e}}$$

সুতরাং f_e এর মান নির্ণয় করাই যথেষ্ট। এখানে, f_e = উদ্দীপকে বর্ণিত অভিলক্ষ্যটির পানিতে ফোকাস দূরত্ব। বায়ু ও পানিতে ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে f_a ও f_w হলে,

$$\frac{1}{f_a} = (\mu_g - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

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

$$= \left(\frac{3}{2} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) = \frac{1}{8} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$$

$$\therefore \frac{f_a}{f_w} = \frac{1}{8} \text{ বা, } f_w = 4f_a = 4f_0 = 4 \times 1 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

তমার ক্ষেত্রে, $D_1 = 25 \text{ cm}$

মিলার ক্ষেত্রে, $D_2 = 28.7 \text{ cm}$

$$\therefore \text{নির্ণেয় অনুপাত} = \frac{\frac{1}{D_1} + \frac{1}{f_e}}{\frac{1}{D_2} + \frac{1}{f_e}} = \frac{\frac{1}{25 \text{ cm}} + \frac{1}{4 \text{ cm}}}{\frac{1}{28.7 \text{ cm}} + \frac{1}{4 \text{ cm}}} = \frac{0.29 \text{ cm}^{-1}}{0.2848 \text{ cm}^{-1}} = 1.018$$

প্রশ্ন ৫০ একটি সমান্তরাল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 45cm। বায়ুর সাপেক্ষে লেন্সের উপাদানের এবং পানির প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.52 এবং 1.33।

[ক্যান্টনমেন্ট কলেজ, ময়সার]

- ফার্মাটের নীতি লিখ। ১
- তাপমাত্রার বৃদ্ধিতে অর্ধপরিবাহীর রোধ কমলেও পরিবাহীর রোধ বাড়ে কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- লেন্সটির পৃষ্ঠদ্বয়ের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো। ৩
- লেন্সটিকে পানির মধ্যে স্থাপন করলে এর ক্ষমতার কীরূপ পরিবর্তন লক্ষ্য করবে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোক রশ্মি এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাওয়ার সময় সম্ভাব্য সকল পথের মধ্যে সেই পথ অনুসরণ করে যে পথে সময় সব থেকে কম লাগে।

খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে বিশুদ্ধ অর্ধ-পরিবাহীর সমযোজী বন্ধন ভাঙতে শুরু করে এবং যোজন ইলেকট্রন পরিবহন ব্যাধে যায়। এ কারণে অর্ধপরিবাহীর রোধ কমে যায়।

আবার তাপমাত্রা বাড়লে অণু-পরমাণুর কম্পনের বিস্তার বেড়ে যায়। ফলে মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর সাথে এদের সংঘর্ষের হারও বেড়ে যায়। তাই পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায়।

গ. সমান্তরাল লেন্স প্রস্তুত কারকের সূত্র :

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

এখানে,
সমান্তরাল লেন্সের

ফোকাস দূরত্ব, $f = 45 \text{ cm}$

লেন্স উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = 1.52$

বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = ?$

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

$$\text{বা, } r = 2(\mu - 1)f = 2 \times (1.52 - 1) \times 45 \text{ cm} = 46.8 \text{ cm (Ans.)}$$

ঘ. বায়ুতে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, $f = 45 \text{ cm}$

\therefore বায়ুতে লেন্সের ক্ষমতা, $P = \frac{1}{f} = \frac{2}{r} (\mu - 1)$

পানিতে ফোকাস দূরত্ব, f_w হলে ক্ষমতা,

$$P_w = \frac{1}{f_w} = (\mu_w - 1) \frac{2}{r}$$

$$\text{বা, } P_w = \left(\frac{\mu}{\mu_w} - 1 \right) \frac{2}{r}$$

$$\frac{P_w}{P} = \frac{\mu - 1}{\mu_w - 1}$$

$$= \frac{1.52 - 1}{1.33 - 1} = \frac{0.52}{0.33} = 1.5757$$

$$= 0.27; \therefore \frac{P - P_w}{P} = (1 - 0.27) \times 100\% = 72.52\%$$

অতএব, লেন্সটিকে পানিতে ডুবালে ক্ষমতা 72.52% কমে যাবে।

প্রশ্ন ৫১ ক্রাউন কাঁচের তৈরি একটি প্রিজমের প্রিজম কোণ 60° । লাল ও বেগুনী আলোর জন্য ক্রাউন কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.52 ও 1.54।

[মাগুরা সরকারি মহিলা কলেজ]

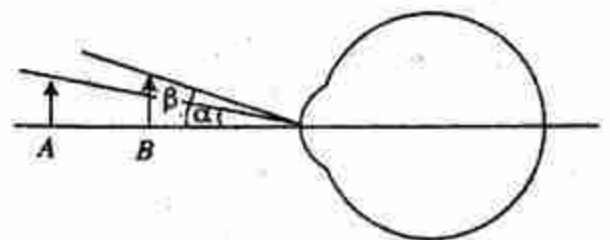
- তরঙ্গ মুখ কি? ১
- দূরে অবস্থিত গাছপালা ছোট দেখায় কেন ব্যাখ্যা করো। ২
- লাল আলোর জন্য ন্যূনতম বিচ্যুতি নির্ণয় করো। ৩
- সাদা আলো 29.6° কোণে আপতিত হলে, লাল আলো অপর পৃষ্ঠ দিয়ে নির্গত হবে কিন্তু বেগুনী আলো নির্গত হবে না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশাসম্পন্ন কণাগুলোর সম্ভারপথকে তরঙ্গমুখ বলে।

খ. কোনো বস্তুকে আমরা বড় না ছোট দেখাও তা নির্ভর করে বস্তুটি দ্বারা চোখে উৎপন্ন বীক্ষণ কোণের উপর। বীক্ষণ কোণ যত বড় হয় আমাদের কাছে বস্তুর আকৃতিও তত বড় মনে হয়। আর বীক্ষণ কোণ ছোট হলে বস্তুর আকৃতিও ছোট হয়।

