পদার্থবিজ্ঞান
নবম-দশম শ্রেণি
অধ্যায়-৯: আলোর প্রতিসরণ

Md. Abdullah Al-Mamun
BSc (Hons) 1st Class
MSc (Physics) 1st Class
Associate Professor
Dept. of Physics, DRMC.
Cell: 01819102499

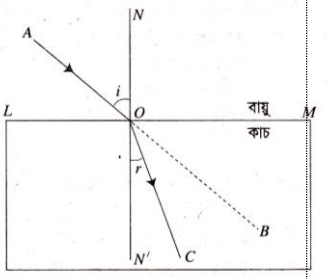
১। আলোর প্রতিসরণ: আলোক রশ্মি এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে যাওয়ার সময় মাধ্যমদ্বয়ের বিভেদ তলে তীর্যকভাবে আপতিত আলোক রশ্মির দিক পরিবর্তন করার ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে। আলোর প্রতিসরণ দুটি সূত্র মেনে চলে। যথা-

- **প্রথম সূত্র:** আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে বিভেদ তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব এবং প্রতিসরিত রশ্মি একই সমতলে থাকে।
- **দ্বিতীয় সূত্র:** একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদাই ধ্রুব থাকে। বিজ্ঞানী স্নেল সূত্রটি আবিষ্কার করেন বলে তাঁর নামানুসারে এই সূত্রটিকে স্নেলের সূত্র বলা হয়। আলোক রশ্মি প্রথম মাধ্যম থেকে দ্বিতীয় মাধ্যমে প্রবেশ করলে স্নেলের সূত্রের গাণিতিক রূপ হবে, $\eta_1 Sini = \eta_2 Sinr$

২। প্রতিসরণাঙ্ক: আলোক রশ্মি যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তীর্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত যে ধ্রুব সংখ্যা হয় তাকে প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে। a মাধ্যমে আপতন কোণ i এবং b মাধ্যমে প্রতিসরণ কোণ r হলে a মাধ্যম সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক, ${}_a\eta_b = \frac{Sin\,\mathrm{i}}{Sin\,\mathrm{r}}$। প্রতিসরণাঙ্কের মান আলোর রঙ এবং মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। প্রতিসরণাঙ্কের সাথে আলোর বেগের সম্পর্ক হলো, ${}_a\eta_b = \frac{C_a}{C_b}$।

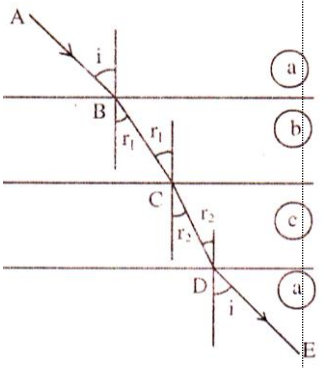
- **পরম প্রতিসরাঙ্ক:** আলোক রশ্মি যখন শূন্য বা বায়ু মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তীর্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত যে ধ্রুব সংখ্যা হয় তাকে ঐ মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক বলে।
- **আপেক্ষিক প্রতিসরণাঙ্ক:** আলোক রশ্মি যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তীর্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত যে ধ্রুব সংখ্যা হয় তাকে প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের আপেক্ষিক প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

৩। ${}_a\eta_g$ এবং ${}_g\eta_a$ এর মধ্যে সম্পর্ক:



চিত্রানুসারে, বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_a\eta_g = \frac{Sin\,\mathrm{i}}{Sin\,\mathrm{r}}$। আবার, আলোক রশ্মি যদি কাচ থেকে বায়ুতে প্রবেশ করে তাহলে প্রত্যাবর্তনের নিয়মানুসারে, CO আপতিত রশ্মি হলে OA হবে প্রতিসরিত রশ্মি। সেক্ষেত্রে, কাচ সাপেক্ষে বায়ুর প্রতিসরণাঙ্ক, ${}_g\eta_a = \frac{Sin\,\mathrm{r}}{Sin\,\mathrm{i}} = \frac{1}{\frac{Sin\,\mathrm{i}}{Sin\,\mathrm{r}}} = \frac{1}{{}_a\eta_g}$। অতএব, ${}_a\eta_g = \frac{1}{{}_g\eta_a}$।

