

## ইউনিট : ৯

## আলোর প্রতিফলন

## REFLECTION OF LIGHT

## ভূমিকা

আলোর বিভিন্ন ধর্মের মধ্যে একটি হল প্রতিফলন। বিশ্বের যা কিছু আমরা দেখি সবই আলোর প্রতিফলনের কারণে। কোনো আলোক উৎস থেকে আলো অন্য বস্তুর উপর পড়ে প্রতিফলিত হয়ে আমাদের চোখে এসে পড়ে বলেই আমরা বস্তু দেখতে পাই। আমরা যে আয়নায় আমাদের চেহারা দেখি, স্বচ্ছ স্থির পানির উপর আমাদের প্রতিবিম্ব দেখি তাও প্রতিফলনের কারণে। চকচকে ধাতব পৃষ্ঠ, কাচ পৃষ্ঠ, অতি মসৃণ আসবাব পত্র, স্থির পানি পৃষ্ঠ অনেক বস্তুতেই আলোর প্রতিফলন ঘটে। বিশেষ ভাবে তৈরি প্রতিফলক পৃষ্ঠকে দর্পণ বলা হয়। সমতল পৃষ্ঠ, গোলক পৃষ্ঠ, বা বক্রতল পৃষ্ঠও প্রতিফলক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। এ ইউনিটে প্রতিফলনের প্রকৃতি, প্রতিফলনের সূত্রাবলি, বিভিন্ন প্রকার দর্পণ, দর্পণে কিভাবে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয় এবং বিভিন্ন প্রকার দর্পণের সৃষ্ট প্রতিবিম্বের আকৃতি ও প্রকৃতি নিয়ে আলোচনা করা হবে।

## পাঠ-১ আলোর প্রতিফলন (Reflection of Light)



## উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি -

১. আলোর প্রতিফলন কী তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
২. প্রতিফলনের সূত্র বর্ণনা ও ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. প্রতিবিম্ব ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



## ৯.১.১ আলোর প্রতিফলন (Reflection of Light)

আমরা জানি কোনো উৎস থেকে নির্গত আলোক রশ্মি যে কোনো স্বচ্ছ পদার্থের মধ্য দিয়ে যেতে পারে। যে সব পদার্থের মধ্য দিয়ে আলোক রশ্মি যেতে পারে সে সব পদার্থকে বলা হয় আলোক স্বচ্ছ মাধ্যম। আবার যে সব পদার্থের মধ্য দিয়ে আলোক রশ্মি যেতে পারে না সে সব পদার্থকে বলা হয় আলোক অস্বচ্ছ মাধ্যম। পদার্থের মধ্য দিয়ে আলোক রশ্মির গমনের স্বচ্ছন্দ অনুসারে অর্থাৎ আলোক স্বচ্ছতা বিচারে সকল পদার্থকে তিন ভাগে ভাগ করা হয় - স্বচ্ছ, অস্বচ্ছ এবং ঈষদস্বচ্ছ। যে কোন স্বচ্ছ মাধ্যমের মধ্য দিয়ে আলো রশ্মি সোজা সামনে অর্থাৎ, সরল রেখায় এগিয়ে চলে। সাধারণতঃ চলার পথে রশ্মিটি যদি কোন আলোক অস্বচ্ছ মাধ্যম দ্বারা বাধা প্রাপ্ত হয় তাহলে দুই মাধ্যমের বিভেদ তল থেকে পূর্ববর্তী স্বচ্ছ মাধ্যমের মধ্যে ফিরে আসে এবং আবার সোজা পথে চলতে থাকে। অনেক সময় দেখা যায় বিশেষভাবে পতিত হলে স্বচ্ছ মাধ্যম তল থেকেও আলোক রশ্মি আগের মাধ্যমে আংশিক বা সম্পূর্ণ ফিরে আসে। আলোর রশ্মির এভাবে বাধা পেয়ে আগের মাধ্যমে ফিরে আসার প্রক্রিয়াটি আলোর প্রতিফলন।

**প্রতিফলনের সংজ্ঞা :** কোনো আলোক রশ্মি কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় অন্য কোনো মাধ্যম দ্বারা বাধা প্রাপ্ত হলে দুই মাধ্যমের বিভেদতল থেকে প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। আলোর এই ফিরে আসার প্রক্রিয়াকে আলোর প্রতিফলন বলে।

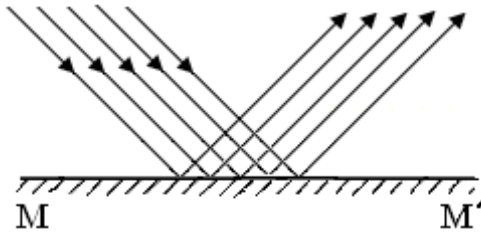
যে বিভেদ তল থেকে আলো ফিরে আসে তাকে প্রতিফলক তল বা প্রতিফলক পৃষ্ঠ বলে, আর পূর্ববর্তী মাধ্যমে ফিরে আসা আলোকে বলা হয় প্রতিফলিত আলো বা রশ্মি। সাধারণতঃ দুই মাধ্যমের বিভেদ তলে যে পরিমাণ আলো এসে পড়ে সবসময় তা সম্পূর্ণ প্রতিফলিত হয় না। পতিত আলোর কতটুকু প্রতিফলিত হবে তা দুটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে। তা হলো,-

১. মাধ্যম দুটির প্রকৃতি এবং
২. আপতিত আলো প্রতিফলক তলের উপর কত কোণে আপতিত হয় তার পরিমাণ।

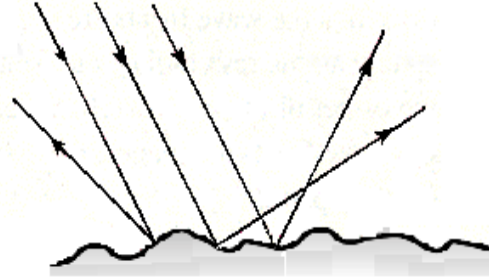
প্রতিফলক তল যত বেশি মসৃণ হয় প্রতিফলন তত বেশি হয়। আবার অস্বচ্ছ প্রতিফলকের চেয়ে স্বচ্ছ প্রতিফলকে প্রতিফলন কম হয়। যেমন সাদা তলে আলোর প্রতিফলন বেশি হয়। কালো রঙের তলে আলোর প্রতিফলন হয় না বললেই চলে। কাচ একটি আলোক স্বচ্ছ মাধ্যম। এর উপর আলো আংশিক প্রতিফলিত হয়। আবার আলোক রশ্মি লম্বভাবে পড়লে খুব সামান্য প্রতিফলিত হয়। রশ্মি যত বেশি কোণে আপতিত হয় প্রতিফলনের পরিমাণও তত বেশি হয়। প্রতিফলন তলের মসৃণতা অনুযায়ী প্রতিফলনকে দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে ; তা হলো-

১. নিয়মিত প্রতিফলন এবং
২. ব্যাপ্ত প্রতিফলন।

কোনো সমতল দর্পণের উপর এক গুচ্ছ সমান্তরাল আলোক রশ্মি আপতিত হলে প্রতিফলনের পর রশ্মিগুচ্ছ সমান্তরাল থাকে (চিত্র ৯.১)। অবতল দর্পণের উপর সমান্তরাল আলোক রশ্মি আপতিত হলে অভিসারী বা অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত হয়। কিন্তু এবড়োথেবড়ো তলের উপর সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ পতিত হয়ে প্রতিফলনের পরে সমান্তরাল থাকে না, বা অভিসারী বা অপসারী রশ্মিতেও পরিণত হয় না। বরং এদিক সেদিক বিক্ষিপ্তভাবে অর্থাৎ অনিয়মিতভাবে ছড়িয়ে পড়ে (চিত্র ৯.২)। একখন্ড মসৃণ রাখতা কাগজের উপর সূর্য রশ্মি ফেললে আলোক রশ্মির প্রতিফলন সুস্পষ্টভাবে দেখা যায়, কিন্তু এই রাখতা কাগজের টুকরোটি মুঠের মধ্যে কুচকে নিয়ে আলোতে ধরে দেখুন কোন প্রতিফলিত রশ্মি দেখতে পাবেন না। বুঝতেই পারছেন, প্রথম প্রকারের প্রতিফলন হচ্ছে নিয়মিত; আর দ্বিতীয় প্রকার প্রতিফলন অনিয়মিত বা ব্যাপ্ত। এবার আসুন আমরা নিয়মিত প্রতিফলন এবং ব্যাপ্ত প্রতিফলনের সংজ্ঞা দেই।



চিত্র : ৯.১ - নিয়মিত প্রতিফলন



চিত্র : ৯.২ - ব্যাপ্ত প্রতিফলন

**নিয়মিত প্রতিফলন (Regular reflection):** যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোক রশ্মি কোনো পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সমান্তরাল, অভিসারী বা অপসারী আলোক গুচ্ছে পরিণত হয় তা হলে সেই প্রতিফলনকে নিয়মিত প্রতিফলন বলে। প্রতিফলক পৃষ্ঠ মসৃণ হলে নিয়মিত প্রতিফলন হয়। সমতল দর্পণ, অবতল দর্পণ, উত্তল দর্পণে নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে। এ ক্ষেত্রে সবগুলো রশ্মির আপতন কোণ এবং প্রতিফলন কোণ সমান হয়।

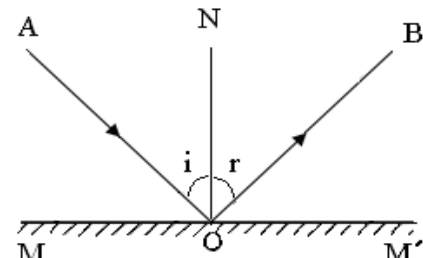
**ব্যাপ্ত প্রতিফলন (Diffused reflection):** যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোক রশ্মি কোনো পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সমান্তরাল, অভিসারী বা অপসারী আলোক গুচ্ছে পরিণত না হয় তা হলে সেই প্রতিফলনকে ব্যাপ্ত প্রতিফলন বলে। প্রতিফলক পৃষ্ঠ মসৃণ না হলে ব্যাপ্ত প্রতিফলন ঘটে। ঘরের দেয়াল, কাগজ, বার্নিশ না করা যে কোন কাঠের উপরি তল ইত্যাদি পৃষ্ঠ অমসৃণ এসব তলে ব্যাপ্ত প্রতিফলন ঘটে। এ ক্ষেত্রে সবগুলো রশ্মির আপতন কোণ বা প্রতিফলন কোণ পরস্পর সমান হয় না।

