

অষ্টম অধ্যায়
আলোর প্রতিফলন
REFLECTION OF LIGHT



[আমরা আমাদের চারপাশে নানারকম বস্তু দেখতে পাই। যখন কোনো আলোক উৎস থেকে আলো সরাসরি আমাদের চোখে আসে তখন আমরা উৎসটি দেখতে পাই। আবার আলোক উৎস থেকে নির্গত আলো কোনো বস্তুর পৃষ্ঠ থেকে প্রতিফলিত হয়ে যখন আমাদের চোখে আসে তখনও আমরা বস্তুটি দেখতে পাই। আলো হচ্ছে এক প্রকার শক্তি বা বাহ্যিক কারণ যা আমাদের দেখতে সাহায্য করে বা দর্শনের অনুভূতি সৃষ্টি করে। এ অধ্যায়ে আমরা আলোর প্রকৃতি, দর্পণ, আলোর প্রতিফলনের সূত্রাবলী, দর্পণের প্রকারভেদ, দর্পণে কীভাবে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়, দর্পণের ব্যবহার ও প্রতিবিম্বের বিবর্ধন সম্পর্কে আলোচনা করব।]

এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা—

১. আলোর প্রকৃতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
২. আলোর প্রতিফলনের সূত্র ব্যাখ্যা করতে পারব।
৩. দর্পণ ব্যাখ্যা করতে পারব।
৪. প্রতিবিম্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
৫. আলোক রশ্মির ক্রিয়ারেখা অঙ্কন করে দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
৬. দর্পণে প্রতিবিম্ব সৃষ্টির কিছু সাধারণ ঘটনা ব্যাখ্যা করতে পারব।
৭. দর্পণের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।
৮. বিবর্ধন ব্যাখ্যা করতে পারব।
৯. প্রতিবিম্ব সৃষ্টি প্রদর্শন করতে পারব।
১০. আমাদের জীবনে বিভিন্ন আলোকীয় ঘটনার প্রভাব এবং এদের অবদান উপলব্ধি করতে পারব এবং প্রশংসা করতে পারব।

৮.১ আলোর প্রকৃতি

Nature of light

আমরা জানি, আলো হলো এক প্রকার শক্তি যার মাধ্যমে আমরা কোনো বস্তু দেখতে পাই। আমরা যখন কোনো বস্তু দেখি, তখন বস্তু থেকে আলো আমাদের চোখে আসে। চোখে প্রবিক্ত আলো চোখের রেটিনায় বস্তুটির প্রতিবিন্দু সৃষ্টি করে এবং জটিল প্রক্রিয়ার মাধ্যমে আমাদের মস্তিষ্কে বস্তুটির অনুরূপ একটি বস্তুর অনুভূতি সৃষ্টি করে। প্রাচীনকাল হতে মানুষ আলোর প্রকৃতি সম্পর্কে জ্ঞান লাভের চেষ্টা করে আসছে। এক সময় ধারণা করা হতো আমাদের চোখ হতে আলো কোনো বস্তুর উপর পড়ে, তাই আমরা সেই বস্তু দেখতে পাই। আসলে যখন কোনো বস্তু থেকে আলো আমাদের চোখে আসে, তখনই কেবল আমরা সেই বস্তু দেখতে পাই।

আলোর প্রধান প্রধান ধর্মগুলো নিম্নরূপ:

১. কোনো স্বচ্ছ সমসত্ত্ব মাধ্যমে আলো সরলপথে চলে।
২. কোনো নির্দিষ্ট মাধ্যমে আলো একটি নির্দিষ্ট বেগে চলে। শূন্যস্থানে এই বেগের মান, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ।
৩. আলোর প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, অপবর্তন, বিচ্ছুরণ এবং সমবর্তন ঘটে।
৪. আলো এক প্রকার শক্তি।
৫. আলো এক ধরনের ভাঙিতড়ম্বক তরঙ্গ।
৬. কোনো কোনো ঘটনায় আলো তরঙ্গের ন্যায়, আবার কখনো কখনো আলো কণার ন্যায় আচরণ করে।

৮.২ আলোর প্রতিফলন

Laws of reflection of light

আমরা আমাদের চারপাশে অনেক রকম বস্তু দেখে থাকি। এদের কোনোটি চারদিকে আলো ছড়ায় আবার কোনোটি আলো ছড়ায় না। যে সকল বস্তু যেমন—সূর্য, তারা, জ্বলন্ত মোমবাতি, নক্ষত্র ইত্যাদি নিজে থেকে আলো নিঃসরণ করে তাদেরকে বলা হয় দীপ্তিমান বস্তু। আবার যে সকল বস্তু যেমন—মানুষ, গাছপালা, টেবিল, দেয়াল, ছবি, চক বোর্ড ইত্যাদির নিজের আলো নেই বা নিজে আলো নিঃসরণ করতে পারে না তাদেরকে বলা হয় দীপ্তিহীন বস্তু। যখন দীপ্তিমান বস্তু থেকে আলো আমাদের চোখে আসে তখন আমরা সেই বস্তুটি দেখতে পাই। আমাদের চারপাশে যে সকল সাধারণ বস্তু দেখতে পাই সেগুলো দীপ্তিমান বস্তু নয়, তবুও আমরা সেগুলো দেখতে পাই। এর কারণ হচ্ছে আলোর প্রতিফলন। ৮.১ চিত্রে তোমরা দেখতে পাচ্ছো কীভাবে আমরা একটি দীপ্তিমান বস্তু (সূর্য) এবং একটি দীপ্তিহীন বস্তুকে (বিড়াল) দেখতে পাচ্ছি। চোখ দীপ্তিমান বস্তুটিকে দেখতে পায় কেননা এটি থেকে আলো সরাসরি চোখে প্রবেশ করে। দীপ্তিহীন বস্তু থেকে আসা আলো বিড়াল থেকে প্রতিফলিত হয়ে আমাদের চোখে প্রবেশ করে বলে বিড়ালটি আমরা দেখতে পাই।



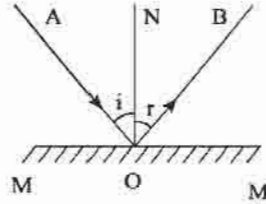
চিত্র : ৮.১

একটি স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যমে (যেমন-কাচ) আলোকরশ্মি সরলপথে এবং একই বেগে চলে। কিন্তু আলোকরশ্মি যখন এক মাধ্যম দিয়ে চলতে চলতে অন্য এক মাধ্যমের কোনো তলে আপতিত হয় তখন দুই মাধ্যমের বিভেদতল হতে কিছু পরিমাণ আলো আবার প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। এ ঘটনাকে আলোর প্রতিফলন বলে। যে পৃষ্ঠ হতে আলোকরশ্মি প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে তাকে প্রতিফলক পৃষ্ঠ বলে।

প্রতিফলনের সূত্র

আপতিত রশ্মি এবং প্রতিফলিত রশ্মি দুইটি সহজ সূত্র মেনে চলে-

১. প্রথম সূত্র: আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে অবস্থান করে।
২. দ্বিতীয় সূত্র: প্রতিফলন কোণ আপতন কোণের সমান হয়।