৪। পরম প্রতিসরাঙ্ক এবং আপেক্ষিক প্রতিসরাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক:



ধরাযাক, a ,b এবং c তিনটি মাধ্যম পর পর চিত্রানুসারে সাজানো হলো। মাধ্যমগুলোর মধ্যবর্তী বিভেদগুলো সমতল এবং পরস্পর সমান্তরাল। a মাধ্যম থেকে আগত একটি আলোক রশ্মি মাধ্যমগুলোর মধ্য দিয়ে গমন করে পুনরায় a মাধ্যমে নির্গত হলো। রশ্মিটির গমন পথ $ABCDE$। এখন B, C এবং D বিন্দুতে প্রতিসরণের জন্য যথাক্রমে পাই, ${}_a\eta_b = \frac{Sin\,\mathrm{i}}{Sin\,\mathrm{r_1}}$, ${}_b\eta_c = \frac{Sin\,\mathrm{r_1}}{Sin\,\mathrm{r_2}}$ এবং ${}_c\eta_a = \frac{Sin\,\mathrm{r_2}}{Sin\,\mathrm{i}}$।

$\therefore$ সমীকরণগুলো গুণ করে পাই, ${}_a\eta_b \times {}_b\eta_c \times {}_c\eta_a = \frac{Sin\,\mathrm{i}}{Sin\,\mathrm{r_1}} \times \frac{Sin\,\mathrm{r_1}}{Sin\,\mathrm{r_2}} \times \frac{Sin\,\mathrm{r_2}}{Sin\,\mathrm{i}}$ বা, ${}_a\eta_b \times {}_b\eta_c \times {}_c\eta_a = 1$

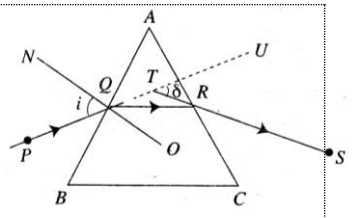
অতএব, ${}_b\eta_c = \frac{1}{{}_a\eta_b \times {}_c\eta_a} = \frac{1}{{}_a\eta_b \times \frac{1}{{}_a\eta_c}} = \frac{{}_a\eta_c}{{}_a\eta_b}$। অতএব, পরম প্রতিসরণাঙ্ক এবং আপেক্ষিক প্রতিসরণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক হলো: ${}_b\eta_c = \frac{{}_a\eta_c}{{}_a\eta_b}$।

৫। ক্রান্তি কোণ ও পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন:

- **ক্রান্তি কোণ:** নির্দিষ্ট রঙের আলোক রশ্মি ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে প্রতিসরিত হওয়ার সময় আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণের মান 90^0 হয়, অর্থাৎ প্রতিসরিত রশ্মি বিভেদ তল ঘেষে চলে যায় তাকে হালকা মাধ্যমের সাপেক্ষে ঘন মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ বলে।
- **পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন:** আলোক রশ্মি যখন ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় মানের কোণে আপতিত হয় তখন প্রতিসণের পরিবর্তে আলোক রশ্মি সম্পূর্ণভাবে ঘন মাধ্যমের অভ্যন্তরে প্রতিফলনের সূত্রানুসারে প্রতিফলিত হয়। এই ঘটনাকে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন বলে। পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন সংঘটিত হওয়ার শর্ত হলো:
  (১) আলোক রশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে ঘন ও হালকা মাধ্যমের বিভেদ তলে আপতিত হতে হবে।
  (২) আপতন কোণের মান ক্রান্তি কোণের চেয়ে বড় হতে হবে।

পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলনের কারণে আকাশে রংধনু সৃষ্টি হয়, মরুভূমিতে মরীচিকা দেখা যায়, রাজপথ চকচকে ও ভেজা দেখা যায়। তাছাড়া পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন ঘটিয়ে অপটিক্যাল ফাইবারের মধ্য দিয়ে আলো শত শত কিলোমিটার দূরে নিয়ে যাওয়া হয়।