### ৯.১.২ প্রতিফলন সংক্রান্ত কয়েকটি পদের সংজ্ঞা (Some definitions)

**প্রতিফলক তল (Reflecting surface):** আলোক রশ্মি গমন পথে যে মসৃণ তলে বাধা পেয়ে আগের মাধ্যমে ফিরে যায় বা প্রতিফলিত হয় তাকে প্রতিফলক তল বলে। ৯.৩ চিত্রে প্রতিফলক MM' তল দেখানো হয়েছে। (৯.৩ প্রতিফলক তলের চিত্র বুঝাতে এর নিচে চিরুণীর দাতের মতো তেরছা ঘন দাগ কাটা হয়)।

**আপতিত রশ্মি (Incident ray) :** যে রশ্মি প্রতিফলক তলের ওপর এসে পড়ে তাকে আপতিত রশ্মি বলে। চিত্রে AO আপতিত রশ্মি (চিত্র ৯.৩)। (আপতন তলের দিকে তীর চিহ্ন দিয়ে সরলরেখা এঁকে আপতিত রশ্মি দেখানো হয়)।

**আপতন বিন্দু (Point of incidence):** প্রতিফলকের উপর যে বিন্দুতে আপতিত রশ্মি এসে পড়ে তাকে আপতন বিন্দু বলে। ৯.৩ চিত্রে O আপতন বিন্দু।



চিত্র : ৯.৩ আলোক রশ্মির প্রতিফলন

**অভিলম্ব (Normal) :** আপতন বিন্দুতে প্রতিফলক পৃষ্ঠের উপর অঙ্কিত লম্বকে অভিলম্ব বলে। ৯.৩ চিত্রে ON অভিলম্ব।

**প্রতিফলিত রশ্মি (Reflected ray) :** প্রতিফলক তলে বাধা পেয়ে যে রশ্মি আগের মাধ্যমে ফিরে আসে তাকে প্রতিফলিত রশ্মি বলে। ৯.৩ চিত্রে OB প্রতিফলিত রশ্মি। (আপতন বিন্দু থেকে বেরিয়ে যাওয়া তীর চিহ্ন যুক্ত সরল রেখা এঁকে প্রতিফলিত রশ্মি বুঝানো হয়)।

**আপতন কোণ (Angle of incidence) :** আপতিত রশ্মি ও অভিলম্ব আপতন বিন্দুতে যে কোণ উৎপন্ন করে অর্থাৎ আপতিত রশ্মি অভিলম্বের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে আপতন কোণ বলে। ৯.৩ চিত্রে  $\angle AON$  আপতন কোণ। আপতন কোণ বুঝাতে সাধারণত  $\angle i$  প্রতীক ব্যবহৃত হয়।

**প্রতিফলন কোণ (Angle of reflection) :** প্রতিফলিত রশ্মি ও অভিলম্ব আপতন বিন্দুতে যে কোণ উৎপন্ন করে অর্থাৎ প্রতিফলিত রশ্মি অভিলম্বের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে প্রতিফলন কোণ বলে। ৯.৩ চিত্রে  $\angle NOB$  প্রতিফলন কোণ। প্রতিফলন কোণ বুঝাতে সাধারণত  $\angle r$  প্রতীক ব্যবহৃত হয়।

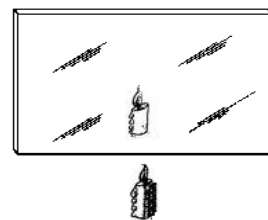
### ৯.১.৩ আলোর প্রতিফলনের সূত্র (Laws of Reflection)

আলোর প্রতিফলন দু'টি সূত্র মেনে চলে, এদের প্রতিফলনের সূত্র বলে। সূত্র দু'টি হলো-

১. আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব এবং প্রতিফলিত রশ্মি একই সমতলে থাকে।
২. আপতন কোণ এবং প্রতিফলন কোণ সর্বদা সমান হয়। অর্থাৎ আপতন কোণ  $i$  এবং প্রতিফলন কোণ  $r$  হলে,  
 $\angle i = \angle r$

**প্রতিবিম্ব (Image) :** আয়নার সামনে দাঁড়ালে আয়নার মধ্যে আমাদের প্রতিচ্ছবি দেখা যায়। আয়নার সামনে একটি মোমবাতি বা যে কোনো বস্তু ধরলে আয়নার ভেতরে ঐ মোমবাতিটি বা বস্তুটি দেখা যায় (চিত্র ৯.৪)। এটি কিভাবে হয়? আমরা জানি বস্তু থেকে আলো এসে আমাদের চোখে পড়লেই আমরা বস্তুটি দেখতে পাই। যখন কোনো বস্তু থেকে সরাসরি আলো চোখে পড়ে না তখন কি ঐ বস্তুটি দেখা যায়? বলবেন হ্যাঁ, ক্ষেত্র বিশেষে দেখা যায়। যেমন আয়নার মধ্যে দেখি। বস্তু থেকে সরাসরি আলো আমাদের চোখে না পড়ে যদি অন্য কোনো তলে প্রতিফলিত হয়ে বা অন্য কোন মাধ্যমে প্রতিসরিত হয়ে আমাদের চোখে প্রবেশ করে তা হলে আমরা বস্তুটিকে দেখতে পাই। (পরের ইউনিটে প্রতিসরণ সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা হয়েছে)।

কিন্তু বস্তুটিকে তখন তার আসল অবস্থানে দেখা যায় না। যেমন আমরা আয়নায় নিজের যে প্রতিচ্ছবি দেখি তা দেখি আয়নার পেছনে। একটি মোমবাতি আয়নার সামনে রাখলে তার প্রতিচ্ছবিও দেখি আয়নার পেছনে। মনে হয় আয়নার পেছনের কোন একটি নির্দিষ্ট অবস্থান বা বিন্দুতে অবস্থিত বস্তু থেকে আলো আমাদের চোখে এসে পড়ছে। এই প্রতিচ্ছবিটিই প্রতিবিম্ব বা বিম্ব (চিত্র ৯.৪)।



চিত্র : ৯.৪ আয়নার মধ্যে মোমবাতির প্রতিচ্ছবি

**প্রতিবিম্বের সংজ্ঞা :** কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তা হলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বা সংক্ষেপে বিম্ব বলে।

সমতল দর্পণ এবং গোলকীয় দর্পণে আলোর প্রতিফলন হয়, আবার স্বচ্ছ মাধ্যমে বা লেন্সের মধ্য দিয়ে আলো প্রতিসরিত হয়। পরের ইউনিটে প্রতিসরণ সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে। প্রতিফলন এবং প্রতিসরণ উভয় ক্ষেত্রেই প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। কখনও লক্ষ্যবস্তু থেকে নিঃসৃত আলো প্রতিফলনের বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় বিন্দুতে মিলিত হয়ে প্রতিবিম্ব গঠন করে, কখনও বা দ্বিতীয় বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। এক্ষেত্রেও প্রতিবিম্ব দেখা যায়। এ সব প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে প্রতিবিম্বকে দু'ভাগে ভাগ করা হয়েছে। সদ বা বাস্তব প্রতিবিম্ব এবং অসদ বা অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

১. **সদ প্রতিবিম্ব (Real Image) :** কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয়ে প্রতিবিম্ব গঠন করে তবে তাকে সদ বা বাস্তব প্রতিবিম্ব বলে। অবতল দর্পণে এধরণের সদ প্রতিবিম্ব গঠিত হয় ( চিত্র ৯.২৩, চিত্র ৯.২৫ )।
২. **অসদ প্রতিবিম্ব (Virtual Image):** কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে প্রকৃত পক্ষে দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় না কিন্তু দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তখন ঐ দ্বিতীয় বিন্দুতে প্রথম বিন্দুর যে প্রতিবিম্ব দেখা যায় তাকে অসদ বা অবাস্তব প্রতিবিম্ব বলে। সমতল দর্পণে (চিত্র ৯.৫ থেকে ৯.১০), এবং উত্তল দর্পণে (চিত্র ৯.২৪, ও ৯.২৬) এ ধরণের প্রতিবিম্ব গঠন দেখানো হয়েছে।

#### সদ ও অসদ বিম্বের পার্থক্য

সদ প্রতিবিম্ব	অসদ প্রতিবিম্ব
১. কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে দ্বিতীয় কোন বিন্দুতে মিলিত হয়ে সদ প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।	১. কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে দ্বিতীয় কোন বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হলে দ্বিতীয় বিন্দুতে অসদ প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।
২. সদ প্রতিবিম্ব গঠনের ক্ষেত্রে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত আলোক রশ্মিগুচ্ছের প্রকৃত মিলন হয়।	২. অসদ প্রতিবিম্ব গঠনের ক্ষেত্রে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত আলোক রশ্মিগুচ্ছের প্রকৃত মিলন হয় না।
৩. চোখে দেখা যায়, পর্দায় ফেলা যায় এবং স্পর্শ করা যায়।	৩. চোখে দেখা যায়, কিন্তু পর্দায় ফেলা বা স্পর্শ করা যায় না।
৪. অবতল দর্পণ ও উত্তল লেন্স দ্বারা সদ প্রতিবিম্ব উৎপন্ন হয়	৪. সব রকম দর্পণ ও লেন্স দ্বারা অসদ প্রতিবিম্ব উৎপন্ন হয়।



#### সার-সংক্ষেপ:

**প্রতিফলন :** কোনো আলোক রশ্মি কোন স্বচ্ছ মাধ্যমের মধ্য দিয়ে যাওয়ার সময় অন্য কোনো মাধ্যম দ্বারা বাধা প্রাপ্ত হলে দুই মাধ্যমের বিভেদতল থেকে প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। আলোর এই ফিরে আসার প্রক্রিয়াকে আলোর প্রতিফলন বলে।

#### আলোর প্রতিফলনের সূত্র :

১. আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অংকিত অভিলম্ব এবং প্রতিফলিত রশ্মি একই সমতলে থাকে।
২. আপতন কোণ এবং প্রতিফলন কোণ সর্বদা সমান হয়। অর্থাৎ আপতন কোণ  $i$  এবং প্রতিফলন কোণ  $r$  হলে,

$$\angle i = \angle r$$

**প্রতিবিম্ব :** কোন বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে যদি দ্বিতীয় কোন বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোন বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তা হলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বা সংক্ষেপে বিম্ব বলে।



## পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৯.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। আলোক রশ্মি গমন পথে বাধা প্রাপ্ত হলে পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসার প্রক্রিয়াকে কি বলে?
 

(ক) প্রতিসরণ	(খ) প্রতিফলন
(গ) ব্যতিচার	(ঘ) অপসরণ
- ২। আপতন কোণ  $i$  এবং প্রতিফলন কোণ  $r$  হলে, কোনটি সত্য?
 