চিত্রে একই বস্তুকে A এবং B অবস্থানে রেখে দেখা যাচ্ছে। B অবস্থানে বস্তুটি দ্বারা চোখে উৎপন্ন কোণ β , A অবস্থানের বীক্ষণ কোণ α এর চেয়ে বড় হওয়ায় বস্তুটি A অবস্থানের চেয়ে B অবস্থানে বড় দেখাবে। কেনো বস্তু আমাদের চোখ থেকে যত দূরে সরে যায় বীক্ষণ কোণও তত হ্রাস পায় বলে বস্তুটি আমাদের কাছে ছোট মনে হয়।



এ কারণে দূরে অবস্থিত গাছপালা ছোট মনে হয়।

দেওয়া আছে,

প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = 1.5$

উদ্দীপক অনুসারে, প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

বের করতে হবে, প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ, $\delta_m = ?$
আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \delta_m + A = 2 \sin^{-1} \left(\mu \sin \frac{A}{2} \right)$$

$$\text{বা, } \delta_m = 2 \sin^{-1} \left(\mu \sin \frac{A}{2} \right) - A$$

$$\text{বা, } \delta_m = 2 \sin^{-1} (1.5 \times \sin 30^\circ) - 60^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 37.2^\circ \text{ (Ans.)}$$

দেওয়া আছে,

প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

লাল আলোর জন্য প্রিজমের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_{mr} = 1.52$

বেগুনী আলোর জন্য প্রিজমের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu_{mv} = 1.54$

প্রিজমে সাদা আলো 29.6° কোণে আপতিত হয়।

\therefore লাল ও বেগুনী উভয় আলোর প্রিজমে আপতন কোণ, $i_1 = 29.6^\circ$

মনে করি, লাল আলোর জন্য প্রথম পৃষ্ঠের প্রতিসরণ কোণ, দ্বিতীয় পৃষ্ঠের আপতন কোণ ও নির্গমন যথাক্রমে r_1 , r_2 ও i_2 এবং বেগুনী আলোর জন্য r_1' , r_2' ও i_2' ।

$$\therefore \mu_{mr} = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$\text{বা, } 1.52 = \frac{\sin 29.6^\circ}{\sin r_1}$$

$$\therefore r_1 = 18.96^\circ$$

$$\text{এবং } \mu_{mv} = \frac{\sin i_1}{\sin r_1'}$$

$$\text{বা, } 1.54 = \frac{\sin 29.6^\circ}{\sin r_1'}$$

$$\therefore r_1' = 18.71^\circ$$

আবার,

$$A = r_1 + r_2$$

$$\therefore r_2 = A - r_1 = 60^\circ - 18.96^\circ = 41.04^\circ$$

অনুরূপভাবে, $r_2' = 60^\circ - 18.71^\circ = 41.29^\circ$

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

$$\text{বা, } 1.52 = \frac{\sin i_2}{\sin 41.04^\circ}$$

$$\therefore i_2 = 86.385^\circ$$

$$\text{এবং } \mu_{mv} = \frac{\sin i_2'}{\sin r_2'}$$

$$\text{বা, } 1.54 = \frac{\sin i_2'}{\sin r_2'}$$

$$\text{বা, } \sin i_2' = 1.016; \text{ যা অসম্ভব।}$$

অতএব, বেগুনী আলো অপর পৃষ্ঠ দিয়ে নির্গত হবে না। বেগুনী আলোর দ্বিতীয় পৃষ্ঠে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটবে। অপরদিকে লাল আলো অপর পৃষ্ঠ দিয়ে 86.385° কোণে নির্গত হবে।

একটি উভোত্তল কাঁচ লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ দ্বিতীয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধের অর্ধেক। প্রথম পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ 15cm। বায়ু মাধ্যমে লেন্সটির 0.6m সামনে বস্তু রাখলে লেন্সটির 0.3m দূরে প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাঙ্ক $4/3$

(মাগুড়া সরকারি মহিলা কলেজ)

ক. সংকট কোণ কাকে বলে?

১

খ. একাধিক লেন্সের সমবায়ের তুল্য ক্ষমতা কখন শূন্য হবে?

২

গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত তথ্য হতে কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় করো।

৩

ঘ. লেন্সটিকে পানিতে ডোবালে এর ফোকাস দূরত্বের কোন পরিবর্তন হবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোকীয়ভাবে ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে আলোর প্রতিসরণের বেলায় আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণ সর্বোচ্চ বা 90° হয় এবং প্রতিসরিত রশ্মি মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদতল ঘেঁষে যায়, তাকে হালকা মাধ্যমের সাপেক্ষে ঘন মাধ্যমের সংকট কোণ বলে।

খ. লেন্সের সমবায়ের ক্ষেত্রে তুল্য ক্ষমতা, $P = P_1 + P_2 + P_3 + \dots = \Sigma P$; সুতরাং কয়েকটি লেন্স অভিসারী ক্ষমতাসম্পন্ন এবং অপর লেন্সগুলো অপসারী ক্ষমতাসম্পন্ন হলে এদের তুল্য ক্ষমতা নির্ণয়ে শূন্য মান পাওয়া যেতে পারে। অর্থাৎ এরূপ সমবায় শুধু এক্ষণে কাচরূপে ক্রিয়া করবে।

গ. ১১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 1.5

ঘ. ১১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: পূর্বের তুলনায় 4 গুণ হবে।

প্রশ্ন ৫৩ ক্রাউন কাঁচের তৈরি একটি প্রিজমের প্রিজম কোণ 60° । লাল ও বেগুনী আলোর জন্য ক্রাউন কাঁচের প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে 1.52 ও 1.54।

(মকবুলার রহমান সরকারি কলেজ, পঞ্চগড়)

ক. সবু প্রিজম কাকে বলে?