৬। প্রিজমে আলোর প্রতিসরণ: দুটি হেলানো সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে প্রিজম বলে। একটি প্রিজমে সাধারণত তিনটি আয়তাকার সমতল এবং দুটি ত্রিভূজাকার সমতল থাকে। যে আয়তাকার সমতল পৃষ্ঠদ্বয় পরস্পর আনত থাকে তাদেরকে প্রিজমের প্রতিসারক পৃষ্ঠ বলে। একটি আপতিত রশ্মি PQ প্রথম প্রতিসারক পৃষ্ঠ AB এর উপর আপতিত হয়ে QR পথে প্রতিসরিত হয়। অতঃপর QR রশ্মিটি দ্বিতীয় প্রতিসারক পৃষ্ঠ AC দ্বারা প্রতিসরিত হয়ে RS পথে নির্গত হয়। আপতিত রশ্মিকে সামনের দিকে এবং নির্গত রশ্মিকে পেছনের দিকে বাড়ালে যে কোণ, $\angle UTS = \delta$ উৎপন্ন করে তা হলো বিচ্যুতি কোণ। একটি নির্দিষ্ট আপতন কোণের জন্য এই বিচ্যুতি কোণের মান আলোর রঙের উপর নির্ভর করে। বেগুনি আলোর জন্য বিচ্যুতি কোণের মান সবচেয়ে বেশি হয় এবং লাল আলোর জন্য বিচ্যুতি কোণের মান সবচেয়ে কম হয়। ভিন্ন ভিন্ন রঙের আলোর জন্য বিচ্যুতি কোণের মান ভিন্ন ভিন্ন হওয়ায় প্রিজমের মধ্য দিয়ে যৌগিক আলো যাওয়ার সময় মৌলিক আলোতে বিভক্ত হয়ে যায়। যৌগিক আলো প্রিজমের মধ্য দিয়ে যাওয়া সময় মৌলিক আলোতে বিভক্ত হওয়ার ঘটনাকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে।



৭। লেন্স ও তার প্রকারভেদ: দুটি গোলীয় পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে। লেন্স প্রধানত দুই প্রকার। যথা-

- **উত্তল লেন্স:** যে লেন্সের মধ্যভাগ মোটা এবং প্রান্ত সরু তাকে উত্তল লেন্স বলে। এই লেন্স সাধারণত এক গুচ্ছ আলোক রশ্মিকে অভিসারী করে থাকে বলে তাকে অভিসারী লেন্সও বলা হয়। উত্তল লেন্স আবার তিন প্রকার। যথা- উভোত্তল লেন্স, সমতলোত্তল লেন্স এবং অবতলোত্তল লেন্স।
- **অবতল লেন্স: :** যে লেন্সের মধ্যভাগ সরু এবং প্রান্তের দিক মোটা তাকে অবতল লেন্স বলে। এই লেন্স সাধারণত এক গুচ্ছ আলোক রশ্মিকে অপসারী করে থাকে বলে তাকে অপসারী লেন্সও বলা হয়। অবতল লেন্স তিন প্রকার। যথা- উভাবতল, সমতলাবতল এবং উত্তলাবতল লেন্স।

৮। লেন্স সম্পর্কিত কতিপয় রাশি:

- **বক্রতার কেন্দ্র:** লেন্সের কোনো পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ বিশেষ সেই গোলকের কেন্দ্রকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র বলে। যেহেতু লেন্সের পৃষ্ঠ দুটি তাই লেন্সের বক্রতার কেন্দ্র দুটি।
- **প্রধান অক্ষ:** লেন্সের উভয় পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সরলরেখাকে প্রধান অক্ষ বলে। লেন্সের একটি পৃষ্ঠ সমতল এবং অপর পৃষ্ঠ গোলীয় হলে গোলীয় পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র থেকে সমতল পৃষ্ঠের উপর অভিলম্বই হবে লেন্সের প্রধান অক্ষ।
- **বক্রতার ব্যাসার্ধ:** লেন্সের কোনো পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ বিশেষ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে। যেহেতু লেন্সের পৃষ্ঠ দুটি তাই লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ দুটি।
- **আলোক কেন্দ্র:** কোনো আলোক রশ্মি যদি লেন্সের এক পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে নির্গত হওয়ার সময় আপতিত রশ্মির সমান্তরালে নির্গত হয় তাহলে সেই রশ্মি লেন্সের প্রধান অক্ষের উপরস্থ যে বিন্দু দিয়ে যায় সেই বিন্দুকে লেন্সের আলোক কেন্দ্র বলে।
- **প্রধান ফোকাস:** লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল ও নিকটবর্তী রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয় (উত্তল লেন্স) বা যে বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (অবতল লেন্স) সেই বিন্দুকে লেন্সের প্রধান ফোকাস বলে।
- **ফোকাস দূরত্ব:** আলোক কেন্দ্র থেকে লেন্সের প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বলে।
- **ফোকাস তল:** কোনো লেন্সের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে প্রধান অক্ষের সাথে লম্বভাবে যে সমতল কল্পনা করা হয় তাকে ফোকাস তল বলে।