(ক) $\angle i = \angle r$	(খ) $\angle i \neq \angle r$
(গ) $\angle i > \angle r$	(ক) $\angle r > \angle i$
- ৩। অবতল দর্পণের প্রধান অক্ষের উপর কোথায় বস্তু রাখলে প্রতিবিম্ব অসদ হয়?
 

(ক) অসীমে	(খ) মেরু ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে
(গ) প্রধান ফোকাসে	(ঘ) বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে

## পাঠ-২ দর্পণ ও প্রতিবিম্ব গঠন (Mirror and Image Formation)



### উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি -

১. দর্পণ কাকে বলে ও দর্পণের প্রকারভেদ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
২. গোলকীয় দর্পণের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত পদসমূহ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



### ৯.২.১ দর্পণ (Mirror)

বিশেষভাবে প্রস্তুত যে মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে দর্পণ বলে। প্রাচীন কালে মাটির পাত্রে স্বচ্ছ পানি রেখে তা দর্পণ হিসাবে ব্যবহার করা হতো। পরবর্তি যুগে ধাতব পৃষ্ঠকে মসৃণ করে দর্পণ প্রস্তুত হয়। তবে এই দর্পণ ছিল দুর্মূল্য এবং দুর্লভ। এক সময় মানুষ কাচ আবিষ্কার করল এবং কাচের সমতল সিট প্রস্তুত করতে শিখল। এর পর কাচের এক পিঠে ধাতুর প্রলেপ লাগিয়ে দর্পণ তৈরি করল। প্রথম দিকে প্রলেপের কাজে রূপা ব্যবহার করা হতো। তাই এই প্রলেপ দেয়াকে পারা লাগানো বা সিলভারিং বলা হতো। এখনো একে সিলভারিং বলা হয়। কাচের যে পিঠে পারদ লাগানো হয় তার বিপরীত পৃষ্ঠ প্রতিফলক তল হিসাবে ব্যবহৃত হয়, এই পৃষ্ঠকে দর্পণ পৃষ্ঠ বলে।

দর্পণ প্রধানত দু'ধরনের। যথা-

১. সমতল দর্পণ (Plane mirror) এবং
২. গোলকীয় দর্পণ (Spherical mirror)

**গোলকীয় সমতল দর্পণ (Plane mirror) :** দর্পণ পৃষ্ঠ যদি সমতল হয় অর্থাৎ কোনো সমতল পৃষ্ঠ যদি প্রতিফলক হিসাবে ব্যবহৃত হয় এবং তাতে আলোক রশ্মির নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তবে তাকে সমতল দর্পণ বলে। আমরা চেহারা দেখার জন্য প্রতিদিন যে আয়না ব্যবহার করি, চুল ছাটার সেলুনে, টয়লেটে, ড্রেসিং টেবিলে যে আয়না ব্যবহৃত হয় তা সমতল দর্পণ।

**গোলকীয় দর্পণ (Spherical mirror) :** যে দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠ গোলকের পৃষ্ঠ বা গোলক পৃষ্ঠের অংশ বিশেষ তাকে গোলকীয় দর্পণ বলে। গোলক পৃষ্ঠের দু'টি দিক; একটি বাইরে তথা বা উঁচু পিঠ, অন্যটি ভেতরে তথা নিচু পিঠ। যদি

প্রতিফলক পিঠটি গোলকের উঁচু দিক হয় তবে সেই গোলকীয় দর্পণকে উত্তল দর্পণ বলে। যদি প্রতিফলক পিঠটি গোলকের নিচু দিক হয় তবে সেই দর্পণকে অবতল দর্পণ বলে।

(পাঠ ৩ এ গোলকীয় দর্পণ সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।)

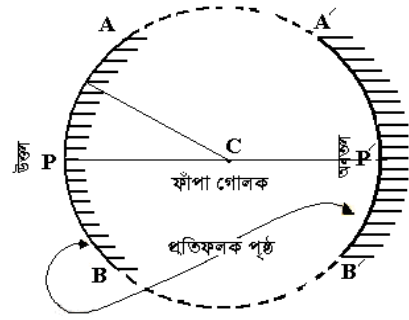
### ৯.২.২ গোলকীয় দর্পণ (Spherical Mirror)

একটি গোলক আকার বস্তুর পৃষ্ঠ যদি যথেষ্ট মসৃণ হয় তা হলে ঐ পৃষ্ঠে আপতিত আলোক রশ্মির নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে। গোলক পৃষ্ঠ প্রতিফলক বা দর্পণ হিসাবে ব্যবহৃত হয়। তাই, যে দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠ গোলকের পৃষ্ঠ বা গোলক পৃষ্ঠের অংশ বিশেষ তাকে গোলকীয় দর্পণ বলে।

আমরা জানি একটি গোলক নিরেট হতে পারে আবার ফাঁপাও হতে পারে। নিরেট গোলকের কেবল বাইরের পিঠ বা উঁচু পিঠ প্রতিফলক হিসাবে ব্যবহার হতে পারে। অন্য দিকে গোলকটি যদি ফাঁপা হয় তা হলে বাইরের উঁচু পিঠ অথবা ভেতরের নিচু পিঠ অর্থাৎ যে কোনো পিঠই দর্পণ হিসাবে কাজ করে। তাই গোলকীয় দর্পণ প্রধানত দু' প্রকার, উত্তল দর্পণ ও অবতল দর্পণ।

৯.৫ চিত্রে একটি ভেতরে ফাঁপা গোলক দেখানো হয়েছে। এর কেন্দ্র C। এর একটি অংশ AB কেটে নিয়ে ভেতরের বা নিচু পিঠে পারদ লাগালে বাইরের বা উত্তল পিঠ দর্পণ হিসাবে কাজ করবে। এটি উত্তল দর্পণ।

আবার আর একটি অংশ A'B' কেটে নিয়ে তার বাইরের বা উঁচু পিঠে পারদ লাগালে ভেতরের বা অবতল পিঠ দর্পণ হিসাবে কাজ করবে। এটি অবতল দর্পণ।



চিত্র : ৯.৫ অবতল ও উত্তল দর্পণ সৃষ্টি

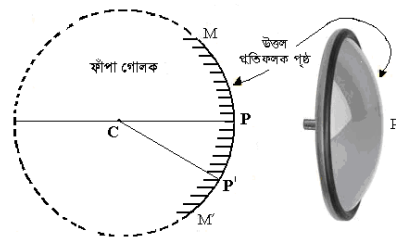
**অবতল দর্পণ (Concave Mirror) :** কোনো ফাঁপা গোলকের ভিতরের বা অবতল পিঠের কিছু অংশ যদি মসৃণ হয় বা প্রতিফলক রূপে কাজ করে তবে তাকে অবতল দর্পণ বলে।

**উত্তল দর্পণ (Convex Mirror) :** কোনো ফাঁপা গোলকের বাইরের বা উত্তল পিঠের কিছু অংশ যদি মসৃণ হয় বা প্রতিফলক রূপে কাজ করে তবে তাকে উত্তল দর্পণ বলে।

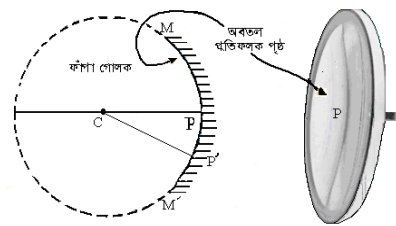
### ৯.২.৩ কয়েকটি সংজ্ঞা (Some Definitions)

- ১. মেরু বিন্দু (Pole) :** গোলকীয় দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্য বিন্দু বা কেন্দ্র বিন্দুকে দর্পণের মেরু বিন্দু বা সংক্ষেপে মেরু বলে। সাধারণত উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে প্রতিফলক পৃষ্ঠের সবচেয়ে উঁচু বিন্দু এবং অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে প্রতিফলক পৃষ্ঠের সবচেয়ে নিচু বিন্দুই মেরু বিন্দু। ৯.৬ এবং ৯.৭ নং চিত্রে P বিন্দুগুলো দর্পণের মেরু।
- ২. বক্রতার কেন্দ্র (Centre of Curvature) :** গোলকীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের কেন্দ্রকে ঐ দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র বলে। ৯.৬ এবং ৯.৭ নং চিত্রে C বক্রতার কেন্দ্র।
- ৩. বক্রতার ব্যাসার্ধ (Radius of Curvature) :** গোলকীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে ঐ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে। ৯.৬ এবং ৯.৭ নং চিত্রে CP বা CP' দৈর্ঘ্য ঐ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ। মূলত বক্রতার কেন্দ্র থেকে দর্পণের মেরু বিন্দু পর্যন্ত দূরত্বকে ঐ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ ধরা হয়। বক্রতার ব্যাসার্ধকে সাধারণত  $r$  অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- ৪. প্রধান অক্ষ (Principal axis) :** গোলকীয় দর্পণের মেরু এবং বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সরলরেখাকে দর্পণের প্রধান অক্ষ বলে। ৯.৬ এবং ৯.৭ নং চিত্রে CP সরলরেখা দর্পণের প্রধান অক্ষ। প্রধান অক্ষকে উভয় দিকে যত দূর ইচ্ছা বর্ধিত করা যায়। তখনও একে প্রধান অক্ষই বলে। ৯.৮ নং চিত্রে APC বা ACP এইরূপ প্রধান অক্ষ দেখানো হয়েছে।

৫. **গৌণ অক্ষ (Secondary axis):** মেরু বিন্দু ব্যতীত দর্পণ তলের যে কোনো বিন্দু এবং দর্পণের বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সকল সরলরেখাকে গৌণ অক্ষ বলে। ৯.৬ এবং ৯.৭ নং চিত্রে CP' গৌণ অক্ষ। প্রধান অক্ষ এবং গৌণ অক্ষ উভয়েই দর্পণ তলের উপর লম্ব হয়।



চিত্র : ৯.৬ উত্তল দর্পণ

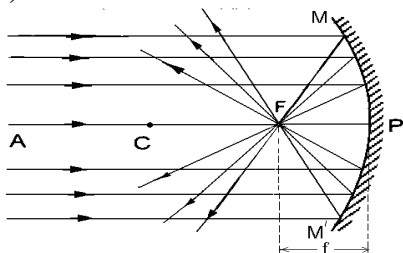


চিত্র : ৯.৭ অবতল দর্পণ

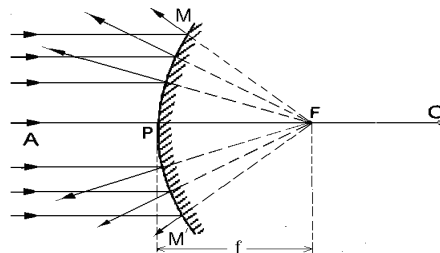
৬. **প্রধান ফোকাস (Principal Focus) :** অবতল দর্পণে আপতিত প্রধান অক্ষের নিকটবর্তী এবং প্রধান অক্ষের সমান্তরাল আলোক রশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের উপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে পরস্পরকে ছেদ করে বা মিলিত হয়। ঐ বিন্দুকে অবতল দর্পণের প্রধান ফোকাস বলে। ৯.৮ (ক) চিত্রে F বিন্দুটি অবতল দর্পণের প্রধান ফোকাস।