১

খ. আপতন কোণের সাথে বিচ্যুতি কোণ কীভাবে পরিবর্তিত হয় ব্যাখ্যা করো।

২

গ. লাল আলোর জন্য ন্যূনতম বিচ্যুতি নির্ণয় করো।

৩

ঘ. সাদা আলো 29.6° কোণে আপতিত হলে দেখাও যে, লাল অপর পৃষ্ঠ দিয়ে নির্গত হবে কিন্তু বেগুনী আলো নির্গত হবে না।

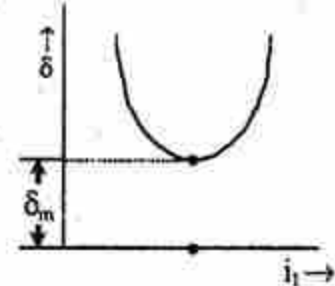
৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে প্রিজমের প্রিজম কোণ 6° অপেক্ষা ছোট তাকে সবু প্রিজম বলে।

খ. প্রিজমে আপতন কোণ খুব অল্পমানের হয়ে অত্যধিক মানের বিচ্যুতি পাওয়া যায়। কিন্তু আপতন কোণের মান ক্রমশ বাড়তে থাকলে প্রাপ্ত বিচ্যুতি কোণের মান কমতে থাকে। একসময় বিচ্যুতি কোণ সর্বনিম্ন মানে উপনীত হয়। এরপর আপতন কোণ বাড়তে থাকলে বিচ্যুতি কোণের মান বাড়তে থাকে।

সুতরাং, প্রিজমে বিচ্যুতি কোণ বনাম আপতন কোণ লেখ নিম্নরূপ:



গ. দেওয়া আছে,

প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = 1.5$

উদ্দীপক অনুসারে, প্রিজম কোণ, $A = 60^\circ$

বের করতে হবে, প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ, $\delta_m = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } \delta_m + A = 2 \sin^{-1} \left(\mu \sin \frac{A}{2} \right)$$

$$\text{বা, } \delta_m = 2 \sin^{-1} \left(\mu \sin \frac{A}{2} \right) - A$$

$$\text{বা, } \delta_m = 2 \sin^{-1} (1.5 \times \sin 30^\circ) - 60^\circ$$

$$\therefore \delta_m = 37.2^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ. মাগুরা সরকারি মহিলা কলেজ (ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৪ একটি সরু উভাবতল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ 20cm ও 40cm। লেন্স থেকে 40cm সামনে বস্তু রাখলে 10cm দূরের বিম্ব গঠিত হয়।

[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

- ক. যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রে বিধ্বননের সমীকরণটি লিখো। ১
খ. সূর্য থেকে আগত আলোর তরঙ্গামুখ সমতল হয়— ব্যাখ্যা করো। ২
গ. লেন্সটির প্রতিসরাঙ্ক বের করো। ৩
ঘ. লেন্সটির প্রথম পৃষ্ঠ সমতল হলে বিম্বের অবস্থানের কী পরিবর্তন হবে? ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

$$\text{ক. } m = -\frac{v_o}{u_o} \left(1 + \frac{D}{f_e} \right)$$

খ. আলোর তরঙ্গামুখ যে সবসময় গোলায় হবে এমন কোনো কথা নেই। কোনো বিন্দু উৎস থেকে সমসত্ত্ব মাধ্যমে অল্প দূরত্বে আলোর তরঙ্গামুখ গোলায় হবে। কিন্তু বহু দূরত্বের কোনো উৎস থেকে আগত তরঙ্গামুখের বক্রতা এত সামান্য যে এর অংশবিশেষকে সমতল ধরা যায়। এজন্যই সূর্যের আলোর তরঙ্গামুখকে সমতল বিবেচনা করা যায়।

গ. লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক থেকে,

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

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

$$\text{বা, } \frac{1}{40} - \frac{1}{10} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{-20} - \frac{1}{40} \right)$$

$$\text{বা, } \mu = 2 \text{ (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r_1 = -20\text{cm}$$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r_2 = +40\text{cm}$$

$$\text{বস্তুর দূরত্ব, } u = 40\text{cm}$$

$$\text{বিম্বের দূরত্ব, } v = -10\text{cm}$$

ঘ. লেন্সের প্রতিসরাঙ্ক থেকে,

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{40} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = (2 - 1) \left(-\frac{1}{40} \right)$$

$$\text{বা, } f = -40$$

এখানে,

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r_1 = \infty \text{ cm}$$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r_2 = 40\text{cm}$$

$$\text{বস্তুর দূরত্ব, } u = 40\text{cm}$$

$$\text{বিম্বের দূরত্ব, } v = ?$$

এখন,

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

$$\text{বা, } -\frac{1}{40} = \frac{1}{40} + \frac{1}{v}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = -\frac{1}{40} - \frac{1}{40}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = -\frac{1}{20}$$

$$\text{বা, } v = -20$$

অতএব, লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠটি সমতল হলে বিম্ব লেন্সের সামনে পূর্বের অবস্থানের $\frac{20}{10} = 2$ গুণ দূরে গঠিত হবে।

প্রশ্ন ▶ ৫৫ একটি সমবাহু প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক $\sqrt{2}$ ।

[আমকাটি সরকারি কলেজ, আমকাটি]

- ক. সমবর্তনের ক্ষেত্রে ব্রুস্টারের সূত্র কী? ১
খ. আলোক তরঙ্গের সমবর্তন হয় কিন্তু শব্দ তরঙ্গের সমবর্তন হয় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের প্রিজম সরু হলে বিচ্যুতি কোণ ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের সমান হবে কি? -যাচাই করো। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সমবর্তনের ক্ষেত্রে ব্রুস্টারের সূত্রটি হলো— কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের তলে আলোকরশ্মি যদি এমনভাবে আপতিত হয় যাতে প্রতিফলিত ও প্রতিসরিত রশ্মি দুয়ের মধ্যকার কোণ 90° হয় তবে সর্বাধিক সমবর্তন ঘটে।

খ. আলোক তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। মাধ্যমের মধ্য দিয়ে তড়িৎক্ষেত্র ও চৌম্বকক্ষেত্রের কম্পন তলের লম্ব বরাবর আলোক তরঙ্গ বিস্তার লাভ করে। তাই আলোক তরঙ্গের তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের কম্পন একটি বিশেষ তলে বা রেখায় সীমাবদ্ধ রেখে আলোর সমবর্তন ঘটানো সম্ভব। কিন্তু শব্দ তরঙ্গ যান্ত্রিক অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ। অনুপ্রস্থ তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কণাগুলোর কম্পন ও তরঙ্গের অভিমুখ একই। তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গস্থিত কণাগুলোর যেকোন একটি রেখা বা তলে কম্পন বাধাগ্রস্ত হলে ঐ দিক বরাবর তরঙ্গ আর অগ্রসরই হবে না। তাই শব্দ তরঙ্গের সমবর্তন সম্ভব নয়।