চিত্র ৮.২: আলোর প্রতিফলন

যখন আলো কোনো পৃষ্ঠ থেকে প্রতিফলিত হয় তখন তা অবশ্যই প্রতিফলনের সূত্র মেনে চলে। কোনো পৃষ্ঠ থেকে কীভাবে আলো প্রতিফলিত হবে তা নির্ভর করে প্রতিফলকের পৃষ্ঠের প্রকৃতির উপর। প্রতিফলক পৃষ্ঠের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে প্রতিফলনকে দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

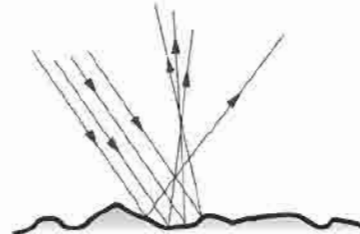
১. নিয়মিত বা সুসম প্রতিফলন
২. ব্যাপ্ত বা অনিয়মিত প্রতিফলন

১. নিয়মিত প্রতিফলন

যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো মসৃণ তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ বা অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত হয় তবে এ ধরনের প্রতিফলনকে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন বলে। উদাহরণ হিসেবে বলা যায়- যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো সমতল দর্পণে বা খুব ভালোভাবে পালিশ করা কোনো ধাতব পৃষ্ঠে আপতিত হয়, তবে প্রতিফলনের পরেও রশ্মিগুচ্ছ সমান্তরাল থাকে। এ ক্ষেত্রে রশ্মিগুচ্ছের প্রত্যেকটি আলোকরশ্মির আপতন কোণের মান সমান এবং নিয়মিত প্রতিফলনের ফলে প্রত্যেকটি রশ্মির প্রতিফলন কোণেরও মান সমান হয় [চিত্র: ৮.৩]।



চিত্র ৮.৩: নিয়মিত প্রতিফলন



চিত্র ৮.৪ : ব্যাপ্ত প্রতিফলন

২. ব্যাপ্ত প্রতিফলন

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

৮.৪ চিত্রে দেখা যাচ্ছে যে, একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি একটি অমসৃণ তলে আপতিত হচ্ছে। এক্ষেত্রে রশ্মিগুলো অমসৃণ তলের বিভিন্ন আপতন বিন্দুতে বিভিন্ন আপতন কোণে আপতিত হয়, ফলে এসকল রশ্মির আনুষঙ্গিক প্রতিফলন কোণগুলোও বিভিন্ন হয়। যার ফলে প্রতিফলিত রশ্মিগুলো আর সমান্তরাল থাকে না। আমাদের চারপাশে যে সকল বস্তু দেখতে পাই, তাদের অধিকাংশের পৃষ্ঠ মসৃণ নয়। ফলশ্রুতিতে আমাদের চোখে যে সকল প্রতিফলিত রশ্মি প্রবেশ করে তারা ব্যাপ্ত প্রকৃতির। যার ফলে বস্তুগুলো আমাদের নিকট উজ্জ্বল না হয়ে অনুজ্জ্বল দেখায়। খালি চোখে দেখা অধিকাংশ পৃষ্ঠ আপাতদৃষ্টিতে মসৃণ মনে হলেও প্রকৃতপক্ষে এ সকল পৃষ্ঠ মসৃণ নয়। যখন অনুবীক্ষণ যন্ত্রে দ্বারা এ সকল পৃষ্ঠ দেখা হয় তখন তা বোঝা যায়।

৮.৩ দর্পণ

Mirror

দর্পণ হলো এমন একটি মসৃণ তল যেখানে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে। দর্পণে আলোর প্রতিফলনের ফলে দর্পণের সামনে স্থাপিত বস্তুর একটি স্পষ্ট প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।

একটি মসৃণ তলে প্রতিফলক আস্তরণ দিয়ে দর্পণ প্রস্তুত করা হয়। সাধারণত কাচের এক পৃষ্ঠে ধাতুর প্রলেপ লাগিয়ে দর্পণ তৈরি করা হয়। কাচের উপর পারদ বা রূপার প্রলেপ লাগানোর এই প্রক্রিয়াকে ‘পারা লাগানো’ বা সিলভারিং বলা হয়। ধাতুর প্রলেপ লাগানো পৃষ্ঠের বিপরীত পৃষ্ঠটি প্রতিফলক পৃষ্ঠ হিসেবে কাজ করে। এছাড়াও স্থির পানি পৃষ্ঠ, মসৃণ বরফ ইত্যাদিও দর্পণের ন্যায় কাজ করে থাকে।

দর্পণ প্রধানত দুই প্রকার। যথা—

১. সমতল দর্পণ

২. গোলীয় দর্পণ

সমতল দর্পণ

প্রতিফলক পৃষ্ঠটি যদি মসৃণ ও সমতল হয় এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তবে সে পৃষ্ঠকে সমতল দর্পণ বলে। আমরা সচরাচর যে দর্পণ বা আয়না ব্যবহার করে থাকি। সেটি হলো সমতল দর্পণ।

গোলীয় দর্পণ

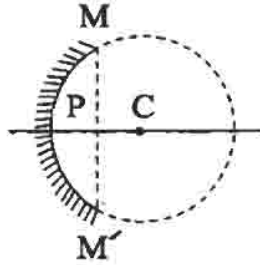
প্রতিফলক পৃষ্ঠটি যদি মসৃণ এবং গোলীয় হয় অর্থাৎ প্রতিফলক পৃষ্ঠটি যদি কোনো গোলকের অংশবিশেষ হয় এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তবে তাকে গোলীয় দর্পণ বলে। ৮.৫ ও ৮.৬ চিত্রে গোলকীয় দর্পণ দেখানো হয়েছে। একটি কাচের ফাঁপা গোলকের খানিকটা অংশ কেটে নিয়ে যদি তার এক পৃষ্ঠে পারা লাগানো হয়, তবে গোলীয় দর্পণ তৈরি হয়। গোলীয় দর্পণ আবার দুই প্রকার। যথা—

১. অবতল দর্পণ

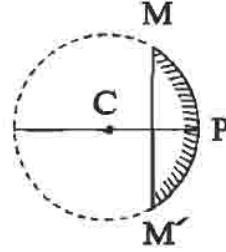
২. উত্তল দর্পণ

অবতল দর্পণ: কোনো গোলকের অবতল পৃষ্ঠ যদি প্রতিফলকরূপে কাজ করে অর্থাৎ আলোর নিয়মিত প্রতিফলন যদি গোলীয় দর্পণের অবতল পৃষ্ঠ হতে সংঘটিত হয় তবে সে দর্পণকে অবতল দর্পণ বলে। এক্ষেত্রে গোলকের কেটে নেয়া অংশের উত্তল পৃষ্ঠে পারা লাগিয়ে অবতল দর্পণ তৈরি করা হয় [চিত্র: ৮.৫]। অবতল দর্পণ একটি অভিসারী দর্পণ কেননা

সমান্তরাল আলোকরশ্মি অবতল দর্পণে আপতিত হওয়ার পর প্রতিফলিত হয়ে একটি বিন্দুতে অভিসারিত হয় বা একত্রে মিলিত হয়।