৯.৮ (খ) চিত্রে দেখা যাচ্ছে একটি উত্তল দর্পণের উপর আপতিত প্রধান অক্ষের নিকটবর্তী এবং প্রধান অক্ষের সমান্তরাল একগুচ্ছ আলোক রশ্মি প্রতিফলনের পর চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ছে, কিন্তু মনে হচ্ছে প্রতিফলিত রশ্মিগুলো প্রধান অক্ষের উপরস্থ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু F থেকে ছড়িয়ে পড়ছে বা অপসৃত হচ্ছে। এই F বিন্দুটি অবতল MPM' দর্পণের প্রধান ফোকাস।

গোলকীয় দর্পণে আপতিত প্রধান অক্ষের নিকটবর্তী সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয় (অবতল দর্পণে) অথবা যে বিন্দু থেকে ছড়িয়ে পড়ছে বা অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (উত্তল দর্পণে) তাকে ঐ দর্পণের প্রধান ফোকাস বলে।



চিত্র : ৯.৮ (ক) অবতল দর্পণে প্রতিফলন



চিত্র : ৯.৮ (খ) উত্তল দর্পণে প্রতিফলন

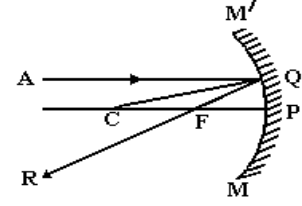
৭. **ফোকাস দূরত্ব (Focal length):** গোলকীয় দর্পণের মেরু থেকে প্রধান ফোকাস বিন্দু পর্যন্ত দূরত্বকে তার ফোকাস দূরত্ব বলে। ৯.৮ (ক) ও ৯.৮ (খ) নং চিত্রে দুটি দর্পণের ফোকাস দূরত্ব PF আলাদা আলাদা করে দেখানো হয়েছে। সাধারণত  $f$  অক্ষর দ্বারা ফোকাস দূরত্ব প্রকাশ করা হয়।
৮. **ফোকাস তল (Focal plane):** কোনো গোলকীয় দর্পণের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে প্রধান অক্ষের সাথে লম্বভাবে যে সমতল কল্পনা করা হয় তাকে ফোকাস তল বলে। তত্ত্বীয়ভাবে ফোকাস তল অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত।
৯. **গৌণ ফোকাস (Secondary focus):** গোলকীয় দর্পণে আপতিত সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ প্রধান অক্ষের সমান্তরাল না হলে প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের বাইরে একটি বিন্দুতে মিলিত হয় (অবতল দর্পণে) অথবা একটি বিন্দু থেকে ছড়িয়ে পড়ছে বা অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (উত্তল দর্পণে) ঐ বিন্দুকে দর্পণের গৌণ ফোকাস বলে। একটি গোলকীয় দর্পণের প্রধান ফোকাস বিন্দু মাত্র একটি; কিন্তু গৌণ ফোকাস অসংখ্য। এই বিন্দুগুলো প্রধান অক্ষের বাইরে কিন্তু ফোকাস তলে অবস্থান করে।

### ৯.৩.৩ গোলকীয় দর্পণের ফোকাস দূরত্ব ও বক্রতার ব্যাসার্ধের মধ্যে সম্পর্ক

(Relation between Focal length and Radius of curvature of a spherical mirror)

ক. অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে :

৯.৯ চিত্রে MPM' একটি অবতল দর্পণ। এর বক্রতার কেন্দ্র C, মেরু বিন্দু P, প্রধান অক্ষ CP, প্রধান ফোকাস F। ধরা যাক প্রধান অক্ষ CP এর নিকটবর্তী এবং সমান্তরাল রশ্মি AQ দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত হয়েছে। QC যোগ করা হলো। QC দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে এটি Q বিন্দুতে দর্পণ তলে লম্ব। (বৃত্তের কেন্দ্র থেকে পরিধির যে কোন বিন্দু সংযোগকারী রেখা বৃত্তের পরিধির ঐ বিন্দুতে লম্ব হয়)। তাহলে AQC আপতন কোণ।



চিত্র ৯.৯

এখন প্রতিফলনের সূত্র অনুসারে আপতন কোণ AQC এর সমান করে কোণ CQR অঙ্কন করা যাক। যেন QR রশ্মি প্রধান অক্ষ CP কে F বিন্দুতে ছেদ করে।

সংজ্ঞানুসারে CQR প্রতিফলন কোণ, QR প্রতিফলিত রশ্মি এবং F অবতল দর্পণটির প্রধান ফোকাস। প্রতিফলনের সূত্রানুসারে আপতন কোণ AQC = প্রতিফলন কোণ CQR।

আবার AQ সমান্তরাল CP। QC ছেদক, অতএব  $\angle AQC =$  একান্তর  $\angle QCF$

$$\therefore \angle CQF = \angle QCF$$

$\therefore \Delta QCF$  সমদ্বিবাহু। সুতরাং  $CF = QF$

এখন Q বিন্দু P বিন্দুর খুব কাছাকাছি হওয়ায়  $QF = FP = CF$

বা,  $CF = FP$

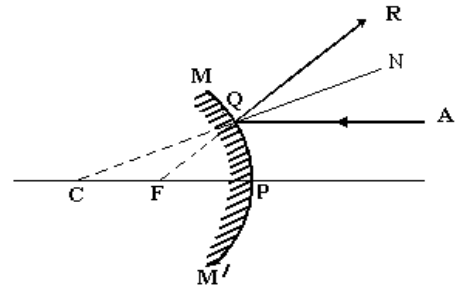
অতএব F, CP এর মধ্য বিন্দু। সুতরাং  $PF = \frac{1}{2} CP$

কিন্তু  $PF =$  ফোকাস দূরত্ব  $= f$  এবং  $PC =$  বক্রতার ব্যাসার্ধ  $= r$

$$\therefore f = \frac{r}{2} \text{ অর্থাৎ অবতল দর্পণের ফোকাস দূরত্ব বক্রতার ব্যাসার্ধের অর্ধেক।}$$

খ. উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে :

৯.১০ চিত্রে MPM' একটি উত্তল দর্পণ। এর বক্রতার কেন্দ্র C, মেরু বিন্দু P প্রধান অক্ষ CP, প্রধান ফোকাস, F। ধরা যাক প্রধান অক্ষ CP এর নিকটবর্তী এবং সমান্তরাল রশ্মি AQ দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত হয়েছে। CQ যোগ করে N পর্যন্ত বর্ধিত করা হলো। CQ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে QN, Q বিন্দুতে দর্পণ তলে অভিলম্ব। (বৃত্তের কেন্দ্র থেকে পরিধির যে কোন বিন্দু সংযোগকারী রেখা বৃত্তের পরিধির ঐ বিন্দুতে লম্ব হয়)। তাহলে AQN আপতন কোণ।



চিত্র ৯.১০

এখন প্রতিফলনের সূত্র অনুসারে আপতন কোণ AQN এর সমান করে কোণ NQR অঙ্কন করা যাক যেন RQ রশ্মিকে পেছনে বর্ধিত করলে তা প্রধান অক্ষ CP কে F বিন্দুতে ছেদ করে।

সংজ্ঞানুসারে NQR প্রতিফলন কোণ, QR প্রতিফলিত রশ্মি এবং F অবতল দর্পণটির প্রধান ফোকাস বিন্দু। প্রতিফলনের সূত্রানুসারে আপতন কোণ AQN = প্রতিফলন কোণ RQN।

আবার AQ সমান্তরাল PC। NC ছেদক, অতএব  $\angle NQA =$  অনুরূপ  $\angle QCF$

এবং  $\angle RQN = \angle CQF$  (বিপ্রতীপ কোণ বলে);  $\angle CQF = \angle QCF$

$$\therefore \Delta QCF \text{ সমদ্বিবাহু। সুতরাং } FC = FQ$$

এখন Q বিন্দু P বিন্দুর খুব কাছাকাছি হওয়ায়  $FQ = FP = FC$

বা,  $CF = FP$



অতএব F, CP এর মধ্য বিন্দু। সুতরাং  $PF = \frac{1}{2} PC$

কিন্তু  $PF =$  ফোকাস দূরত্ব  $= f$  এবং  $PC =$  বক্রতার ব্যাসার্ধ  $= r$

$\therefore f = \frac{r}{2}$  অর্থাৎ উত্তল দর্পণের ফোকাস দূরত্ব বক্রতার ব্যাসার্ধের অর্ধেক।

সুতরাং দেখা যায় সব ক্ষেত্রেই গোলীয় দর্পণের ফোকাস দূরত্ব তার বক্রতার ব্যাসার্ধের অর্ধেক।



সার-সংক্ষেপ:

**দর্পণ :** বিশেষভাবে প্রস্তুত যে মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে দর্পণ বলে। কাচের পাতের এক পিঠে ধাতুর প্রলেপ লাগিয়ে দর্পণ তৈরি করা হয়। এই প্রলেপ দেয়াকে পারদ লাগান বা সিলভারিং বলা হয়। দর্পণ প্রধানত দু'ধরনের। যথা- সমতল দর্পণ এবং গোলকীয় দর্পণ।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন -৯.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। কোনটি দর্পণ হিসাবে কাজ করে?

- (ক) পালিশ করা টেবিল (খ) পরিষ্কার পারদ পৃষ্ঠ  
(গ) স্থির পানি পৃষ্ঠ (ঘ) সবগুলো

২। কোন ধরনের প্রতিফলক তলে নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে?

- (ক) বক্রতল দর্পণে (খ) সমতল দর্পণে  
(গ) অবতল দর্পণে (ঘ) সব ধরনের দর্পণে

৩। একটি উত্তল দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ 14 cm হলে এর ফোকাস দূরত্ব কত?

- (ক) 14 cm (খ) 28 cm  
(গ) 7 cm (ঘ) 3.5 cm

৪। অবতল দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ  $r$  এবং ফোকাস দূরত্ব  $f$  হলে কোনটি সঠিক?