গ. ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 30°

ঘ. আমরা জানি, 6° অপেক্ষা কম প্রিজম কোণ বিশিষ্ট প্রিজমে সরু বা পাতলা প্রিজম বলে। সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে আপতন কোণ (i_1) অতি ক্ষুদ্র হলে, রশ্মির বিচ্যুতি (δ) ধুব হয়। অর্থাৎ, বিচ্যুতি আপতন কোণের মানের ওপর নির্ভর করে না।

এটি শুধুমাত্র A ও μ এর ওপর নির্ভর করে। নিচে বিষয়টি প্রমাণ করা হলো।

i_1 ক্ষুদ্র হলে r_1, r_2 ও i_2 ক্ষুদ্র হবে

$$[r_1 + r_2 = A; \therefore r_2 = A - r_1; A \text{ ও } r_1 \text{ ক্ষুদ্র হলে } r_2 \text{ ক্ষুদ্র হবে।}]$$

ফলে, এ কোণগুলোর sine অনুপাতের মান কোণগুলোর প্রায় সমান হবে।

($\therefore \theta$ ক্ষুদ্র হলে, $\sin \theta \approx \theta$ যখন θ রেডিয়ানে পরিমাপ করা হয়)

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{i_1}{r_1} \text{ বা, } i_1 = \mu r_1$$

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

$$\text{এখন, } \delta = i_1 + i_2 - A = \mu r_1 + \mu r_2 - A = \mu (r_1 + r_2) - A$$

$$= \mu A - A [\because A = (r_1 + r_2)]$$

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

$$= 6^\circ (\sqrt{2} - 1) \text{ [সরু প্রিজমের জন্য } A = 6^\circ \text{ ধরি]} \\ = 2.485^\circ$$

6° হলো A-এর জন্য সম্ভাব্য সর্বোচ্চ মান।

সরু প্রিজমের ক্ষেত্রে বিচ্যুতির মান 2.485° বা এর চেয়ে কম। অতএব উদ্দীপকের সমবাহু প্রিজমের জন্য ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের মান ছিল 30° । সুতরাং, উদ্দীপকের প্রিজম সরু হলে বিচ্যুতি কোণ উদ্দীপকের সমবাহু প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের সমান হবে না।

প্রশ্ন ▶ ৫৬ আরিবা 20cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট একটি অবতল দর্পণের সামনে একটি বস্তু রেখে বস্তুর আকারের চারগুণ বিবর্ধিত বাস্তব প্রতিবিম্ব পেল। পরবর্তীতে সে উক্ত দর্পণ ব্যবহার করে পরীক্ষাটি পুনরায় করে দেখল যে, বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব পাওয়া যায় না।

[জাওয়াল বন্দরে আলম সরকারি কলেজ, গাজীপুর]

- ক. ফার্মাটের নীতি লিখ। ১
খ. প্রিজমে বর্ণালি সৃষ্টির কারণ লিখ। ২
গ. দর্পণের মেরু হতে বস্তুর দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩
ঘ. আরিবার পর্যবেক্ষণের সত্যতা যাচাই করো। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোক রশ্মি এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাওয়ার সময় সম্ভাব্য সকল পথের মধ্যে সেই পথ অনুসরণ করে যে পথে সময় সব থেকে কম লাগে।

খ. আলোক রশ্মি যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম হতে অপর স্বচ্ছ মাধ্যমে প্রবেশ করে তখন মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদতলে আলোকরশ্মি বেকে যায়। এই বাঁকার পরিমাণ মাধ্যমদ্বয়ের প্রকৃতি ও আলোর রঙের উপর নির্ভর করে। সূর্যের সাদা আলো সাতটি রঙের সমন্বয়ে সৃষ্টি। তাই সূর্যের সাদা আলো যখন কোনো প্রিজমের মধ্যে প্রবেশ করে তখন প্রতিসরণের ফলে রশ্মির গতিপথ বেকে যায়। শূন্য মাধ্যমে সকল বর্ণের আলোর বেগ সমান হলেও অন্য যেকোন মাধ্যমে এক এক বর্ণের আলোর বেগ এক এক রকম হয়। এ কারণে একই মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক ভিন্ন ভিন্ন রঙের আলোর জন্য ভিন্ন ভিন্ন হয়। প্রতিসরাঙ্কের ভিন্নতার কারণে ভিন্ন ভিন্ন রঙের আলোর বাঁকার পরিমাণও ভিন্ন ভিন্ন হয়। ফলে প্রিজমের মধ্যে সাদা আলো সাতটি বর্ণে বিচ্ছিন্ন হয় এবং এই বিচ্ছিন্ন অবস্থাতেই প্রিজম হতে নির্গত হয়। ফলে আমরা বর্ণালী দেখতে পাই। সুতরাং বলা যায়, বিভিন্ন বর্ণের আলোর জন্য মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের ভিন্নতার জন্য বর্ণালী সৃষ্টি হয়।

গ. দেওয়া আছে,

অবতল দর্পণের ফোকাস দূরত্ব, $f = +20\text{cm}$

চারগুণ বিবর্ধিত প্রতিবিম্বের জন্য, $m = -4$

[বাস্তব প্রতিবিম্ব উল্টা হয় বলে m ঋণাত্মক]

এখন বস্তুর দূরত্ব $= u$ এবং প্রতিবিম্বের দূরত্ব v হলে—

$$\therefore m = \frac{-v}{u} = -4 \text{ বা, } v = 4u$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ বা, } \frac{1}{4u} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{5}{4u} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore u = \frac{5}{4} f = 1.25 \times 20\text{cm} = 25\text{cm}$$

সুতরাং দর্পণের মেরু হতে বস্তুর দূরত্ব 25cm । (Ans.)