৯। লেন্সে রশ্মি চিত্র অঙ্কন: লেন্সের ক্ষেত্রে সচরাচর নিচের তিন ধরণের রশ্মির যে কোনো দুটি রশ্মি ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব অঙ্কন করা যায়:

- লেন্সের আলোক কেন্দ্র দিয়ে আপতিত রশ্মি প্রতিসরণের পর সোজাসুজি চলে যায়।
- লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত রশ্মি প্রতিসরণের পর প্রধান ফোকাস দিয়ে যায় (উত্তল লেন্সে) বা প্রধান ফোকাস থেকে আসছে বলে মনে হয় (অবতল লেন্সে)।
- লেন্সের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে (উত্তল লেন্সে) বা প্রধান ফোকাস অভিমুখী (অবতল লেন্সে) আপতিত রশ্মি প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়ে যায়।
- উত্তল লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর লক্ষ্যবস্তুর বিভিন্ন অবস্থানের জন্য সৃষ্ট প্রতিবিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকৃতি নিচের ছকে দেখানো হলো:

অবস্থান	লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান	প্রতিবিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকৃতি
১	অসীমে	অবস্থান: প্রধান ফোকাস ও আলোক কেন্দ্রের মধ্যে; প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো; আকৃতি: অত্যন্ত খর্বিত
২	$2F$ বাহিরে কিন্তু, অসীমে নয়	অবস্থান: $2F$ এবং প্রধান ফোকাসের মধ্যে; প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো; আকৃতি: খর্বিত
৩	$2F$ দূরত্বে	অবস্থান: $2F$ দূরত্বে; প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো; আকৃতি: লক্ষ্যবস্তুর সমান
৪	$2F$ এবং প্রধান ফোকাসের মধ্যে	অবস্থান: $2F$ এর বাহিরে কিন্তু, অসীমে নয়; প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো; আকৃতি: বিবর্ধিত
৫	প্রধান ফোকাসে	অবস্থান: অসীমে; প্রকৃতি: বাস্তব ও উল্টো অথবা অবাস্তব ও সোজা; আকৃতি: অত্যন্ত বিবর্ধিত
৬	প্রধান ফোকাস ও আলোক কেন্দ্রের মধ্যে	অবস্থান: লেন্সের সামনে; প্রকৃতি: অবাস্তব ও সোজা; আকৃতি: বিবর্ধিত

- উত্তল লেন্স বাস্তব ও অবাস্তব উভয় প্রকার প্রতিবিম্ব গঠন করতে পারে। উত্তল লেন্সে সৃষ্ট বাস্তব প্রতিবিম্ব বিবর্ধিত ও খর্বিত উভয় হতে পারে কিন্তু, উত্তল লেন্সে সৃষ্ট অবাস্তব প্রতিবিম্ব সর্বদাই বিবর্ধিত হয়। অন্যদিকে, অবতল লেন্স দ্বারা সৃষ্ট প্রতিবিম্ব সর্বদাই অবাস্তব ও খর্বিত হয়।
- লেন্সের ফোকাস দূরত্ব, লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব ও প্রতিবিম্বের দূরত্বের মধ্যে সম্পর্ক হলো: $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$।
- **লেন্সের ক্ষমতা:** একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মিকে কোনো লেন্সের অভিসারী (উত্তল লেন্সে) গুচ্ছে বা অপসারী (অবতল লেন্সে) গুচ্ছে পরিণত করার সামর্থকে ঐ লেন্সের ক্ষমতা বলে। কোসো লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $f(m)$ এবং ক্ষমতা P হলে, $P=\frac{1}{f(m)}$ ডাইঅপ্টার।