চিত্র: ৮.৫



চিত্র: ৮.৬

উত্তল দর্পণ: কোনো গোলকের উত্তল পৃষ্ঠ যদি প্রতিফলকরূপে কাজ করে অর্থাৎ আলোর নিয়মিত প্রতিফলন যদি গোলায় দর্পণের উত্তল পৃষ্ঠ হতে সংঘটিত হয়, তবে সে দর্পণকে উত্তল দর্পণ বলে। এক্ষেত্রে গোলকের কেটে নেওয়া অংশের অবতল পৃষ্ঠে অর্থাৎ ভিতরের দিকে পারা লাগিয়ে উত্তল দর্পণ তৈরি করা হয় [চিত্র: ৮.৬]।

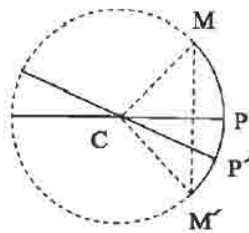
উত্তল দর্পণ একটি অপসারী দর্পণ, কারণ সমান্তরাল আলোকরশ্মি উত্তল দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলিত হবার পর অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত হয় অর্থাৎ ছড়িয়ে পড়ে এবং কখনই একটি বিন্দুতে মিলিত হয় না।

গোলায় দর্পণ সংক্রান্ত কয়েকটি সংজ্ঞা

মেরু (Pole): গোলায় দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্যবিন্দুকে দর্পণের মেরু বলে। ৮.৭ চিত্রে P দর্পণের মেরু। অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে প্রতিফলক পৃষ্ঠের সবচেয়ে নিচু বিন্দু এবং উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে প্রতিফলক পৃষ্ঠের সবচেয়ে উঁচু বিন্দুই দর্পণের মেরু।

বক্রতার কেন্দ্র: গোলায় দর্পণ যে গোলকের অংশবিশেষ, সেই গোলকের কেন্দ্রকে ঐ দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র বলে। ৮.৭ চিত্রে C বিন্দু দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র।

বক্রতার ব্যাসার্ধ: গোলায় দর্পণ যে গোলকের অংশ, সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে ঐ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে। ৮.৭ চিত্রে PC বা MC হলো গোলায় দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ। বক্রতার ব্যাসার্ধকে r দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



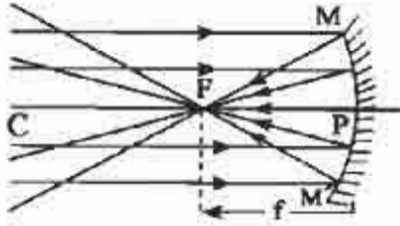
চিত্র: ৮.৭

প্রধান অক্ষ: গোলায় দর্পণের মেরু ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে অতিক্রমকারী সরলরেখাকে দর্পণের প্রধান অক্ষ বলে। ৮.৭ চিত্রে PC সরলরেখা হলো দর্পণের প্রধান অক্ষ।

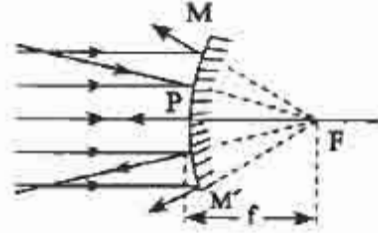
গৌণ অক্ষ: মেরু বিন্দু ব্যতিত দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠের উপরস্থ যেকোনো বিন্দু ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে অতিক্রমকারী সরলরেখাকে গৌণ অক্ষ বলে। ৮.৭ চিত্রে P'C সরলরেখা দর্পণের গৌণ অক্ষ।

প্রধান ফোকাস: প্রধান অক্ষের নিকটবর্তী ও সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছে কোনো গোলায় দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয় (অবতল দর্পণে) বা যে বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (উত্তল

দর্পণে) তাকে ঐ দর্পণের প্রধান ফোকাস বলে। ৮.৮ ও ৮.৯ চিত্রে F বিন্দু হলো যথাক্রমে অবতল ও উত্তল দর্পণের প্রধান ফোকাস।



চিত্র : ৮.৮



চিত্র : ৮.৯

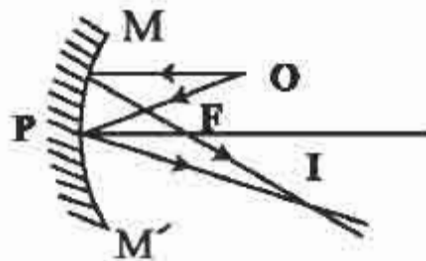
ফোকাস দূরত্ব : গোলায় দর্পণের মেরু বিন্দু থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে। একে f দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ৮.৮ ও ৮.৯ চিত্রে PF হলো ফোকাস দূরত্ব। গোলায় দর্পণের ফোকাস দূরত্ব ফলতার ব্যাসার্ধের অর্ধেক, অর্থাৎ $f = \frac{r}{2}$ ।

ফোকাস তল : গোলায় দর্পণের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে প্রধান অক্ষের সাথে লম্বভাবে যে সমতল কল্পনা করা হয় তাকে ফোকাস তল বলে।

৮.৪ প্রতিবিম্ব

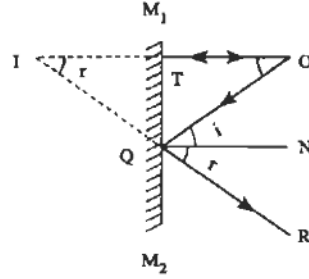
Image

ছবি যখন কোনো আয়নার দিকে তাকায়, তখন ছবি নিজেকে দেখতে পায়। এটাই তোমার প্রতিবিম্ব। শুধু আয়না কেন, ছবি যখন কোনো পুকুর বা নদীর পাড় দিয়ে হেঁটে যায় তখনও পানির মধ্যে তোমার প্রতিবিম্ব দেখতে পাবে।



চিত্র : ৮.১০

চিত্র : ৮.১০-এ অবতল দর্পণের সম্মুখে O একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু। O হতে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল রশ্মি OM দর্পণে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাস দিয়ে MFI পথে প্রতিফলিত হয়। OP রশ্মি দর্পণের মেরুবিন্দু P তে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর PI পথে যায়। প্রতিফলিত রশ্মি দুটি I বিন্দুতে ছেদ করে। এই I বিন্দুই হলো O বিন্দুর প্রতিবিম্ব।



চিত্র : ৮.১১

চিত্র ৮.১১-এ O সমতল দর্পণের সামনে অবস্থিত একটি বিন্দু লক্ষবস্তু। O হতে OT রশ্মি অভিলম্বভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং TO পথে প্রতিফলিত হয়। OQ রশ্মি তীর্যকভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং QR পথে প্রতিফলিত হয়। এ রশ্মি দুইটি অপসারী হওয়ায় রশ্মিগুলোকে পিছনের দিকে বর্ধিত করলে এগুলো I বিন্দুতে মিলিত হয়। অর্থাৎ প্রতিফলিত রশ্মিগুলো দর্পণের পিছনে I বিন্দু থেকে অপসারিত হচ্ছে বলে মনে হয়। এই I বিন্দুই হলো O বিন্দুর প্রতিবিম্ব।