ঘ. প্রথমতে, আরিবা 20cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট উত্তল দর্পণ হতে 25cm দূরত্বে লক্ষ্যবস্তু রাখলো।

এখানে, $u = 25\text{cm}$

এবং $f = -20\text{cm}$ (উত্তল দর্পণ অপসারী ক্ষমতাসম্পন্ন হওয়ায় এর ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক)

$$\therefore \text{প্রতিবিম্বের দূরত্ব } v \text{ হলে, } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{25} = -\frac{5+4}{100} = -\frac{9}{100}$$

$$\therefore v = -\frac{100}{9} \text{ cm}$$

$$\therefore \text{এক্ষেত্রে বিবর্ধন, } m = -\frac{v}{u} = -\frac{-\frac{100}{9} \text{ cm}}{25\text{cm}} = +\frac{4}{9} < 1$$

সুতরাং উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব পাওয়া যায় না। অর্থাৎ আরিবার পর্যবেক্ষণটি সঠিক।

প্রশ্ন ৫৭ চুয়াডাঙ্গা সরকারি কলেজের দ্বাদশ শ্রেণীর ছাত্র রাসেল $\sqrt{2}$ প্রতিসরাঙ্কের এবং 30° প্রিজম কোণ বিশিষ্ট একটি কাঁচ প্রিজম নিয়ে পরীক্ষা করছিল। প্রিজমটির ২য় পৃষ্ঠ সিলভারিং করে সে পরীক্ষা করে দেখল প্রথম পৃষ্ঠে আলোক রশ্মির 45° আপতন কোণের জন্য পুনরায় একই সাথে প্রত্যাবর্তন করে।

চুয়াডাঙ্গা সরকারি কলেজ, চুয়াডাঙ্গা

ক. ফোকাস দূরত্ব কী?

১

খ. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গে সমাবর্তন ঘটে না— ব্যাখ্যা করো।

২

গ. উদ্দীপকের প্রিজমটির ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ নির্ণয় করো।

৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে রাসেলের পর্যবেক্ষণটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে। ফোকাস দূরত্বকে f দ্বারা সূচিত করা হয়।

খ. অনুপ্রস্থ তরঙ্গের প্রবাহের দিকের উল্লম্ব তলে কম্পন যেকোন রেখায় হতে পারে। কিন্তু অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গে কম্পন তরঙ্গ প্রবাহের দিক বরাবরই হয়। যেহেতু অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সৃষ্টি হয় নিরবচ্ছিন্ন জড় মাধ্যমে। সেহেতু কোন নির্দিষ্ট দিকে এই কম্পন তথা প্রবাহ সীমাবদ্ধ রাখাও সম্ভব নয়। তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সমাবর্তন ঘটে না।

গ. দেওয়া আছে,

প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = \sqrt{2}$

প্রিজম কোণ, $A = 30^\circ$

বের করতে হবে, ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ, $\delta_m = ?$

আমরা জানি,

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

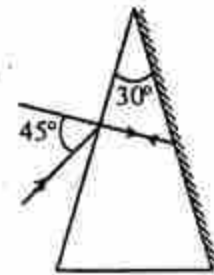
$$\text{বা, } \sin \frac{A + \delta_m}{2} = \mu \sin \frac{A}{2} = \sqrt{2} \sin \frac{30^\circ}{2} = \sqrt{2} \sin 15^\circ$$

$$\text{বা, } \frac{A + \delta_m}{2} = \sin^{-1}(\sqrt{2} \sin 15^\circ) = 21.47^\circ$$

$$\text{বা, } A + \delta_m = 2 \times 21.47^\circ = 42.94^\circ$$

$$\text{বা, } \delta_m = 42.94^\circ - 30^\circ = 12.94^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ.



দেওয়া আছে, প্রিজম কোণ $A = 30^\circ$

প্রথম পৃষ্ঠে আপতন কোণ, $i_1 = 45^\circ$

এবং প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = \sqrt{2}$

তাহলে, $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$ [r_1 = প্রথম পৃষ্ঠে প্রতিসরণ কোণ]

$$\text{বা, } \sin r_1 = \frac{\sin i_1}{\mu} = \frac{\sin 45^\circ}{\sqrt{2}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{2}}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}$$

$$\text{বা, } r_1 = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = 30^\circ$$

আবার, দ্বিতীয় পৃষ্ঠে আপতন কোণ r_2 হলে, $A = r_1 + r_2$

$$\text{বা, } r_2 = A - r_1 = 30^\circ - 30^\circ = 0^\circ$$

অতএব, দ্বিতীয় পৃষ্ঠে আলোর আপতন কোণ 0° হওয়ায় আলোক রশ্মি দ্বিতীয় পৃষ্ঠে লম্বভাবে আপতিত হবে। দ্বিতীয় পৃষ্ঠে সিলভারিং করা থাকায় তা প্রতিফলিত হয়ে লম্বভাবেই ফেরত আসবে। ফলে প্রথম পৃষ্ঠে নতুন আপতন কোণ হবে, $i' = 30^\circ$

∴ প্রথম পৃষ্ঠ থেকে নির্গমন কোণ = i' হলে,

$$\mu = \frac{\sin i'}{\sin r'} \\ \Rightarrow \sqrt{2} = \frac{\sin i'}{\sin 30^\circ} \\ \therefore i' = 45^\circ$$

অর্থাৎ আলোক রশ্মিটি একই সাথে প্রত্যাবর্তন করে।

অতএব, রাসেলের পর্যবেক্ষণটি সঠিক।

প্রশ্ন ▶ ৫৮ নাহিদ একটি কাঁচ প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ 30° এবং প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক $\sqrt{2}$ পেল। জাহিদ $\sqrt{3}$ প্রতিসরাঙ্কের অপর একটি প্রিজমে একটি আলোক রশ্মির নির্গমন কোণ প্রিজম কোণের সমান কিন্তু ঐ তলের আপতন কোণের দ্বিগুণ পেল।

(সেন্ট্রাল উইমেন্স কলেজ, ঢাকা)

- ক. লেন্সের ফোকাস দূরত্ব কাকে বলে? ১
- খ. কীভাবে লেন্স সনাক্ত করা যায় ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. উদ্দীপকের নাহিদের প্রিজমের প্রিজম কোণ নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের জাহিদের প্রিজমটি সমবাহু প্রিজম হতে পারে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তা যাচাই করো। ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে। ফোকাস দূরত্বকে f দ্বারা সূচিত করা হয়।