- **চোখের উপযোজন:** চোখের লেন্সের একটি বিশেষ গুণ হচ্ছে প্রয়োজনমত এর ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তন ঘটে। ফোকাস দূরত্বের পরিবর্তনের ফলে লক্ষ্যবস্তুর যে কোনো অবস্থানের জন্য লেন্স থেকে একই দূরত্বে অর্থাৎ রেটিনার উপর স্পষ্ট বিম্ব গঠিত হয়। যে কোনো দূরত্বের বস্তু দেখার জন্য চোখের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব নিয়ন্ত্রন করার ক্ষমতাকে উপযোজন ক্ষমতা বলে এবং এই প্রক্রিয়াকে চোখের উপযোজন বলে।
- **স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব এবং দূরতম দূরত্ব:** যে নিকটতম দূরত্ব পর্যন্ত চোখ বিনা শ্রান্তিতে স্পষ্ট দেখতে পায় তাকে স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব বলে। স্বাভাবিক চোখের জন্য স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব প্রায় 25 সেন্টিমিটার। চোখ থেকে 25 সেন্টিমিটার দূরবর্তী বিন্দুকে চোখের নিকট বিন্দ বলে। যে দূরত্বে কোনো বস্তু থাকলে তা স্পষ্ট দেখা যায় তাকে চোখের স্পষ্ট দর্শনের দূরতম দূরত্ব বলে। স্পষ্ট দর্শনের দূরতম দূরত্বে অবস্থিত কোনো বিন্দুকে চোখের দূর বিন্দু বলে। স্বাভাবিক চোখের জন্য দূর বিন্দু অসীম দূরত্বে অবস্থিত হয়।
- **চোখের ত্রুটি:** স্বাভাবিক চোখের দৃষ্টির পাল্লা 25 সেন্টিমিটার থেকে অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত। যদি কোনো চোখ এই পাল্লার মধ্যে কোনো বস্তুকে স্পষ্ট দেখতে না পায় তাহলে সেই চোখ ত্রুটিপূর্ণ বলে ধরা হয়। চোখের ত্রুটি প্রধানত দুই ধরণের হয়। যথা- হ্রস্ব সৃষ্টি বা মাইওপিয়া এবং দীর্ঘ দৃষ্টি বা হাইপারমেট্রোপিয়া।

বেসিক গাণিতিক সমস্যাবলী:

১। বেনজিনে আলোর বেগ $2\times10^8 ms^{-1}$ হলে কেরোসিনে আলোর বেগ নির্ণয় কর। বেনজিন সাপেক্ষে কেরোসিনের প্রতিসরাংক 0.96 ।

২। শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ $3\times10^8 ms^{-1}$ হলে পানিতে আলোর বেগ নির্ণয় কর। পানির প্রতিসরাংক 1.33 ।

৩। শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ $3\times10^8 ms^{-1}$ এবং কাচে আলোর বেগ $2\times10^8 ms^{-1}$ হলে কাচের প্রতিসরাংক কত?

৪। গ্লিসারিনের সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাংক 1.09 । গ্লিসারিনে আলোর বেগ $2.04\times10^8 ms^{-1}$ হলে কাচে আলোর বেগ নির্ণয় কর।

৫। আলোক রশ্মি বায়ু থেকে বেনজিনে 30^0 কোণে আপতিত হলে কত কোণে প্রতিসৃত হবে? বেনজিনের প্রতিসরাংক 1.4 ।

৬। বায়ু সাপেক্ষে বেনজিনের প্রতিসরাংক 1.4 এবং বেনজিন সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরাংক 1.6 হলে বায়ুর সাপেক্ষে হীরকের প্রতিসরাংক বের কর।

৭। বায়ু সাপেক্ষে কাচের প্রতিসরাংক 1.5 এবং বায়ু সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাংক 1.33 হলে কাচের সাপেক্ষে পানির প্রতিসরাংক বের কর।

৮। একটি জলাশয়ের নিচে স্থাপিত বাতি থেকে আলোক রশ্মি পানির উপরিতলে আপতিত হয়ে 45^0 কোণে প্রতিসরিত হলে আপতন কোণ কত হবে?

৯। কাচ এবং পানির প্রতিসরাংক যথাক্রমে $\frac{3}{2}$ এবং $\frac{4}{3}$ । এদের মধ্যকার সংকট কোণ নির্ণয় কর?