কোনো বিন্দু হতে নির্গত আলোকরশ্মিগুচ্ছ কোনো তলে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হবার পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু হতে অপসারিত হচ্ছে বলে মনে হয়, তখন ঐ দ্বিতীয় বিন্দুটিকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বলে। একটি বস্তু হলো অসংখ্য বিন্দুর সমষ্টি। ফলে বিন্দুর ন্যায় বস্তুও প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।

প্রতিবিম্বের প্রকারভেদ

তুমি যখন আয়নায় তোমার চেহারা দেখ, তখন আয়নার পিছনে তোমার প্রতিবিম্ব দেখতে পাও। আলোর প্রতিফলনের জন্য এমনটি ঘটে। আয়নায় দেখা তোমার এরূপ প্রতিবিম্ব সত্যিকার অর্থে আলো মিলিত হয় না। এ ধরনের প্রতিবিম্বকে বলে অবাস্তব প্রতিবিম্ব। আর যে সকল প্রতিবিম্ব আলো সত্যিকার অর্থে মিলিত হয় (যেমন- সিনেমার পর্দায় ফেলা কোনো দৃশ্য) সেগুলোকে বলা হয় বাস্তব প্রতিবিম্ব। ডিজিটাল ক্যামেরার পর্দায় ভেসে উঠা ছবি হলো বাস্তব প্রতিবিম্ব। বাস্তব প্রতিবিম্ব পর্দায় ফেলা যায় কিন্তু অবাস্তব প্রতিবিম্ব পর্দায় ফেলা যায় না। প্রতিবিম্ব দুই প্রকারের হয়-

(ক) বাস্তব প্রতিবিম্ব

(খ) অবাস্তব প্রতিবিম্ব

(ক) বাস্তব প্রতিবিম্ব: কোনো বিন্দু হতে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ কোনো তলে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হবার পর যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয় তাহলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুটিকে প্রথম বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব বলে।

চিত্র : ৮.১০ এ I হলো প্রতিফলনের জন্য বাস্তব প্রতিবিম্ব।

(খ) অবাস্তব প্রতিবিম্ব: কোনো বিন্দু হতে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ কোনো তলে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হবার পর যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসারিত হচ্ছে বলে মনে হয়, তবে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুটিকে প্রথম বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব বলে। চিত্র: ৮.১১ এ I হলো প্রতিফলনের জন্য সৃষ্ট অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

৮.৫ দর্পণে বস্তুর প্রতিবিম্ব

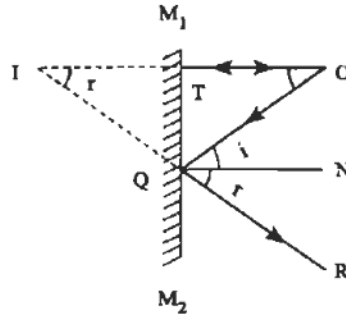
Image in a mirror

আমরা জানি দর্পণ দুই প্রকার। (ক) সমতল দর্পণ এবং (খ) গোলায় দর্পণ। সমতল এবং গোলায় দর্পণে কীভাবে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয় তা আমরা আলোচনা করব।

সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব

(ক) বিন্দু লক্ষবস্তু

চিত্র ৮.১২ এ M_1M_2 সমতল দর্পণের সামনে O একটি বিন্দু লক্ষবস্তু। O থেকে OT রশ্মি অভিলম্বভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং TO পথে ফিরে আসে। OQ রশ্মি দর্পণে তীর্যকভাবে আপতিত হয় এবং QR পথে প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মি QR এবং TO পিছনে বর্ধিত করলে এরা I বিন্দুতে মিলিত হয়। অর্থাৎ প্রতিফলিত রশ্মি দুইটি যেন দর্পণের পিছনে অবস্থিত I বিন্দু থেকে আসছে। অতএব, এই I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।



চিত্র : ৮.১২

Q বিন্দুতে QN অভিলম্ব আঁকা হলো।

চিত্রে TO এবং QN সমান্তরাল। OQ ছেদক।

$$\therefore \angle TOQ = \angle OQN = i \quad (8.1)$$

আবার, OI এবং QN সমান্তরাল, RQI সরলরেখা এদের ছেদক।

$$\therefore \angle TIQ = \angle NQR = r \quad (8.2)$$

আমরা জানি, $i = r$

\therefore (8.1) ও (8.2) সমীকরণ হতে পাই,

$$\angle TOQ = \angle TIQ$$

এখন, ΔQOT এবং ΔQIT এর মধ্যে,

$$\angle TOQ = \angle TIQ, TQ \text{ সাধারণ বাহু,}$$

$$\text{এবং } \angle QTO = \angle QTI = 90^\circ$$

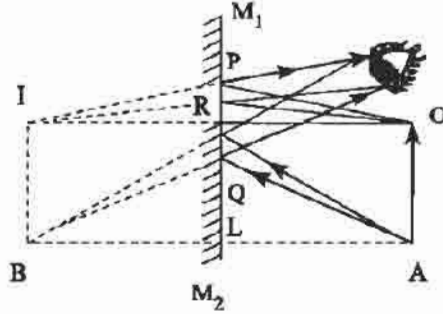
সুতরাং, ত্রিভুজদ্বয় সর্বসম।

$$\text{সুতরাং, } TO = TI$$

অর্থাৎ, লক্ষবস্তু O দর্পণের যত সামনে অবস্থিত, প্রতিবিম্ব I দর্পণের ঠিক ততটা পিছনে গঠিত হয়।

(খ) বিস্তৃত লক্ষবস্তু

কিন্তু লক্ষবস্তুর ন্যায় বিস্তৃত লক্ষবস্তুর জন্যও প্রতিবিম্ব আঁকা যায়। এক্ষেত্রে, বিস্তৃত লক্ষবস্তুকে অসংখ্য কিন্দুর সমষ্টি হিসেবে গণ্য করতে হবে। এক্ষেত্রে, প্রত্যেক কিন্দুর জন্য দর্পণের পিছনে অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয় [চিত্র : ৮.১৩]।



চিত্র : ৮.১৩

চিত্রে AO লক্ষবস্তু এবং এর প্রতিবিম্ব BI দেখানো হয়েছে। O এবং A হতে M_1M_2 দর্পণের উপর লম্ব টানা হলো। এরা দর্পণকে যথাক্রমে R এবং L কিন্দুতে ছেদ করে। এখন OR এবং AL কে পিছনের দিকে যথাক্রমে I এবং B পর্যন্ত বর্ধিত করা হলো যেন $OR = IR$ এবং $AL = BL$ হয়।

O এবং A হতে দুইটি করে রশ্মি তীর্যকভাবে দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মি দুইটিকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এগুলো যথাক্রমে I ও B কিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। I ও B যোগ করা হলো। তাহলে BI ই হলো সমতল দর্পণে গঠিত AO লক্ষবস্তুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের আকার লক্ষবস্তুর আকারের সমান হয়।

সমতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য

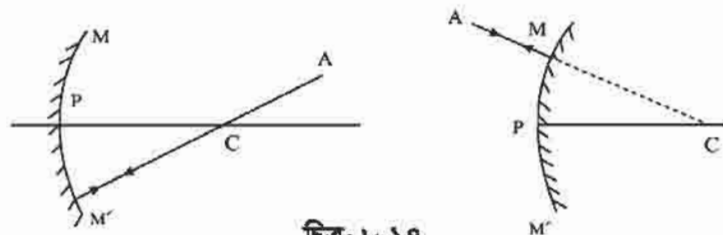
সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের নিম্নলিখিত ধর্মগুলো রয়েছে:

১. সমতল দর্পণ থেকে বস্তুর দূরত্ব যত, দর্পণ থেকে প্রতিবিম্বের দূরত্বও তত।
২. প্রতিবিম্বের আকার লক্ষবস্তুর আকারের সমান।
৩. প্রতিবিম্ব অবাস্তব এবং সোজা।

গোলীয় দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব

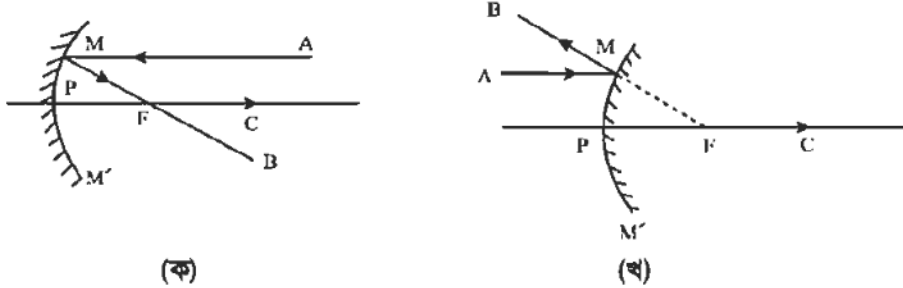
গোলীয় দর্পণ তা অবতল হোক কিংবা উত্তল হোক, এদের সামনে কোনো বস্তু রাখলে দর্পণে তার প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়। এই প্রতিবিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি জানতে হলে, বস্তু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলনের পর কোনো দিকে প্রতিফলিত হবে তা জানা দরকার। নিম্নবর্ণিত তিনটি রশ্মির যেকোনো দুইটি ব্যবহার করে আমরা গোলীয় দর্পণে প্রতিবিম্ব আঁকতে পারি।

১. গোলীয় দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর আপতিত রশ্মি প্রতিফলনের পর পুনরায় সেই পথেই ফিরে আসে [চিত্র: ৮.১৪]।



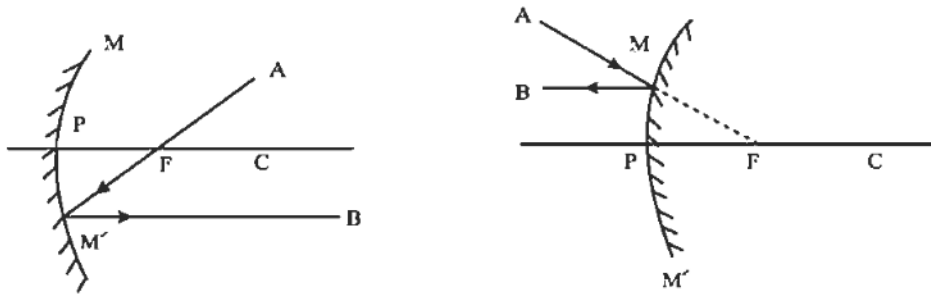
চিত্র: ৮.১৪

২. অবতল দর্পণের প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত রশ্মি প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস দিয়ে যায়; [চিত্র: ৮.১৫ক] উত্তল দর্পণের প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত রশ্মি প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস হতে আসছে বলে মনে হয় [চিত্র: ৮.১৫খ]।



চিত্র : ৮.১৫

৩. অবতল দর্পণের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে আপতিত রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে প্রতিফলিত হয়; উত্তল দর্পণের প্রধান ফোকাস অভিমুখে আপতিত রশ্মি প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়। [চিত্র : ৮.১৬]।



চিত্র : ৮.১৬

অবতল দর্পণে প্রতিবিম্ব: গোলায় দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি দর্পণের সামনে অবস্থিত লক্ষবস্তুর অবস্থানের উপর নির্ভর করে। লক্ষবস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন হলে প্রতিবিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতিরও পরিবর্তন ঘটে।

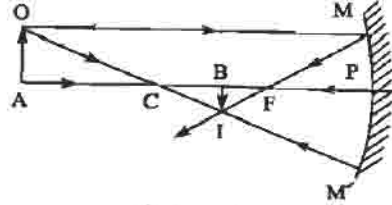
লক্ষবস্তুকে অসীম এবং প্রধান ফোকাসের মধ্যে দর্পণের সামনে যেখানেই রাখা হোক না কেন সৃষ্ট প্রতবিম্ব সর্বদা বাস্তব ও উল্টো হবে। আবার লক্ষবস্তুকে প্রধান ফোকাস ও মেরুর মধ্যে স্থাপন করা হলে গঠিত প্রতিবিম্ব হবে অবাস্তব এবং সোজা। নিম্নে অবতল দর্পণে সৃষ্ট বাস্তব এবং অবাস্তব প্রতিবিম্ব বর্ণনা করা হলো:

বাস্তব প্রতিবিম্ব

ধরা যাক MPM' একটি অবতল দর্পণ। P হলো এর মেরু এবং F প্রধান ফোকাস এবং C বক্রতার কেন্দ্র। দর্পণের সামনে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থিত লক্ষবস্তু AO ।

O বিন্দু থেকে একটি রশ্মি OM প্রধান অক্ষের সমান্তরালে দর্পণের M বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে MI পথে প্রতিফলিত হয়। O হতে অপর একটি রশ্মি OCM' বক্রতার কেন্দ্র C বরাবর দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সোঁট একই পথে ফিরে যায়। প্রতিফলনের পর রশ্মি দুইটি I বিন্দুতে প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয়। সুতরাং I হলো O বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব। A থেকে প্রধান অক্ষ বরাবর আপতিত রশ্মি A পথেই ফিরে যায়। ফলে A এর

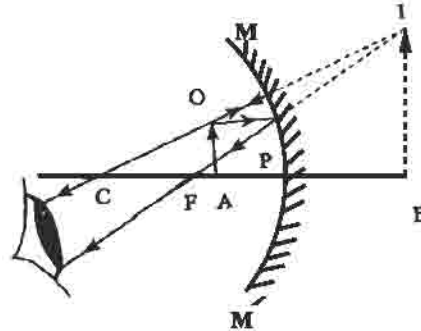
প্রতিবিম্ব ঐ রেখার উপরই হবে। I থেকে প্রধান অক্ষের উপর IB লম্ব অঙ্কন করি। BI ই হলো লক্ষবস্তু OA এর বাস্তব প্রতিবিম্ব [চিত্র: ৮.১৭]।