- (ক)  $r = 2f$  (খ)  $f = 2r$   
(গ)  $r = f$  (ঘ)  $f > r$

## পাঠ-৩ সমতল দর্পণে প্রতিবিম্ব (Image Formed by Plane Mirror)



### উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি -

১. সমতল দর্পণে কিভাবে প্রতিবিম্ব গঠিত হয়, তা চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
২. সমতল দর্পণে বিম্ব সৃষ্টি সম্পর্কে কয়েকটি সাধারণ ঘটনা বর্ণনা করতে পারবেন।
৩. সমতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্যসমূহ বর্ণনা করতে পারবেন।

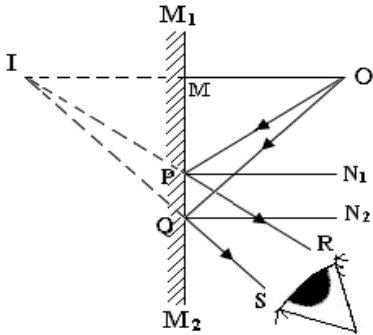


### ৯.৩.১ সমতল দর্পণে প্রতিবিম্ব গঠন (Formation of image by a plane mirror)

বস্তু যত বৃহৎ বা যত ক্ষুদ্রই হোক না কেন দর্পণের সামনে রাখলে দর্পণের পেছনে তার প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। রশ্মির রেখা চিত্রের মাধ্যমে আমরা বস্তু থেকে গঠিত বিম্বের অবস্থান ও আকার আকৃতি নিরূপণ করতে পারি। আমরা একটি বিন্দু বস্তু এবং একটি বিস্তৃত বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠনের প্রক্রিয়া ও গঠিত প্রতিবিম্বের অবস্থান ও আকার আকৃতি বর্ণনা করব।

#### (ক) বিন্দু লক্ষ্যবস্তু দ্বারা প্রতিবিম্ব গঠন

ধরা যাক একটি সমতল দর্পণ  $M_1M_2$  এর সামনে  $O$  একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু (চিত্র ৯.১১)। লক্ষ্যবস্তু ( $O$  বিন্দু) থেকে সব দিকে আলোক রশ্মি ছড়িয়ে পড়ছে। তার মধ্যে বেশ কিছু রশ্মি দর্পণ তলে পড়ছে। এর একটি রশ্মি  $OP$  বরাবর দর্পণ তলে  $P$  বিন্দুতে আপতিত হয়ে  $PR$  পথে প্রতিফলিত হয়ে দর্শকের চোখ পড়ছে। আর একটি রশ্মি  $OQ$ ,  $M_1M_2$  দর্পণ তলে  $Q$  বিন্দুতে আপতিত হয়ে  $QS$  পথে প্রতিফলিত হয়ে দর্শকের চোখে পড়ছে।



চোখে প্রবেশকারী প্রতিফলিত  $PR$  এবং  $QS$  রশ্মি দু'টি পেছনে বর্ধিত করলে  $I$  বিন্দুতে মিলিত হয়। মনে হয়  $I$  বিন্দু থেকে সরাসরি রশ্মি দু'টি চোখে এসে পড়ছে।  $I$  বিন্দুতে লক্ষ্যবস্তু  $O$  বিন্দুর প্রতিচ্ছবি তৈরি হয়।

প্রতিবিম্বটি দেখা যায়, কিন্তু ধরা বা ছোঁয়া যায় না। এমনকি পর্দার উপরও ফেলা যায় না। তাই এটি একটি অসদ বা অবাস্তব প্রতিবিম্ব। সমতল দর্পণে সব সময় অসদ প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।

#### চিত্র : ৯.১১ বিন্দু লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

৯.১১ চিত্রে  $P$  ও  $Q$  বিন্দুতে দর্পণ তলের ওপর  $PN_1$  এবং  $QN_2$  অভিলম্ব।  $OI$  যোগ করলে দর্পণ তলকে  $M$  বিন্দুতে ছেদ করল।

প্রতিফলনের নিয়ম অনুযায়ী,  $\angle OPN_1 = \angle RPN_1$

$OI$  সমান্তরাল  $PN_1$  যেহেতু উভয়েই  $M_1M_2$  দর্পণ তলে অভিলম্ব।

অতএব যখন  $OP$  ছেদক  $\angle OPN_1 = \angle POM$  (একান্তর কোণ বলে)

আবার যখন  $OP$  ছেদক  $\angle RPN_1 = \angle PIM$  (অনুরূপ কোণ বলে)

$$\therefore \angle POM = \angle PIM \quad (\because \angle OPN_1 = \angle RPN_1)$$

এখন,  $\triangle OPM$  এবং  $\triangle PIM$  এর মধ্যে  $\angle IMP = \angle OMP$  ( $\because$  প্রত্যেকে সমকোণ)

$$\angle POM = \angle PIM$$

এবং  $PM$  সাধারণ বাহু। সুতরাং  $\triangle$  দুটি সর্বসম।

$$\therefore OM = IM$$

বা, দর্পণ থেকে বস্তুর দূরত্ব = দর্পণ থেকে বিম্বের দূরত্ব।

সংক্ষেপে, বস্তু দূরত্ব = প্রতিবিম্ব দূরত্ব।

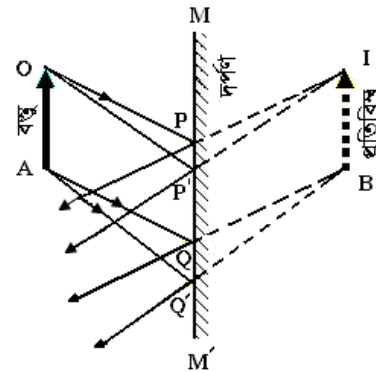
(খ) বিস্তৃত বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

৯.১১ চিত্রে আমরা একটি বিন্দুকে লক্ষ্যবস্তু বিবেচনা করেছি। প্রকৃত পক্ষে বিন্দু বস্তু সম্ভব নয়। সব বস্তুরই নির্দিষ্ট আকার-আকৃতি আছে। অর্থাৎ বস্তু মূলত বিস্তৃত। তবে সকল বিস্তৃত বস্তুই অসংখ্য বিন্দু বস্তুর সমষ্টি। এই বিন্দুগুলোর প্রতিবিম্ব গোটা বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন করে। কিন্তু কোন বিস্তৃত বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠনের চিত্র পেতে হলে এর প্রতিটি বিন্দুর প্রতিবিম্বের চিত্র আঁকা প্রয়োজন হয় না। বিশেষ কয়েকটি বিন্দুর প্রতিবিম্ব গঠনের চিত্র আঁকতে হয়। একটি উদাহরণ লক্ষ্য করুন।

MM' দর্পণ তলের সামনে AO একটি বিস্তৃত বস্তু (চিত্র ৯.১২)। এর শীর্ষ বিন্দু O থেকে দু'টি রশ্মি OP এবং OP' দর্পণ তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের নিয়ম অনুযায়ী প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মি দু'টি একে পেছনে বর্ধিত করা হয়েছে। ৯.১২ চিত্রে দেখানো হয়েছে এরা I বিন্দুতে মিলিত হয়েছে। I বিন্দুতে O বিন্দুর প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়েছে।

একই ভাবে বস্তুটির পাদবিন্দু A থেকে দু'টি রশ্মি AQ এবং AQ' দর্পণ তলে আপতিত হয়ে যে পথে প্রতিফলিত হবে তার রেখা চিত্র একে পেছনে বাড়ালে একটি বিন্দুতে মিলিত হয়েছে (চিত্রে B বিন্দু দেখানো হয়েছে)। এই বিন্দুতে অর্থাৎ B বিন্দুতে A বিন্দুর প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হবে।

এবার I এবং B বিন্দু দু'টি সংযুক্ত করলে যে বিস্তৃত সরল রেখা IB পাওয়া যাবে এটাই OA বস্তুর প্রতিবিম্ব (চিত্র ৯.১২)। এটিও অসদ প্রতিবিম্ব। এটি আকৃতি এবং আকারে AO বস্তুর সমান। এবং বস্তু থেকে দর্পণের দূরত্ব যত দর্পণ থেকে প্রতিবিম্বের দূরত্বও তত।



চিত্র : ৯.১২ বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

৯.৩.২ সমতল দর্পণে বিম্ব সৃষ্টি সম্পর্কে কয়েকটি সাধারণ তথ্য

Some common facts about image formation by plane mirror

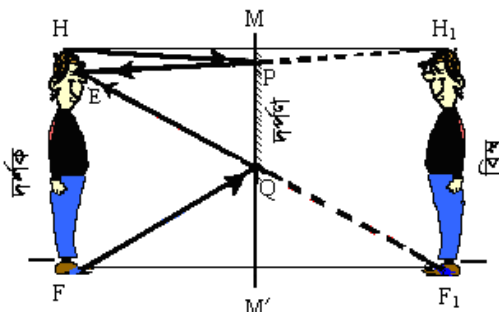
(ক) সমতল দর্পণে নিজের পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখতে হলে দর্পণের দৈর্ঘ্য দর্শকের দৈর্ঘ্যের ন্যূনতম অর্ধেক হতে হবে

৯.১৩ চিত্রে খাড়াভাবে স্থাপিত MM' একটি সমতল দর্পণের সামনে HEF একজন দর্শক। দর্শকের মাথা চোখ এবং পা যথাক্রমে H, E এবং F বিন্দু দিয়ে দেখানো হয়েছে। দর্শক তখনই তার সম্পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখতে পাবেন যখন তার মাথা H এবং পা F থেকে দর্পণে আপতিত আলোক রশ্মি প্রতিফলনের পর তার চোখে E বিন্দুতে পড়তে হবে। ধরা যাক গঠিত প্রতিবিম্বটিতে মাথা H<sub>1</sub> এবং পা F<sub>1</sub>।

সূত্র অনুসারে গঠিত প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য = বস্তুর দৈর্ঘ্য এবং প্রতিবিম্বের দূরত্ব = বস্তুর দূরত্ব

অর্থাৎ, HF = H<sub>1</sub>F<sub>1</sub>; FM' = F<sub>1</sub>M' এবং HM = H<sub>1</sub>M

(চিত্রে H, H<sub>1</sub> এবং F, F<sub>1</sub> সংযোগকারী রেখা দু'টি দর্পণতলকে যথাক্রমে M এবং M' বিন্দুতে লম্বভাবে ছেদ করেছে)।