১০। কাচ এবং হীরকের প্রতিসরাংক যথাক্রমে $\frac{3}{2}$ এবং $\frac{5}{2}$ । এদের মধ্যকার সংকট কোণ নির্ণয় কর?

১১। পানি থেকে আলো হীরকে 60^0 কোণে আপতিত হলে কত কোণে প্রতিসরিত হবে। পানি ও হীরকের প্রতিসরাংক যথাক্রমে 1.34 এবং 2.4 ।

১২। বায়ু এবং হীরকের সংকট কোণ 25^0 , বায়ু এবং কাচের সংকট কোণ 41^0 । হীরকের পরম প্রতিসরাংক এবং কাচের পরম প্রতিসরাংক কত হবে?

১৩। একটি লেন্সের ক্ষমতা $+4D$ । এর সামনে $20cm$ দূরে বস্তু স্থাপন করলে গঠিত বিম্বের দূরত্ব নির্ণয় কর।

১৪। কোন লেন্স $80cm$ দূরে স্থাপিত একটি বস্তুর সমান আকারের বাস্তব বিম্ব গঠন করে। লেন্সটির ফোকাস দূরত্ব ও ক্ষমতা নির্ণয় কর।

১৫। $15cm$ ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট একটি উত্তল লেন্স হতে কত দূরে একটি বস্তু স্থাপন করা হলে $30cm$ দূরে বিম্ব গঠিত হবে নির্ণয় কর।।

১৬। $10cm$ দীর্ঘ একটি বস্তুকে $25cm$ ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্স থেকে কত দূরে স্থাপন করলে অপর পাশে $20cm$ দীর্ঘ বিম্ব পাওয়া যাবে?

১৭। $5cm$ লম্বা একটি বস্তুকে $30cm$ ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্স হতে $60cm$ দূরে স্থাপন করলে বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার নির্ণয় কর।

১৮। $10cm$ লম্বা একটি বস্তুকে $40cm$ ফোকাস দূরত্বের অবতল লেন্স হতে $80cm$ দূরে স্থাপন করলে বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার নির্ণয় কর।

১৯। $12cm$ লম্বা একটি বস্তুকে $40cm$ ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্স হতে $60cm$ দূরে স্থাপন করলে বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার নির্ণয় কর।

২০। $8cm$ লম্বা একটি বস্তুকে $40cm$ ফোকাস দূরত্বে অবতল লেন্স হতে $20cm$ দূরে স্থাপন করলে বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার নির্ণয় কর।

২১। $6cm$ লম্বা একটি বস্তুকে $20cm$ ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্স হতে $10cm$ দূরে স্থাপন করলে বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার নির্ণয় কর।

২২। একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $50cm$ । লেন্স হতে কত দূরে বস্তু রাখলে দ্বিগুণ বিবর্ধিত বাস্তব বিম্ব পাওয়া যাবে?

২৩। একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $60cm$ । লেন্স হতে কত দূরে বস্তু রাখলে দ্বিগুণ বিবর্ধিত অবাস্তব বিম্ব পাওয়া যাবে?

২৪। একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $50cm$ । লেন্স হতে কত দূরে বস্তু রাখলে তিনগুণ বিবর্ধিত বিম্ব পাওয়া যাবে?

২৫। একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব $40cm$ । লেন্স হতে কত দূরে বস্তু রাখলে অর্ধেক আকারের বিম্ব পাওয়া যাবে?

২৬। একটি ক্ষীণদৃষ্টি সম্পন্ন চোখের দূর বিন্দু $75cm$ । কত ক্ষমতার চশমা ব্যবহার করলে এই ত্রুটি দূর হবে নির্ণয় কর।

২৭। একজন ক্ষীণদৃষ্টি সম্পন্ন লোক $25cm$ অপেক্ষা দূরের বস্তু দেখতে পান না। $50cm$ দূরে অবস্থিত বস্তু স্পষ্টভাবে দেখতে হলে তাকে কত ক্ষমতার চশমা ব্যবহার করতে হবে?