খ একটি বস্তু নিয়ে এর খুব নিকটে পরীক্ষণীয় লেন্সটি ধরলে যদি প্রতিবিম্ব অবাস্তব, সিধা এবং আকারে বস্তুর চেয়ে বড় হয় তবে লেন্সটি উত্তল হবে। আর যদি প্রতিবিম্ব আকারে ছোট হয়, লেন্সটি অবতল হবে।

গ দেওয়া আছে,

নাহিদের প্রিজমের ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ, $\delta_m = 30^\circ$

প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, $\mu = \sqrt{2}$

বের করতে হবে, প্রিজম কোণ, $A = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \mu = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}} \\ \text{বা, } \sqrt{2} = \frac{\sin \frac{A + 30^\circ}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \left(\frac{A}{2} + 15^\circ \right)}{\sin \frac{A}{2}} \\ = \frac{\sin \frac{A}{2} \cos 15^\circ + \cos \frac{A}{2} \sin 15^\circ}{\sin \frac{A}{2}} \\ = \cos 15^\circ + \cot \frac{A}{2} \sin 15^\circ$$

$$\text{বা, } \left(\cot \frac{A}{2} \right) (\sin 15^\circ) = \sqrt{2} - \cos 15^\circ = 0.4483$$

$$\text{বা, } \cot \frac{A}{2} = \frac{0.4483}{\sin 15^\circ} = 1.732 = \cot 30^\circ$$

$$\text{বা, } \frac{A}{2} = 30^\circ \therefore A = 60^\circ \text{ (Ans.)}$$

ঘ প্রিজম কোণ A , নির্গমন কোণ i_2 এবং সংশ্লিষ্ট তলে আপতন r_2 হলে প্রদত্ত শর্তমতে,

$$i_2 = A \text{ এবং } i_2 = 2r_2$$

$$\therefore r_2 = \frac{i_2}{2} = \frac{A}{2}$$

$$\therefore \text{প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক, } \mu = \frac{\sin i_2}{\sin r_2}$$

$$\text{বা, } \sqrt{2} = \frac{\sin A}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{2 \sin \frac{A}{2} \cos \frac{A}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = 2 \cos \frac{A}{2}$$

$$\text{বা, } \cos \frac{A}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ বা, } \frac{A}{2} = \cos^{-1} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right) = 30^\circ$$

$$\therefore A = 2 \times 30^\circ = 60^\circ$$

এখন যদি প্রিজম কোণ সংলগ্ন বাহুদ্বয়ের দৈর্ঘ্য সমান হয়, তবে অপর কোণদ্বয়ও পরিমাপে সমান হবে। এদের প্রত্যেকের মান θ হলে,

$$A + 2\theta = 180^\circ \text{ বা, } 2\theta = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$$

$$\therefore \theta = 60^\circ$$

সুতরাং এক্ষেত্রে জাহিদের প্রিজমটি সমবাহু প্রিজম হবে, অন্যথায় প্রিজমটি সমবাহু হবে না।

প্রশ্ন ▶ ৫৯ Optical Vision Company +7D এবং -3D ক্ষমতাসম্পন্ন দুটি লেন্সকে সমন্বয় করে একটি নতুন লেন্স বাজারজাত করল। তারা পর্যবেক্ষণ করলেন যে, নতুন লেন্সে বাস্তব ও অবাস্তব উভয় ধরনের বিম্ব সৃষ্টি হয়।

(সিলেট সরকারি মহিলা কলেজ, সিলেট)

- ক. তরঙ্গ মুখ কাকে বলে? ১
- খ. আলোর প্রধান ফোকাস ও গৌণ ফোকাসের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২
- গ. উদ্দীপকে বর্ণিত নতুন লেন্স হতে কত দূরে বস্তু রাখলে অর্ধেক আকারের বাস্তব বিম্ব সৃষ্টি হবে। ৩
- ঘ. নতুন লেন্স হতে বস্তুর অবস্থান কীরূপ পরিবর্তন করলে দ্বিগুণ আকারের অবাস্তব বিম্ব সৃষ্টি হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরঙ্গের যে রেখা বা তল বরাবর সবগুলো কণা সমদশাসম্পন্ন তাকে ঐ তরঙ্গের তরঙ্গ মুখ বলে।

খ প্রধান ফোকাস ও গৌণ ফোকাসের পার্থক্য নিম্নরূপ—

প্রধান ফোকাস	গৌণ ফোকাস
১. কোনো গোলায় দর্পণে বা লেন্সে আপতিত প্রধান অক্ষের নিকটবর্তী সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর যে বিন্দুতে মিলিত হয় (অবতল দর্পণ বা উত্তল লেন্সে) বা যে বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (উত্তল দর্পণ বা অবতল লেন্সে) তাকে ঐ দর্পণের প্রধান ফোকাস বলে।	১. পরস্পর সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ যখন কোনো গোলায় দর্পণ বা লেন্সের প্রধান অক্ষের সাথে সামান্য আলতভাবে আপতিত হয়, তখন প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর ফোকাস তলের উপরস্থ একটি বিন্দুতে ছেদ করে (অবতল দর্পণ বা উত্তল লেন্সে) বা একটি বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (উত্তল দর্পণ বা অবতল লেন্সে), একে গৌণ ফোকাস বলে।
২. কোনো গোলায় দর্পণ বা লেন্সে প্রধান ফোকাস প্রধান অক্ষের উপর হয়।	২. আপতিত রশ্মির আপতন কোণের উপর নির্ভর করে গৌণ ফোকাস তলের যে কোনো স্থানে হতে পারে।
৩. প্রধান ফোকাস কেবল দুইটি।	৩. গৌণ ফোকাস অসংখ্য।

গ সংযুক্ত লেন্সের ফোকাস দূরত্ব F হলে,

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \\ = P_1 + P_2 \\ = 7 - 3 \\ = +4$$

এখানে,

$$1ম লেন্সের ক্ষমতা, P_1 = 7D$$

$$2য় লেন্সের ক্ষমতা, P_2 = -3D$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{f}{2} \\
 \therefore u &= \frac{f}{2} \\
 &= \frac{25}{2} \\
 &= 12.5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

অর্থাৎ, লেন্স হতে দূরত্ব পূর্বের 75 cm হতে পরিবর্তন করে করলে দ্বিগুণ আকারের অবাস্তব বিম্ব তৈরি হবে।

প্রশ্ন ▶ ৬০ জীববিজ্ঞান ল্যাবে ব্যবহৃত অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব যথাক্রমে 2 সে.মি. ও 5 সে.মি.। ন 25 সে.মি.।

(পিরোজপুর সরকারি ম)

ক. বিচ্ছুরণ ক্ষমতা কাকে বলে?