চিত্র : ৮.১৭

প্রতিবিম্বের প্রকৃতি হলো বাস্তব ও উল্টো।

অবাস্তব প্রতিবিম্ব: চিত্র : ৮.১৮ এ লক্ষবস্তু প্রধান ফোকাস এবং মেরুর মধ্যে অবস্থিত। O বিন্দু থেকে একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে প্রতিফলিত হয় এবং অপর একটি রশ্মি বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সেটি একই পথে ফিরে যায়। প্রতিফলনের ফলে রশ্মি দুইটি পরস্পর অপসারী রশ্মিতে পরিণত হয়। রশ্মি দুইটিকে পিছনের দিকে বাড়ালে এরা I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। অর্থাৎ, I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর IB লম্ব টানা হলো। সুতরাং BI হলো বস্তুর অবাস্তব ও সোজা প্রতিবিম্ব।

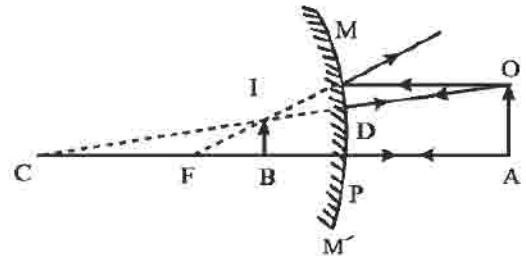


চিত্র : ৮.১৮

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

(খ) উত্তল দর্পণে প্রতিবিম্ব: আমরা জানি, অবতল দর্পণে লক্ষবস্তুর অবস্থানের উপর নির্ভর করে বাস্তব অথবা অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। কিন্তু উত্তল দর্পণে সর্বদা বস্তুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করে। এই প্রতিবিম্ব সবসময় সোজা এবং বস্তুর চেয়ে আকারে ছোট হয়। চিত্র: ৮.১৯ এ

MPM' একটি উত্তল দর্পণ। C এর বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস এবং P দর্পণের মেরু। AO লক্ষবস্তু দর্পণের সামনে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থিত। O বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল OM রশ্মি দর্পণে আপতিত হয়। প্রতিফলনের পর রশ্মিটি দর্পণের প্রধান ফোকাস F থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। অপর একটি রশ্মি OD দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র বরাবর লম্বভাবে আপতিত হয়ে একই পথে প্রতিফলিত হয়। এখন এই অপসারী প্রতিফলিত রশ্মি



চিত্র : ৮.১৯

দুইটিকে পিছনের দিকে বাড়িয়ে দিলে এরা I বিন্দুতে ছেদ করে এবং I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। সুতরাং, I

কিন্দুই হলো O কিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। এখন I কিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর IB লম্ব অঙ্কন করা হলো। এই BI হলো লক্ষবস্তু AO -এর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। প্রতিবিম্ব দর্পণের পিছনে গঠিত হয় এবং তা অবাস্তব, সোজা এবং আকারে লক্ষবস্তুর চেয়ে ছোট হয়। লক্ষবস্তুকে ক্রমশ দর্পণের নিকটে আনা হলে প্রতিবিম্বও দর্পণের কাছে সরে আসবে এবং প্রতিবিম্বের আকৃতি ক্রমশ বড় হতে থাকবে তবে তা সর্বদাই বস্তুর আকারের চেয়ে ছোট থাকবে।

কোনো নির্দিষ্ট দর্পণের অর্ধাৎ নির্দিষ্ট ফোকাস দূরত্ব f এর গোলায়দর্পণের সামনে u দূরত্বে যদি কোনো লক্ষবস্তু থাকে তাহলে যে অবস্থানে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হবে তার দূরত্ব v নিম্নোক্ত সমীকরণ থেকে পাওয়া যায়,

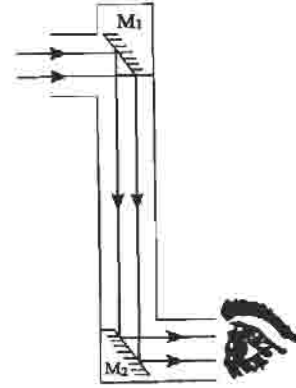
$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad |$$

এ সমীকরণে মান বসানোর ক্ষেত্রে অবতল দর্পণের জন্য f এর মান ধনাত্মক। উত্তল দর্পণের জন্য f এর মান ঋণাত্মক এবং u এর মান ধনাত্মক বসাতে হবে। হিসাব করে v এর মান ধনাত্মক হলে প্রতিবিম্বটি বাস্তব আর ঋণাত্মক হলে প্রতিবিম্বটি অবাস্তব।

৮.৬ সমতল ও গোলায় দর্পণে প্রতিবিম্ব সৃষ্টির কিছু সাধারণ ঘটনা

১. সরল পেরিস্কোপ: দূরের কোনো জিনিস সোজাসুজি দেখতে বাধা থাকলে পেরিস্কোপ ব্যবহার করা হয়। একটি সরল পেরিস্কোপ দুইটি সমতল দর্পণ দ্বারা গঠিত। আলোর ক্রমিক প্রতিফলন ব্যবহার করে এ যন্ত্র তৈরি করা হয়।

৮.২০ চিত্রে একটি সরল পেরিস্কোপ দেখানো হয়েছে। একটি লম্বা আয়তাকার কাঠ বা ধাতব নলের মধ্যে দুইটি সমতল দর্পণকে পরস্পরের সমান্তরাল এবং নলের অক্ষের সাথে 45° কোণ করে রাখা হয়। দূরের বস্তু থেকে সমান্তরাল আলোকরশ্মি প্রথমে M_1 দর্পণে অভিলম্বের সাথে 45° কোণে আপতিত হয়। আপতিত রশ্মি M_1 দর্পণ দ্বারা 45° কোণে প্রতিফলিত হয়ে নলের অক্ষ বরাবর এসে M_2 দর্পণে আপতিত হয়। আলোক রশ্মি M_2 দর্পণে পুনরায় প্রতিফলিত হয়ে অনুভূমিকভাবে চোখে পড়ে কলে বস্তুটি দেখা যায়।



চিত্র : ৮.২০

সমতল দর্পণ ব্যবহার করে এভাবে আলোক রশ্মির দিক পরিবর্তন করে যা আমরা সরাসরি দেখতে পাই না এমন বস্তুকেও দেখতে পাই।

ভীড়ের মধ্যে খেলা দেখা, উঁচু দেয়ালের উপর দিয়ে দেখা, শত্রু সৈন্যের গতিবিধি পর্যবেক্ষণ ইত্যাদি কাজে পেরিস্কোপ ব্যবহার করা হয়। ডুবোজাহাজে প্রিজম ব্যবহার করে আরো উন্নত ধরনের পেরিস্কোপ ব্যবহার করা হয়।

২. সেলুনে সমতল দর্পণ: সেলুনে বা পার্কারে চুল কাটানোর সময় আমরা সামনে ও পেছনে সমতল দর্পণ দেখতে পাই। সামনের দর্পণে আমরা মাথার সম্মুখভাগ দেখতে পাই। মাথার পেছনে অবস্থিত দর্পণে মাথার পেছনের অংশের প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। এই প্রতিবিম্ব সামনের দর্পণের জন্য অবাস্তব বস্তু হিসেবে কাজ করে এবং সামনের দর্পণে পুনরায় প্রতিবিম্ব গঠন করে। ফলে সামনে অবস্থিত দর্পণে আমরা মাথার পশ্চাদভাগও দেখতে পাই।