চিত্র : ৯.১৩ সমতল দর্পণে নিজের পূর্ণ প্রতিবিম্ব দর্শন

এবার E F<sub>1</sub> এবং E H<sub>1</sub> যোগ করা হলো যেন এগুলো দর্পণতলকে যথাক্রমে Q এবং P বিন্দুতে ছেদ করে। HP এবং FQ যোগ করা হলো। দর্শকের সর্বোচ্চ বিন্দু H থেকে দর্পণের P বিন্দুতে আপতিত রশ্মি প্রতিফলিত হয়ে দর্শকের চোখে E বিন্দুতে প্রবেশ করছে এবং H<sub>1</sub> বিন্দুতে প্রতিবিম্ব গঠন করছে। অনুরূপভাবে দর্শকের সর্বনিম্ন বিন্দু F থেকে দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত রশ্মি প্রতিফলিত হয়ে দর্শকের চোখে E বিন্দুতে প্রবেশ করছে এবং F<sub>1</sub> বিন্দুতে প্রতিবিম্ব গঠন করছে।

সুতরাং HF দর্শকের পূর্ণ প্রতিবিম্ব  $H_1F_1$  দেখতে হলে দর্পণের দৈর্ঘ্য কমপক্ষে PQ হওয়া প্রয়োজন।

এখন, চিত্রে  $H_1EF_1$  ত্রিভুজের ভূমি  $H_1F_1$  এবং PQ,  $H_1F_1$  এর সমান্তরাল। (যেহেতু PQ দর্পণ তল  $MM'$  এর অংশ)।

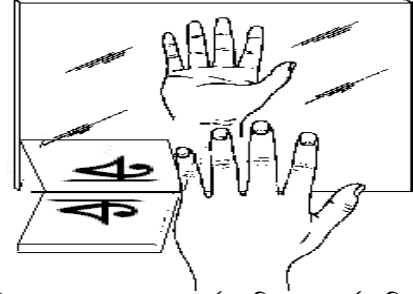
অতএব  $PQ = \frac{1}{2} H_1F_1$  বা, দর্পণের দৈর্ঘ্য  $= \frac{1}{2} \times$  দর্শকের দৈর্ঘ্য

অর্থাৎ, সমতল দর্পণে নিজের পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখতে হলে দর্পণের দৈর্ঘ্য দর্শকের দৈর্ঘ্যের ন্যূনতম অর্ধেক হতে হবে।

(খ) সমতল দর্পণে প্রতিবিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন হয় (Lateral inversion in plane mirror)

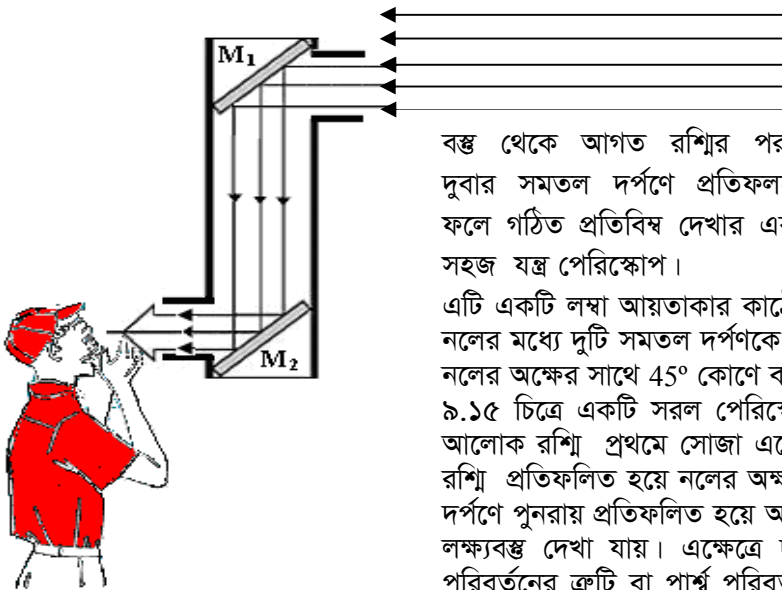
সমতল দর্পণের সামনে দাঁড়িয়ে দর্শক ডান হাত তুললে দর্পণের মধ্যে তার প্রতিবিম্বটি বাম হাত তুলবে। দর্শক বাম হাত নাড়লে প্রতিবিম্বের ডান হাত নড়বে। মনে হয় সমগ্র দেহের বাম পার্শ্ব পরিবর্তন হয়ে ডান পার্শ্বে এবং ডান পার্শ্ব বাম পার্শ্বে চলে গেছে। একে বলা হয় প্রতিবিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন। সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব দূরত্ব এবং লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব সমান হওয়ার জন্য এরকম হয়।

এক টুকরো কাগজে ক অক্ষর লিখে একটি সমতল দর্পণের সামনে ধরলে দেখা যাবে প্রতিবিম্বটি উল্টে গেছে (চিত্র ৯.১৪)। তবে প্রতিসম বস্তুসমূহের পার্শ্ব পরিবর্তন বোঝা যায় না। যেমন ০, ৪, ১ + = ধরনের চিহ্ন বা আকৃতির পার্শ্ব পরিবর্তন বুঝা যায় না। আমরা ড্রেসিং টেবিলের বা সেলুনের আয়নায় নিজেদের যে প্রতিবিম্ব দেখি তার পার্শ্ব পরিবর্তন ত্রুটি যুক্ত।



চিত্র : ৯.১৪ সমতল দর্পণে বিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন

(গ) সমতল দর্পণে পরপর দুবার প্রতিফলনের সরল পেরিস্কোপ (Simple Periscope)



চিত্র : ৯.১৫ সরল পেরিস্কোপ দিয়ে ভীড় এড়িয়ে খেলা দেখা

বস্তু থেকে আগত রশ্মির পরপর দুবার সমতল দর্পণে প্রতিফলনের ফলে গঠিত প্রতিবিম্ব দেখার একটি সহজ যন্ত্র পেরিস্কোপ।

এটি একটি লম্বা আয়তাকার কাঠের বা ধাতুর তৈরি লম্বা নল। এই যন্ত্রের নলের মধ্যে দুটি সমতল দর্পণকে পস্পরের মুখোমুখি এবং সমান্তরাল করে নলের অক্ষের সাথে  $45^\circ$  কোণে বসানো হয়।

৯.১৫ চিত্রে একটি সরল পেরিস্কোপ দেখানো হয়েছে। দূরের বস্তু থেকে আলোক রশ্মি প্রথমে সোজা এসে  $M_1$  দর্পণে আপতিত হয়। আপতিত রশ্মি প্রতিফলিত হয়ে নলের অক্ষ বরাবর এসে  $M_2$  দর্পণে পড়ে এবং  $M_2$  দর্পণে পুনরায় প্রতিফলিত হয়ে আনুভূমিক ভাবে দর্শকের চোখে পড়ে ফলে লক্ষ্যবস্তু দেখা যায়। এক্ষেত্রে দুবার প্রতিফলনের জন্য লক্ষ্যবস্তুর পার্শ্ব পরিবর্তনের ত্রুটি বা পার্শ্ব পরিবর্তন জনিত সমস্যা থাকে না। দূরের বা কাছের জিনিস সোজাসুজি দেখতে বাধা থাকলে এই যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। ভীড় এড়িয়ে খেলা দেখা, ডুবো জাহাজে বসে সমুদ্রপৃষ্ঠে শত্রু পক্ষের জাহাজের গতিবিধি পর্যবেক্ষণ করা ও সে মতো কাজে ব্যবহৃত হয়।



### ৯.৩.৪ সমতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্যসমূহ (Properties of image in plane mirror)

সমতল দর্পণে সৃষ্ট বিম্বের কতগুলো বৈশিষ্ট্য রয়েছে। সেগুলো হলো :

১. দর্পণ থেকে বস্তু দূরত্ব যত, দর্পণ থেকে বিম্বের দূরত্ব তত।
২. বস্তু ও বিম্ব সংযোগকারী রেখা দর্পণ তলকে লম্বভাবে ছেদ করে।
৩. সমতল দর্পণে গঠিত বিম্ব অসদ ও সোজা।
৪. বিম্বের আকার বস্তুর আকারের সমান হয়।
৫. বিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন ঘটে।



#### সার-সংক্ষেপ:

**অবতল দর্পণ :** কোন ফাঁপা গোলকের ভিতরের বা অবতল পিঠের কিছু অংশ যদি মসৃণ হয় বা প্রতিফলক রূপে কাজ করে তবে তাকে অবতল দর্পণ বলে।

**উত্তল দর্পণ :** কোন ফাঁপা গোলকের বাইরের বা উত্তল পিঠের কিছু অংশ যদি মসৃণ হয় বা প্রতিফলক রূপে কাজ করে তবে তাকে উত্তল দর্পণ বলে।

**মেরু বিন্দু :** গোলকীয় দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্য বিন্দু বা কেন্দ্র বিন্দুকে দর্পণের মেরু বলে।

**বক্রতার কেন্দ্র :** গোলকীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের কেন্দ্রকে তার বক্রতার কেন্দ্র বলে।

**বক্রতার ব্যাসার্ধ :** গোলকীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে ঐ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে।

**প্রধান অক্ষ :** গোলকীয় দর্পণের মেরু এবং বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সরলরেখাকে দর্পণের প্রধান অক্ষ বলে।



#### পাঠোত্তর মূল্যায়ন -৯.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। সমতল দর্পণে দর্শকের পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখতে হলে দর্পণের দৈর্ঘ্য দর্শকের উচ্চতার কত হবে?

- |                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| (ক) সমান            | (খ) বড়           |
| (গ) কম পক্ষে অর্ধেক | (ঘ) যে কোনো মাপের |

২। কোন বস্তুর ক্ষেত্রে পার্শ্ব পরিবর্তন হয় না?