২৮। একজন ছাত্র তার চোখ থেকে মাত্র $10cm$ দূরে বই রেখে ভালভাবে পড়তে পারে। তাকে স্বাভাবিক চোখের স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্বে বই রেখে পড়ার জন্য কত ক্ষমতার চশমা ব্যবহার করতে হবে।

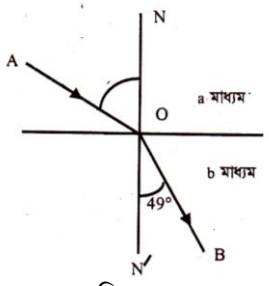
২৯। একজন দীর্ঘদৃষ্টি সম্পন্ন লোক $50cm$ অপেক্ষা কম দূরের বস্তু দেখতে পান না। তাকে স্বাভাবিক চোখের স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্বে অবস্থিত বস্তু স্পষ্টভাবে দেখতে হলে কত ক্ষমতার চশমা ব্যবহার করতে হবে?

৩০। একজন বালকের নিকট বিন্দু ও দূর বিন্দু যথাক্রমে $20cm$ এবং $50cm$ । লেখাপড়ার জন্য এবং দূরের বস্তু দেখার জন্য তাকে কত ক্ষমতার চশমা ব্যবহার করতে হবে নির্ণয় কর।

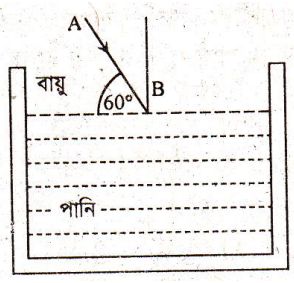
৩১। একজন দীর্ঘদৃষ্টি সম্পন্ন ব্যক্তির স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব $50cm$ এবং তিনি $30cm$ ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্স চশমা হিসাবে ব্যবহার করেন। এতে তার স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব কত হ্রাস পাবে নির্ণয় কর।

৩২। একজন ক্ষীণদৃষ্টি সম্পন্ন ব্যক্তির স্পষ্ট দর্শনের দূরতম দূরত্ব $50cm$ এবং তিনি $100cm$ ফোকাস দূরত্বের অবতল লেন্স চশমা হিসাবে ব্যবহার করেন। এতে তার স্পষ্ট দর্শনের দূরতম দূরত্ব কত বৃদ্ধি পাবে নির্ণয় কর।

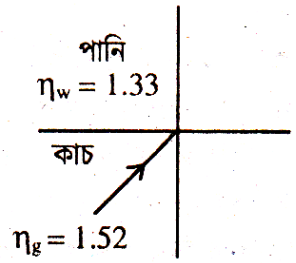
সৃজনশীল গাণিতিক সমস্যাবলী:



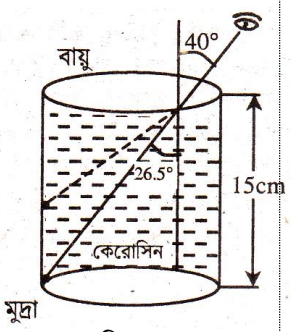
চিত্র-ক



চিত্র-খ



চিত্র-গ



চিত্র-ঘ

১। চিত্র-ক এর a মাধ্যম ও b মাধ্যমের পরম প্রতিসরাংক যথাক্রমে 1.42 এবং 1.51। এর আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

ক। a মাধ্যমে আপতন কোণের মান নির্ণয় কর।

খ। a মাধ্যম ও b মাধ্যমের মধ্যকার সংকট কোণ কত হবে নির্ণয় কর।

গ। AO রশ্মির দিক অপরিবর্তিত রেখে মাধ্যমদ্বয়ের অবস্থান বিনিময় করলে OB রশ্মির দিক পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

২। চিত্র-খ এর আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও। পানি এবং কেরোসিনের পরম প্রতিসরাংক যথাক্রমে 1.33 এবং 1.44।

ক। AB রশ্মিটি পানিতে প্রবেশ করলে কৌণিক সরণ কত হবে নির্ণয় কর।

খ। পাত্রে পানির পরিবর্তে কেরোসিন রাখলে প্রতিসরিত রশ্মির গতিপথ একই থাকবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৩। চিত্র-গ এর আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও। হীরকের পরম প্রতিসরাংক 2.41।

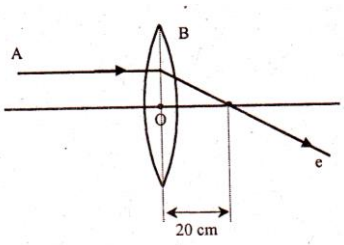
ক। আপতিত রশ্মিটি কত কোণে আপতিত হলে পূর্ণঅভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে নির্ণয় কর।