৩. চিকিৎসা ক্ষেত্রে অবতল দর্পণ: দাঁতের চিকিৎসকরা দাঁত পরীক্ষা করার কাজে অবতল দর্�ণ ব্যবহার করেন। দাঁত পরীক্ষা করার সময় দর্পণটিকে দাঁতের বেশ নিকটে ধরা হয়। ফলে দর্পণে দাঁতের একটি অবাস্তব ও বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। এ ছাড়া নাক-কান-গলা বিভাগের চিকিৎসকরাও বিভিন্ন প্রয়োজনে অবতল দর্পণ ব্যবহার করে থাকেন।

৮.৭ দর্পণের ব্যবহার

Uses of mirrors

বিভিন্ন ধরনের দর্পণ আমরা বিভিন্ন কাজে ব্যবহার করে থাকি। এগুলো নিম্নে বর্ণনা করা হলো:

সমতল দর্পণ

১. সমতল দর্পণের সাহায্যে আমরা আমাদের চেহারা দেখি।
২. চোখের ডাক্তারগণ রোগীর দৃষ্টি শক্তি পরীক্ষা করার জন্য বর্ণমালা পাঠের সুবিধার্থে সমতল দর্পণ ব্যবহার করে থাকেন।
৩. সমতল দর্পণ ব্যবহার করে পেরিস্কোপ তৈরি করা হয়।
৪. পাহাড়ি রাস্তার বাঁকে দুর্ঘটনা এড়াতে এটি ব্যবহার করা হয়।
৫. বিভিন্ন আলোকীয় যন্ত্রপাতি যেমন- টেলিস্কোপ, ওভারহেড প্রজেক্টর, লেজার তৈরি করতে সমতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।
৬. নাটক, চলচ্চিত্র ইত্যাদির সুটিং এর সময় সমতল দর্পণ দিয়ে আলো প্রতিফলিত করে কোনো স্থানের ঔজ্জ্বল্য বৃদ্ধি করা হয়।

অবতল দর্পণ

১. সুবিধাজনক আকৃতির অবতল দর্পণ ব্যবহার করে মুখমন্ডলের বিবর্ধিত এবং সোজা প্রতিবিম্ব তৈরি করা হয়, এতে রূপচর্চা ও দাঁড়ি কাঁটার সুবিধা হয়।
২. দস্ত চিকিৎসকগণ অবতল দর্পণ ব্যবহার করেন।
৩. প্রতিফলক হিসেবে অবতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়। যেমন- টর্চলাইট, স্টিমার বা লঞ্চের সার্চলাইটে অবতল দর্পণ ব্যবহার করে গতিপথ নির্ধারণ করা হয়।
৪. অবতল দর্পণের সাহায্যে আলোকশক্তি, তাপশক্তি ইত্যাদি কেন্দ্রীভূত করে কোনো বস্তুকে উত্তপ্ত করতে ব্যবহার করা হয়। এছাড়াও এটি রাডার এবং টিভি সত্বেকত সত্বেহে ব্যবহৃত হয়। যেমন- ডিশ এন্টেনা, সৌরচুল্লী, টেলিস্কোপ এবং রাডার সত্বেহক ইত্যাদি।
৫. অবতল দর্পণের সাহায্যে আলোক রশ্মিগুচ্ছকে একটি বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত করা যায় বলে ডাক্তাররা চোখ, নাক, কান ও গলা পরীক্ষা করার সময় এ দর্পণ ব্যবহার করেন।

উত্তল দর্পণ

১. উত্তল দর্পণ সর্বদা অবাস্তব, সোজা এবং খর্বিত প্রতিবিম্ব গঠন করে বিধায় পেছনের যানবাহন বা পথচারী দেখার জন্য গাড়িতে এবং বিয়ের সময় ভিউ মিরর হিসেবে এ দর্পণ ব্যবহার করা হয়।
২. উত্তল দর্পণের সাহায্যে বিস্তৃত এলাকা দেখতে পারা যায় বলে দোকান বা শপিংমলে নিরাপত্তার কাজে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।
৩. প্রতিফলক টেলিস্কোপ তৈরিতে এ দর্পণ ব্যবহৃত হয়।
৪. এ দর্পণ বিস্তৃত এলাকায় আলোকরশ্মি ছড়িয়ে দেয় বলে রাস্তার বাতিতে প্রতিফলকরূপে ব্যবহৃত হয়।

৮.৮ নিরাপদ ড্রাইভিং

Safe driving

নিরাপদে গাড়ি, মোটর সাইকেল ইত্যাদি যানবাহন চালানোর জন্য চালককে অনেক কিছু খেয়াল করতে হয়। প্রথমেই তাকে গাড়ির সকল বাতি জ্বালিয়ে এগুলো ঠিক আছে কিনা তা পরীক্ষা করে নিতে হয়। নিখুঁত এবং নিরাপদ গাড়ি চালাতে হলে চালককে শুধুমাত্র গাড়ির সামনে কী আছে তা দেখলেই চলে না। বরং গাড়ির পিছনে কী আছে এ ব্যাপারেও সজাগ থাকতে হয়। গাড়ির জন্য দর্পণগুলো অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ এবং অপরিহার্য অঙ্গ। এজন্য গাড়ি চালককে গাড়িতে উঠার পরপরই দর্পণগুলোকে ঠিকমত উপযোজন করতে হয়।

৮.৯ পাহাড়ি রাস্তার অদৃশ্য বাঁক

Blind turns on hilly roads

নিরাপদ গাড়িচালনা সকল গাড়িচালকের জন্য অবশ্যই কর্তব্য। এছাড়া খারাপ আবহাওয়া যেমন- বৃষ্টিপাত, কুয়াশার মাঝে গাড়ি চালানো আরও কঠিন কাজ। বিশেষত পাহাড়ি রাস্তায় গাড়ি চালানো অত্যধিক ঝুঁকিপূর্ণ। কেননা পার্বত্য সড়ক যেমন আকাবাকা, তেমনি যথেষ্ট উঁচু নিচু চিত্র : ৮.২১। পাহাড়ি রাস্তায় গাড়িচালনার জন্য অনেক সময় ৯০° কোণে বাঁক নিতে হয়। এই বাঁক নেওয়ার সময় যথেষ্ট সাবধানতা অবলম্বন করতে হবে। অদৃশ্য বাঁকে বিপরীত দিক থেকে আসা গাড়ির চালক পরস্পরকে দেখতে পান না, এছাড়া বাঁকের অপর পাশে কী আছে তা আদৌ তারা জানেন না। এ সমস্যা সমাধানের জন্য বিপজ্জনক বাঁকে ৪৫° কোণে বৃহৎ আকৃতির সমতল দর্পণ বসানো হয়। এর ফলে গাড়িচালকগণ বাঁকের আশেপাশে সবকিছু দেখতে পান এবং নিরাপদে গাড়ি চালাতে সক্ষম হন। মনে রাখতে হবে, পাহাড়ি রাস্তার বাঁকে কখনো জোরে গাড়ি চালানো ঠিক নয়। এছাড়া জ্বরুরি কোনো কাজ না থাকলে রাতের বেলায় পাহাড়ি রাস্তায় গাড়ি চালানো উচিত নয়। কেননা আলোক স্বল্পতার জন্য রাতের বেলায় দৃষ্টিগ্রাহ্যতা অনেক কমে যায়।