- |                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| (ক) যে কোনো ঘন বস্তু | (খ) যে কোনো মানুষ |
| (গ) অপ্রতিসম বস্তু   | (ঘ) প্রতিসম বস্তু |

### পাঠ-৪ গোলকীয় দর্পণে প্রতিবিম্ব (Image formed by Spherical Mirror)



#### উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি -

১. গোলকীয় দর্পণে প্রতিবিম্ব গঠনের রশ্মি চিত্র আঁকতে পারবেন।
২. অবতল দর্পণে বাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. অবতল দর্পণে বাস্তব অবাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৪. উত্তল দর্পণে বস্তুর প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৫. গোলকীয় দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করতে পারবেন।



#### ৯.৪.১ গোলকীয় দর্পণে প্রতিবিম্ব গঠনের ব্যাখার জন্য কয়েকটি রশ্মির পথরেখা

(Ray Diagram of Spherical Mirror for explaining formation of Image)

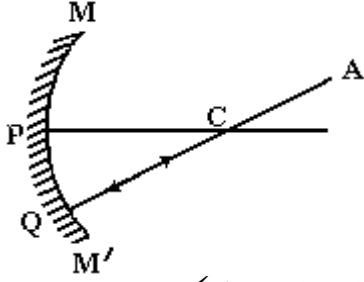
উত্তল বা অবতল দর্পণের সামনে কোনো বস্তু রাখলে দর্পণে তার প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। এই বিম্বের অবস্থান, আকার ও প্রকৃতি জানতে হলে রশ্মি চিত্র আঁকতে হয়। বস্তু থেকে নিঃসৃত বা নির্গত রশ্মিগুচ্ছ দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে কোথায় মিলিত হয় বা কোথা থেকে নিঃসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় রশ্মি চিত্রের মাধ্যমে তা জানা যায়। এ রশ্মি চিত্র গঠনের জন্য দর্পণের প্রধান অক্ষ, প্রধান ফোকাস, বক্রতার কেন্দ্র এবং মেরু বিন্দু নির্দিষ্ট থাকলে কয়েকটি বিশেষ আপতিত রশ্মির

প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পথরেখা অনুসরণ করলে কাজটি সহজ হয়। এই সমস্ত রশ্মির গমন পথ বা রশ্মি চিত্র থেকে বিশ্বের অবস্থান, আকৃতি এবং প্রকৃতি নির্ণয় করা যায়। এ জন্য উত্তল এবং অবতল উভয় প্রকার দর্পণের ক্ষেত্রে সচরাচর নিচের তিন ধরনের রশ্মিও যে কোনো দুটি বিবেচনা করা যায়। এগুলো হলো,-

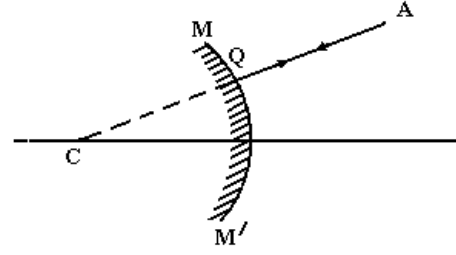
১. গোলকীয় দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর আপতিত রশ্মি
২. গোলকীয় দর্পণের প্রধান অক্ষের সাথে সমান্তরালভাবে আপতিত রশ্মি
৩. গোলকীয় দর্পণের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে বা প্রধান ফোকাস বরাবর আপতিত রশ্মি

**গোলকীয় দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর আপতিত রশ্মি :**

গোলকীয় দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর আপতিত রশ্মি মূলতঃ লম্বভাবে দর্পণের উপর পড়ে, তাই প্রতিফলনের নিয়মানুসারে এই রশ্মি প্রতিফলনের পর আবার সেই পথেই ফিরে যাবে (চিত্র- ৯.১৬ এবং চিত্র-৯.১৭)।



চিত্র : ৯. ১৬ অবতল দর্পণে বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর আপতিত রশ্মি

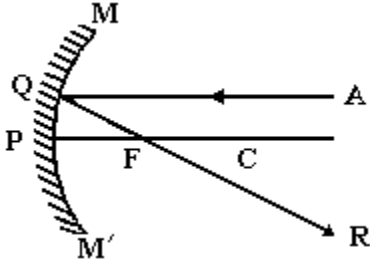


চিত্র : ৯.১৭ উত্তল দর্পণে বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর আপতিত রশ্মি

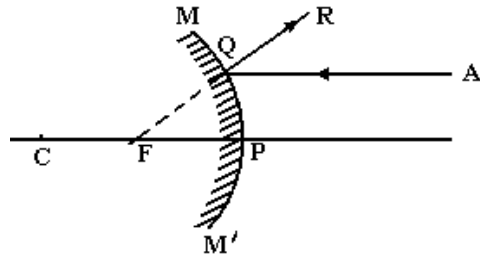
৯.১৬ চিত্রে  $MM'$  অবতল দর্পণের উপর এবং ৯.১৭ চিত্রে  $MM'$  উত্তল দর্পণের উপর একটি রশ্মি  $AQ$ , দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ  $CQ$  বরাবর  $Q$  বিন্দুতে লম্বভাবে আপতিত হয়েছে। অতএব প্রথম রশ্মিটি  $QCA$  পথে (৯.১৬ চিত্রে) এবং দ্বিতীয় রশ্মিটি  $CQA$  পথে (৯.১৭ চিত্রে) প্রতিফলিত হবে।

**গোলকীয় দর্পণের প্রধান অক্ষের সাথে সমান্তরাল ভাবে আপতিত রশ্মি**

প্রধান অক্ষের সমান্তরাল আপতিত আলোক রশ্মি অবতল দর্পণে প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস দিয়ে যায় (চিত্র ৯.১৮)। উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে প্রধান ফোকাস থেকে আসছে বলে মনে হয় চিত্র (৯.১৯)।



চিত্র ৯.১৮ অবতল দর্পণে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত রশ্মি

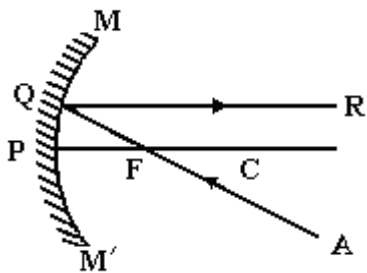


চিত্র ৯.১৯ উত্তল দর্পণে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত রশ্মি

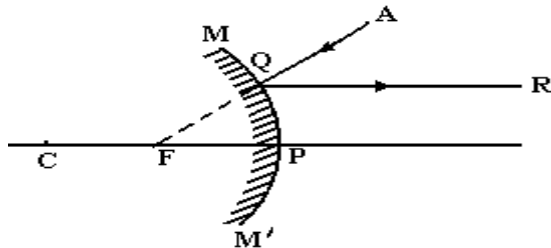
৯.১৮ নং চিত্রে একটি রশ্মি  $AQ$  অবতল দর্পণের প্রধান অক্ষ  $CP$  এর সমান্তরাল হয়ে  $Q$  বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাস  $F$  দিয়ে  $QR$  পথে প্রতিফলিত হয়। ৯.১৯ নং চিত্রে একটি রশ্মি  $AQ$  উত্তল দর্পণের প্রধান অক্ষ  $PC$  এর সমান্তরালে  $Q$  বিন্দুতে আপতিত হয়ে  $QR$  পথে প্রতিফলিত হয়, মনে হয় যেন এটি প্রধান ফোকাস  $F$  থেকে আসছে।

**গোলকীয় দর্পণের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে বা প্রধান ফোকাস বরাবর আপতিত রশ্মি**

প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে অবতল দর্পণে আপতিত আলোক রশ্মি এবং উত্তল দর্পণে প্রধান ফোকাস বরাবর আপতিত রশ্মি উভয়টিই প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়।



চিত্র : ৯.২০ অবতল দর্পণে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে আপতিত রশ্মি



চিত্র : ৯.২১ উত্তল দর্পণে প্রধান ফোকাস বরাবর আপতিত রশ্মি

৯.২০ নং চিত্রে একটি রশ্মি AQ অবতল দর্পণের প্রধান ফোকাস F এর মধ্য দিয়ে দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রধান অক্ষ PC এর সমান্তরাল হয়ে QR পথে প্রতিফলিত হয়েছে। ৯.২১ নং চিত্রে একটি রশ্মি AQ উত্তল দর্পণের প্রধান ফোকাস F বরাবর Q বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রধান অক্ষ CP এর সমান্তরালে QR পথে প্রতিফলিত হয়েছে।

### ৯.৪.২ গোলকীয় দর্পণে বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠনের রশ্মি চিত্র

(Ray diagram of image formed by spherical mirror)

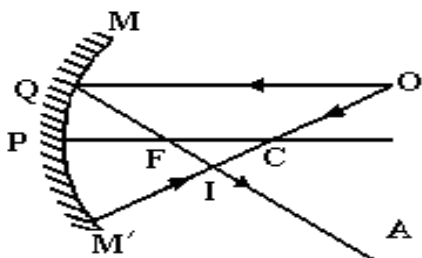
গোলকীয় দর্পণের সামনে বস্তু রাখলে দর্পণে প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। আমরা জানি, কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলনের পর যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তাহলে ঐ বিন্দুতেই প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। এই নীতির উপর ভিত্তি করেই গোলকীয় দর্পণের দ্বারা গঠিত বিন্দু বস্তু বা বিস্তৃত বস্তুর গঠিত প্রতিবিম্বের রশ্মি চিত্র আঁকা হয়।

### গোলকীয় দর্পণে বিন্দু লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

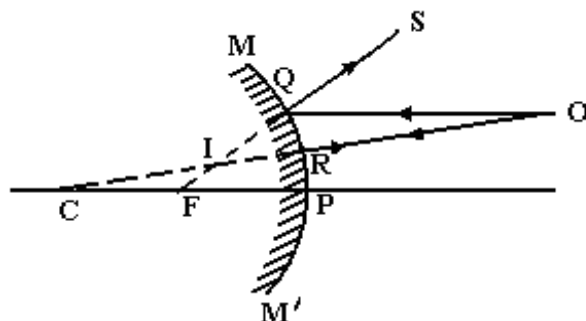
নিচের চিত্রসহ অবতল ও উত্তল উভয় প্রকার দর্পণের আলাদা আলাদাভাবে বিন্দু লক্ষ্যবস্তু দ্বারা সৃষ্ট প্রতিবিম্বের গঠন বর্ণনা ও ব্যাখ্যা করা হল।

#### ক. অবতল দর্পণে বিন্দু লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

৯.২২ নং চিত্রে একটি অবতল দর্পণ MM' এর সামনে একটি বিন্দু বস্তু O রাখা হয়েছে। ধরা যাক O থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে একটি রশ্মি OQ, দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত হল। প্রতিফলনের নিয়ম অনুসারে এটি প্রধান ফোকাস F এর মধ্য দিয়ে QFA পথে প্রতিফলিত হবে। O থেকে আর একটি রশ্মি বক্রতার কেন্দ্র C বরাবর OC পথে দর্পণের উপর M' বিন্দুতে আপতিত হলো। রশ্মিটি যেহেতু লম্বভাবে আপতিত হয়েছে তাই প্রতিফলনের নিয়ম অনুসারে M'CO পথে ফিরে যাবে। QFA এবং M'CO প্রতিফলিত রশ্মি দু'টি I বিন্দুতে ছেদ করল। I বিন্দুতে O বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হবে (চিত্র ৯.২২)।



চিত্র : ৯.২২ অবতল দর্পণে বিন্দু লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন



চিত্র : ৯.২৩ উত্তল দর্পণে বিন্দু লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