খ। পানির পরিবর্তে হীরক রাখলে পূর্ণঅভ্যন্তরীণ প্রতিফলন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

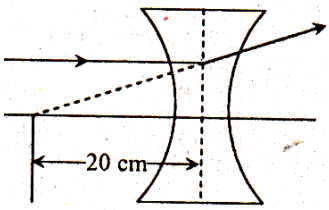
৪। চিত্র-ঘ এর আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

ক। করোসিনের প্রতিসরাংক কত হবে নির্ণয় কর।

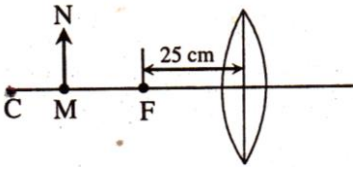
খ। পাত্রের তলদেশে অবস্থিত মুদ্রাটি কত উপরে দেখা যাবে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।



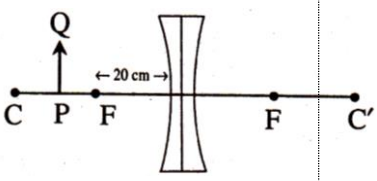
চিত্র-ক



চিত্র-খ



চিত্র-গ



চিত্র-ঘ

৫। চিত্র-ক এর আপতিত রশ্মিটি লেন্স থেকে $80cm$ দূরে অবস্থিত $10cm$ দীর্ঘ লক্ষবস্তু থেকে আসছে। এর আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

ক। লেন্সটির ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় কর।

খ। লেন্সটি দ্বারা সৃষ্ট বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার কীরূপ হবে- গাণিতিকভাবে ও রশ্মিচিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

গ। বস্তুটিকে লেন্স থেকে $10cm$ দূরে রাখা হলে সৃষ্ট বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার কীরূপ হবে- গাণিতিকভাবে ও রশ্মিচিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

৬। চিত্র-খ এর আপতিত রশ্মিটি লেন্স থেকে $100cm$ দূরে অবস্থিত $20cm$ দীর্ঘ লক্ষবস্তু থেকে আসছে। এর আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

ক। লেন্সটির ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় কর।

খ। লেন্সটি দ্বারা সৃষ্ট বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার কীরূপ হবে- গাণিতিকভাবে ও রশ্মিচিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

গ। বস্তুটিকে লেন্স থেকে $20cm$ দূরে রাখা হলে সৃষ্ট বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার কীরূপ হবে- গাণিতিকভাবে ও রশ্মিচিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

৭। চিত্র-গ এর লক্ষবস্তুটির দৈর্ঘ্য $12cm$ এবং এটি প্রধান ফোকাস থেকে $15cm$ দূরে অবস্থিত। এর আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

ক। লেন্সটির ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় কর।

খ। লেন্সটি দ্বারা সৃষ্ট বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার কীরূপ হবে- গাণিতিকভাবে ও রশ্মিচিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

গ। বস্তুটিকে লেন্স থেকে $15cm$ দূরে রাখা হলে সৃষ্ট বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার কীরূপ হবে- গাণিতিকভাবে ও রশ্মিচিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

ঘ। লেন্সটি দ্বারা চোখের কোন ধরণের ত্রুটি কীভাবে দুর করা যায় চিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

৮। চিত্র-ঘ এর লক্ষবস্তুটির দৈর্ঘ্য $16cm$ এবং এটি প্রধান ফোকাস থেকে $10cm$ দূরে অবস্থিত। এর আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

ক। লেন্সটির ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় কর।

খ। লেন্সটি দ্বারা সৃষ্ট বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার কীরূপ হবে- গাণিতিকভাবে ও রশ্মিচিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

গ। বস্তুটিকে লেন্স থেকে $10cm$ দূরে রাখা হলে সৃষ্ট বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকার কীরূপ হবে- গাণিতিকভাবে ও রশ্মিচিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।

ঘ। লেন্সটি দ্বারা চোখের কোন ধরণের ত্রুটি কীভাবে দুর করা যায় চিত্র এঁকে বিশ্লেষণ কর।