খ. লক্ষ্যবস্তু লেন্সের ফোকাস দূরত্বের মধ্যে থাকলে অবস্থান ও প্রকৃতি ব্যাখ্যা করো।

গ. উদ্দীপক থেকে কোথায় স্লাইড রাখলে স্পষ্ট দূরত্বে হবে নির্ণয় করো।

ঘ. উক্ত লেন্স দ্বারা দূরবীক্ষণ যন্ত্র গঠন করলে বিবর্ধনের হবে কী? গাণিতিকভাবে তুলনা করো।

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দুই প্রান্তীয় বর্ণ তথা বেগুনি ও লাল বর্ণের কৌণিক এদের মধ্যম বর্ণের বিচ্যুতির অনুপাতকে বিচ্ছুরণ ক্ষমতা বলে

পদার্থবিজ্ঞান

ষষ্ঠ অধ্যায় : জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান

১৮৭. ফার্মাটের নীতির সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায় আলোর— [সরকারি হাজী মুহাম্মদ মহসিন কলেজ, চট্টগ্রাম] (জ্ঞান)

- (ক) সরলরেখিক গতি (খ) অপবর্তন
(গ) ব্যতিচার ধর্ম (ঘ) প্রতিফলন

১৮৮. নিচের কোনটি আলোর প্রতিফলনের ২য় সূত্রের গাণিতিক রূপ? (জ্ঞান)

- (ক) $i = r$ (খ) $i > r$
(গ) $i < r$ (ঘ) $\frac{i}{r}$

১৮৯. কোন পথে গমনকারী আলোক রশ্মি প্রতিফলনের পর যে পথে আসে সে পথেই ফিরে যায়? (জ্ঞান)

- (ক) প্রধান অক্ষের সমান্তরালে
(খ) প্রধান ফোকাস বরাবর
(গ) ফোকাস তলে সমান্তরাল
(ঘ) বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর

১৯০. কোন সম্পর্কটি সঠিক? (জ্ঞান)

- (ক) $\mu_1 r = \mu_2 i$ (খ) $\mu_1 r = \mu_2 f$
(গ) $\frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{i}{r}$ (ঘ) $\mu_1 \mu_2 = ir$

১৯১. ন্যূনতম বিচ্যুতির ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [অমৃত লাল দে মহাবিদ্যালয়, বরিশাল] (জ্ঞান)

- (ক) $i_2 = \frac{A + \delta_m}{2}$ (খ) $i_1 = \frac{A + \delta_m}{2}$
(গ) $i_1 = r_1$ (ঘ) $i_2 = r_2$

১৯২. কে জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্র আবিষ্কার করেন? [রাজউক উত্তরা মহিল কলেজ, ঢাকা] (জ্ঞান)

- (ক) কেপলার (খ) নিউটন
(গ) আর্কিমিডিস (ঘ) গ্যালিলিও

১৯৩. লেন্সের ক্ষমতার মাত্রা কোনটি? [সরকারি আলেক মাখুদ কলেজ, জামালপুর] (জ্ঞান)

- (ক) $ML^{-2}T^{-1}$ (খ) L^{-1}
(গ) L^1 (ঘ) F^{-1}

১৯৪. হীরকের প্রতিসরাঙ্ক ২.৪ হলে হীরকে আলোর বেগ কত? [ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, মোমেনশাহী] (জ্ঞান)

- (ক) $1.55 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ (খ) $1.5 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
(গ) $1.2 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ (ঘ) $1.25 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

১৯৫. একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ০.২ম। পানিতে এর ফোকাস দূরত্ব কত? (কাচ ও পানির পরম প্রতিসরাঙ্ক $\frac{3}{2}$ ও $\frac{4}{3}$) (অনুধাবন)

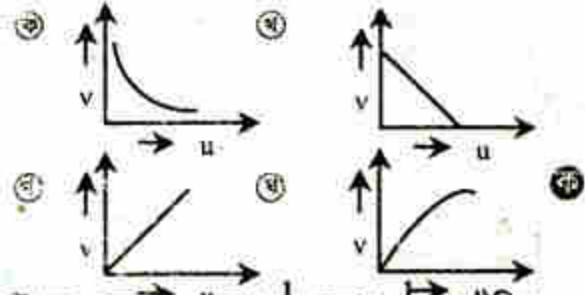
- (ক) ০.৪ম (খ) ০.৪ম
(গ) ০.৭ম (ঘ) ০.৫ম

১৯৬. নিচের কোনটি লেন্স প্রস্তুতকারণ সমীকরণ? (জ্ঞান)

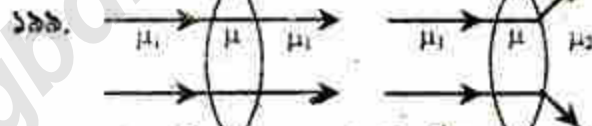
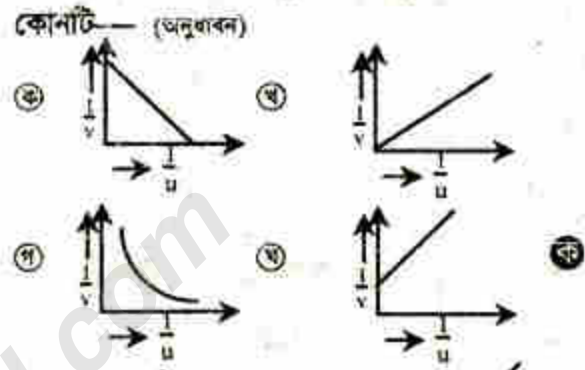
- (ক) $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$
(খ) $\frac{1}{f} = (\mu - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$

(গ) $\frac{\mu}{v} + \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{r}$ (ঘ) $m = \frac{v}{u} \left(1 - \frac{D}{f} \right)$