চিত্র : ৮.২১

৮.১০ বিবর্ধন

Magnification

আমরা যখন কোনো দর্পণ বা লেন্সে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব দেখি, তখন সেটি লক্ষবস্তুর তুলনায় বড়, ছোট বা সমান আকারের হতে পারে।

কোনো দর্পণ বা লেন্সে গঠিত প্রতিবিম্ব বস্তুর চেয়ে আকারে কতটুকু বড় বা ছোট বিবর্ধন দ্বারা তা পরিমাপ করা হয়। অন্যভাবে বলা যায় প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বা সংক্ষেপে বিবর্ধন বলে।

যদি l দৈর্ঘ্যের একটি বস্তুর জন্য কোনো দর্পণ বা লেন্সে l' দৈর্ঘ্যের একটি প্রতিবিম্ব গঠিত হয় তবে ঐ বস্তুর বিবর্ধন হবে l' ও l এর অনুপাতের সমান।

$$\text{অর্থাৎ, } m = \frac{l'}{l} \quad (8.3)$$

বিবর্ধনকে লক্ষবস্তুর দূরত্ব ও প্রতিবিম্বের দূরত্বের সাহায্যে নিম্নোক্তভাবে প্রকাশ করা যায়,

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

u এবং v এর যথাযথ চিহ্নসহকারে মান বসালে m যদি ধনাত্মক হয় তাহলে প্রতিবিম্বটি সোজা হবে। আর m ঋণাত্মক হলে প্রতিবিম্ব উল্টা হবে।

বিবর্ধন m এর মান থেকে আমরা প্রতিবিম্ব লক্ষবস্তুর তুলনায় কতগুণ বড় বা ছোট তা জানতে পারি।

অনুসন্ধান : ৮.১

অবতল দর্পণ ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ও প্রদর্শন

উদ্দেশ্য : ল্যাবরেটরিতে অবতল দর্পণ ব্যবহার এবং বাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি করা।

যন্ত্রপাতি : একটি অবতল দর্পণ।

কাজের ধারা :

১. একটি অবতল দর্পণ নাও।
২. দর্পণটি নিয়ে তোমার ল্যাবরেটরির দরজা অথবা জানালার নিকট দাঁড়াও।
৩. এবার দর্পণটিকে বাহিরের কোনো দৃশ্য যেমন—গাছপালা, দালান ইত্যাদির দিকে ধরো।
৪. দর্পণটিকে ডানে বামে নড়াচড়া করে তোমার খুব নিকটবর্তী মসৃণ দেয়ালে ঐ দৃশ্যের প্রতিবিম্ব তৈরি কর।
৫. প্রতিবিম্বটিকে স্পষ্ট করার জন্য দর্পণটিকে দেয়াল হতে সামনে বা পিছনে সরোও।
৬. কোনো একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে তুমি বস্তুর স্পষ্ট প্রতিবিম্ব দেয়ালে দেখতে পাবে।
৭. এভাবে দূরের বস্তুর স্পষ্ট প্রতিবিম্ব দেয়ালে প্রদর্শন করা যায়।
৮. প্রতিবিম্বের প্রকৃতি আলোচনা কর।

অনুশীলনী

ক. বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পার্শ্বে টিক (✓) চিহ্ন দাও

১. উত্তল দর্পণ কোথায় ব্যবহার হয়?

ক. গাড়িতে

খ. টর্চ লাইটে

গ. সৌরচুল্লীতে

ঘ. রাডারে

২. প্রতিফলন কত প্রকার?

ক. ৪

খ. ৩

গ. ২

ঘ. ১

৩. সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব—

i. আকারে লক্ষ বস্তুসমূহ সমান

ii. পর্দায় গঠন করা যায়

iii. দর্পণ থেকে বস্তুসমূহের সমান দূরত্বে গঠিত হয়।

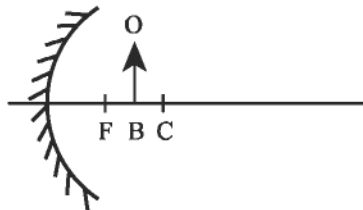
নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii

খ. ii ও iii

গ. i ও iii

ঘ. i, ii ও iii



চিত্রের আলোকে ৪ ও ৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

৪. BO বস্তুসমূহের প্রতিবিম্বের আকৃতি কিরূপ হবে—

ক. বিবর্ধিত

খ. খর্বিত

গ. অত্যন্ত বিবর্ধিত

ঘ. অত্যন্ত খর্বিত

৫. BO বস্তুটির প্রতিবিম্বের অবস্থান কোথায় হবে?

ক. ফোকাস ও মেরুর মাঝে

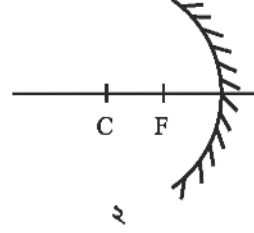
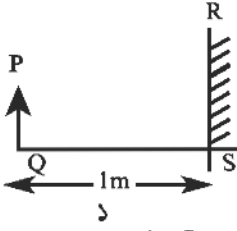
খ. প্রধান ফোকাসে

গ. বক্রতার কেন্দ্রে

ঘ. বক্রতার কেন্দ্র ও অসীমের মাঝে।

খ. সৃজনশীল প্রশ্ন

১।



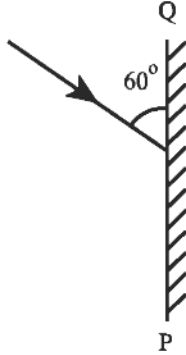
ক) সমতল দর্পণ কী?

খ) দর্পণের পিছনে ধাতুর প্রলেপ লাগানো হয় কেন?

গ) চিত্র ঐক্রে দর্পণ থেকে PQ বস্তুটির প্রতিবিম্বের অবস্থান নির্ণয় কর।

ঘ) প্রতিবিম্ব গঠনের ক্ষেত্রে ১ এবং ২নম্বর দর্পণের তুলনা কর।

২।



ক) প্রতিবিম্ব কাকে বলে?

খ) দর্পণে লম্বভাবে আপতিত রশ্মি একইপথে ফিরে আসে কেন?

গ) চিত্রের আলোকে প্রতিফলন কোণের মান নির্ণয় কর

ঘ) PQ দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্ব অবাস্তব চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।

গ. সাধারণ প্রশ্ন

১। আলোর প্রতিফলন বলতে কী বোঝ?

২। নিয়মিত প্রতিফলন ও ব্যাস্ত প্রতিফলন বলতে কী বোঝ?

৩। দর্পণ কাকে বলে?

৪। প্রতিবিম্ব কাকে বলে? প্রতিবিম্ব কয় প্রকার ও কী কী?

৫। অবতল দর্পণে কীভাবে বাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয় তা রশ্মি চিত্রের সাহায্যে দেখাও।

৬। অবতল দর্পণে কীভাবে অবাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয় তা চিত্রসহ বর্ণনা কর।