১৯৭. নিচের কোনটি একটি উত্তল লেন্সের অন্য $u \sim v$ লেখচিত্র নির্দেশ করে। (অনুধাবন)



১৯৮. উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে $\frac{1}{u}$ বনাম $\frac{1}{v}$ লেখচিত্র



ওপরের চিত্রের হতে কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)

- (ক) $\mu < \mu_1$ (খ) $\mu < \mu_2$
(গ) $\mu = \mu_1$ (ঘ) $\mu = \mu_2$

২০০. লেন্সের ক্ষেত্রে u , v এবং f এর মধ্যে সম্পর্ক— (অনুধাবন)

- i. $f = \frac{u+v}{uv}$ ii. $f = \frac{uv}{u+v}$
iii. $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২০১. পয়েন্টিং ভেক্টর \vec{S} হলো— (জ্ঞান)

- (ক) $\vec{E} \times \vec{H}$ (খ) $\vec{H} \times \vec{E}$
(গ) $\vec{E} \cdot \vec{H}$ (ঘ) $\vec{H} \cdot \vec{E}$

২০২. একটি সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রে ব্যবহৃত উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ০.১ম হলে, ঐ যন্ত্রের বিবর্ধন— (জ্ঞান)

- (ক) ০.৪ (খ) ১.৪
(গ) ২.৫ (ঘ) ৩.৫

২০৩. সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রে কোনটি ব্যবহৃত হয়? (জ্ঞান)

- (ক) অবতল লেন্স (খ) উত্তল ও অবতল লেন্স
(গ) উত্তল লেন্স (ঘ) চোঙাকৃতি লেন্স

২০৪. একটি প্রিজমে কয়টি ত্রিভুজাকার তল থাকে?

(জ্ঞান)

- (ক) ২ (খ) ৩
(গ) ৩ (ঘ) ৫

২০৫. একটি সমবাহু প্রিজমের প্রতিসরাঙ্ক $\sqrt{2}$ হলে এর ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ কত? [সরকারি আশেক মাহমুদ কলেজ, জামালপুর (প্রয়োগ)]

- (ক) 15° (খ) 30°
(গ) 45° (ঘ) 60°

২০৬. গোলায় পৃষ্ঠে আলোকরশ্মি গমনের সময় অনুসরণ করে— (অনুধাবন)

- i. দীর্ঘতম পথ ii. ক্ষুদ্রতম পথ
iii. মাঝামাঝি পথ

- নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২০৭. প্রতিসরাঙ্কের মান নির্ভর করে— (অনুধাবন)

- i. আপতন কোণের ওপর
ii. স্বচ্ছ মাধ্যম দুটির প্রকৃতির ওপর
iii. আলোক রশ্মির বর্ণের ওপর

- নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২০৮. বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়— (অনুধাবন)

- i. অবতল দর্পণে ii. উত্তল দর্পণে
iii. উত্তল লেন্সে

- নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২০৯. প্রতিবিম্বের দূরত্ব v — (প্রয়োগ)

- i. ধনাত্মক হলে প্রতিবিম্ব বাস্তব ও উল্টা হয়
ii. ঋণাত্মক হলে প্রতিবিম্ব অবাস্তব এবং সোজা হয়
iii. ধনাত্মক হলে প্রতিবিম্ব বিবর্ধিত হয়

- নিচের কোনটি সঠিক?
(ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২১০. $\mu_b < 1$ হলে— (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. $\frac{\sin i}{\sin r} > 1$ ii. $i > r$
iii. $\mu_b > 1$

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২১১. প্রতিসারক দূরবীক্ষণ যন্ত্রে অভিলক্ষ্য হিসেবে বড়— (অনুধাবন)

- i. উন্মেষের লেন্স ব্যবহার করা হয়
ii. ফোকাস দূরত্বের লেন্স থাকে

iii. উন্মেষের উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হয়
নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২১২. প্রিজমে— (অনুধাবন)

- i. তিনটি আয়তাকার সমতল পৃষ্ঠ থাকে
ii. দুটি ত্রিভুজাকার সমতল পৃষ্ঠ থাকে
iii. প্রতিসারক পৃষ্ঠ দুটি থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২১৩. বায়ুর তুলনায় কাচের প্রতিসরাঙ্ক বেশি। তাই— (অনুধাবন)

- i. বায়ু হতে কাচে প্রবেশের সময় যে কোনো রশ্মি অভিলম্বের নিকটবর্তী হয়
ii. কাচ হতে বায়ুতে প্রবেশের সময় রশ্মি অভিলম্ব হতে দূরে সরে যাবে
iii. বায়ু অপেক্ষা কাচে আলোর বেগ বেশি

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

২১৪. প্রিজমে— (অনুধাবন)

- i. লাল আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেগুনি আলোর তুলনায় বেশি
ii. লাল আলো অপেক্ষা নীল আলোর বিচ্যুতি বেশি হয়
iii. বেগুনি আলো অপেক্ষা হলুদ আলোর বিচ্যুতি বেশি হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii (খ) i ও iii
(গ) ii ও iii (ঘ) i, ii ও iii

উদ্দীপকটি পড় এবং ২১৫ ও ২১৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একজন হস্তরেখাবিদ হাতের রেখা পরীক্ষা করার জন্য যে লেন্সটি ব্যবহার করেন তাঁর ফোকাস দূরত্ব 12.5cm। তিনি এক লোকের হাতের রেখা দেখার জন্য হাতটি যন্ত্র হতে একটি নির্দিষ্ট দূরত্ব রাখলেন এবং স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্বে বিবর্ধিত বিম্ব পেলেন।

২১৫. হস্তরেখাবিদ যন্ত্রটির সাহায্যে কতগুণ বিবর্ধিত বিম্ব পেয়েছিলেন? (প্রয়োগ)

- (ক) 0.5 (খ) 1.5
(গ) 2 (ঘ) 3

২১৬. উক্ত যন্ত্রটির সাহায্যে পূর্বের অবস্থানে 2.5 গুণ বিবর্ধিত বিম্ব পেতে হলে লেন্সটিকে পূর্বের অবস্থান থেকে কত দূরে সরাতে হবে? (প্রয়োগ)

- (ক) 2.5 (খ) 6.25
(গ) 16.66 (ঘ) 20 cm