**খ. উত্তল দর্পণে বিন্দু লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব**

৯.২৩ নং চিত্রে একটি উত্তল দর্পণ  $MM'$  এর সামনে  $O$  বিন্দুতে একটি বিন্দু বস্তু  $O$  রাখা হয়েছে। ধরা যাক  $O$  থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে একটি রশ্মি  $OQ$  দর্পণের  $Q$  বিন্দুতে আপতিত হলো। প্রতিফলনের নিয়ম অনুসারে এটি প্রধান ফোকাস  $F$  বরাবর  $QS$  পথে প্রতিফলিত হবে।  $O$  থেকে আর একটি রশ্মি বক্রতার কেন্দ্র  $C$  বরাবর  $OC$  পথে দর্পণের উপর  $R$  বিন্দুতে আপতিত হলো। রশ্মিটি যেহেতু লম্বভাবে আপতিত হয়েছে তাই প্রতিফলনের নিয়ম অনুসারে  $RO$  পথেই ফিরে যাবে। মনে হবে রশ্মিটি  $C$  বিন্দু থেকে আসছে।  $QS$  এবং  $RO$  প্রতিফলিত রশ্মি দু'টি পরস্পর অপসারী, এদের পেছনে বর্ধিত করলে  $I$  বিন্দুতে ছেদ করবে। মনে হবে  $I$  বিন্দু থেকে রশ্মি দু'টি নিঃসৃত হচ্ছে। অর্থাৎ  $I$  বিন্দুতে  $O$  বিন্দুর প্রতিবিম্ব গঠিত হবে।

**গোলকীয় দর্পণে বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন**

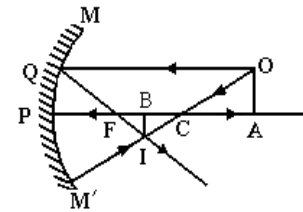
কোনো বিস্তৃত বস্তু মূলতঃ অসংখ্য বিন্দু বস্তুর সমষ্টি। তাই কোনো বিস্তৃত বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠনের জন্য কয়েকটি (কমপক্ষে ২টি) বিন্দুর বিম্বের অবস্থান নির্ণয় করতে হয়। পরে একটি সরলরেখা দ্বারা বিন্দু প্রতিবিম্ব দু'টি যোগ করে দিলে সমগ্র বস্তুটির প্রতিবিম্বের চিত্র পাওয়া যায়। নিম্নে অবতল এবং উত্তল দর্পণে বিস্তৃত বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন প্রক্রিয়া বর্ণনা করা হলো।

**গ. অবতল দর্পণে বিস্তৃত লক্ষ্য বস্তুর বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন**

৯.২৪ নং চিত্রে  $MM'$  একটি অবতল দর্পণ দেখানো হয়েছে।  $P$  এর মেরু,  $C$  বক্রতার কেন্দ্র,  $F$  প্রধান ফোকাস এবং  $PC$  প্রধান অক্ষ। দর্পণটির সামনে প্রধান অক্ষের ওপর  $A$  বিন্দুতে লম্বভাবে স্থাপিত  $AO$  একটি লক্ষ্যবস্তু।  $OA$  বস্তুটি অসংখ্য বিন্দু বস্তুর সমষ্টি, যার প্রান্ত বিন্দু দু'টি যথাক্রমে  $O$  (শীর্ষ) এবং  $A$  (পাদ বিন্দু)। এখন  $A$  এবং  $O$  বিন্দুর প্রতিবিম্বের অবস্থান নির্ণয় করে,  $AO$  বিস্তৃত বস্তুর প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে।

প্রথমে  $O$  বিন্দুর প্রতিবিম্ব নির্ণয়ের জন্য  $O$  বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল  $OQ$  রশ্মি আঁকা হলো যা প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস  $F$  বিন্দু দিয়ে যাবে।  $O$  বিন্দু থেকে আর একটি রশ্মি বক্রতার কেন্দ্র  $C$  বিন্দুর মধ্য দিয়ে দর্পণতলে  $M'$  বিন্দুতে আপতিত হয়ে  $M'CO$  পথে প্রতিফলিত হবে।  $QF$  ও  $M'O$  প্রতিফলিত রশ্মি দু'টি  $I$  বিন্দুতে ছেদ করবে।  $I$  বিন্দুতে  $O$  বিন্দুর প্রতিবিম্ব গঠিত হবে।

$A$  থেকে প্রধান অক্ষ বরাবর আপতিত আলোক রশ্মি প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের উপর দিয়েই  $PA$  পথে প্রতিফলিত হবে। ফলে  $A$  বিন্দুর প্রতিবিম্ব অবশ্যই প্রধান অক্ষের ওপর থাকবে। আবার যেহেতু  $AO$  লক্ষ্যবস্তুটি প্রধান অক্ষের ওপর লম্ব, সেহেতু প্রতিবিম্বটিও প্রধান অক্ষের ওপর লম্ব হবে। তাই  $I$  বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের ওপর  $IB$  লম্ব টানলে  $IB$  হবে  $AO$  লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব। ৯.২৪ চিত্র থেকে দেখা যায় প্রতিবিম্বটি সদ, উল্টো এবং আকারে লক্ষ্যবস্তু থেকে ছোট।

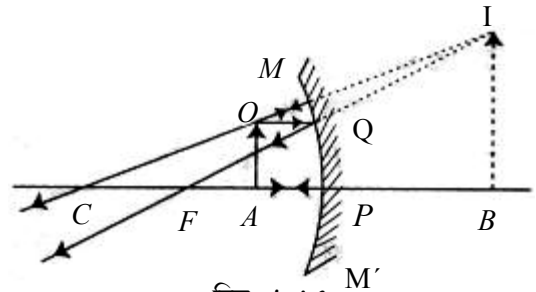


চিত্র ৯.২৪ অবতল দর্পণে বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

**ঘ. অবতল দর্পণে বিস্তৃত লক্ষ্য বস্তুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন**

৯.২৫ চিত্রে  $MM'$  একটি অবতল দর্পণ দেখানো হয়েছে।  $P$  এর মেরু,  $C$  বক্রতার কেন্দ্র,  $F$  প্রধান ফোকাস এবং  $PC$  প্রধান অক্ষ। দর্পণটির সামনে প্রধান অক্ষের উপর  $A$  বিন্দুতে লম্বভাবে স্থাপিত  $AO$  একটি লক্ষ্যবস্তু।  $OA$  বস্তুটি অসংখ্য বিন্দুর সমষ্টি, যার প্রান্ত বিন্দু দু'টি যথাক্রমে  $O$ (শীর্ষ) এবং  $A$  (পাদবিন্দু)। এখন  $A$  এবং  $O$  বিন্দুর প্রতিবিম্বের অবস্থান নির্ণয় করে,  $AO$  বিস্তৃত বস্তুর প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে।

প্রথমে  $O$  বিন্দুর প্রতিবিম্ব নির্ণয়ের জন্য  $O$  বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল  $OQ$  রশ্মি আঁকা হলো যা প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস  $F$  বিন্দু দিয়ে যাবে।  $O$  বিন্দু থেকে আর একটি রশ্মি দর্পণতলে  $M$  বিন্দুতে আপতিত হয়ে  $MOC$  পথে প্রতিফলিত হবে।  $OQ$  এবং  $OM$  রশ্মি দু'টি প্রতিফলনের পর অপসারী রশ্মিগুচ্ছে পরিণত হবে। এদেরকে পিছন দিকে বাড়ালে  $I$  বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হবে।  $I$  থেকে প্রধান অক্ষের উপর



চিত্র : ৯.২৫

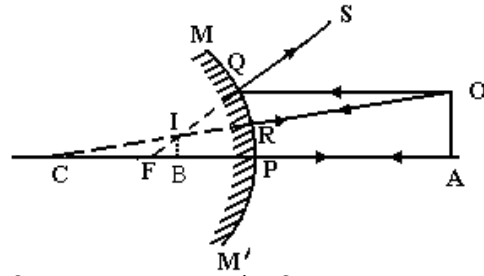


অঙ্কিত IB লম্বই হবে AO লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব। ৯.২৫ চিত্র থেকে দেখা যায় প্রতিবিম্বটি অবাস্তব, সোজা এবং আকারে লক্ষ্যবস্তু থেকে বড়।

### ঙ. উত্তল দর্পণে বিস্তৃত বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

৯.২৬ নং চিত্রে MM' একটি উত্তল দর্পণ। P এর মেরু, C বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস এবং PC প্রধান অক্ষ। দর্পণটির সামনে প্রধান অক্ষের ওপর A বিন্দুতে লম্বভাবে স্থাপিত AO একটি বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু। OA বস্তুটির প্রতিবিম্ব গঠনের চিত্র আঁকতে হবে।

O বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল OQ আপতিত রশ্মি এবং এর প্রতিফলিত রশ্মি QS আঁকা হলো যা প্রধান ফোকাস F বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হবে। O বিন্দু থেকে আর একটি রশ্মি OR বক্রতার কেন্দ্র C বিন্দুর বরাবর আপতিত হয়ে RO পথে প্রতিফলিত হবে। রশ্মি দু'টি অপসারী। এদের পেছনে বর্ধিত করলে I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হবে। সুতরাং I বিন্দুই হবে O বিন্দুর প্রতিবিম্ব (চিত্র ৯.২৬)।



চিত্র : ৯.২৬ উত্তল দর্পণে বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

A থেকে প্রধান অক্ষ বরাবর আপতিত আলোক রশ্মি প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের উপর দিয়েই PA পথে প্রতিফলিত হবে। ফলে A বিন্দুর প্রতিবিম্ব অবশ্যই প্রধান অক্ষের ওপর থাকবে। আবার যেহেতু AO লক্ষ্যবস্তুটি প্রধান অক্ষের ওপর লম্ব, সেহেতু প্রতিবিম্বটিও প্রধান অক্ষের ওপর লম্ব হবে। তাই I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের ওপর IB লম্ব টানলে- IB হবে AB লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব। ৯.২৬ চিত্র থেকে দেখা যায় প্রতিবিম্বটি অসদ, সোজা এবং আকারে লক্ষ্যবস্তু থেকে ছোট।

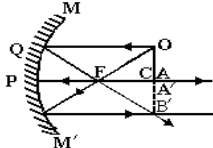
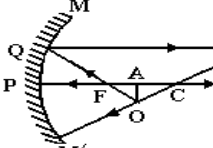
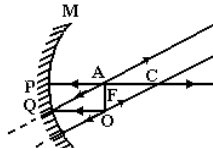
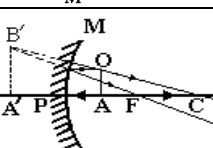
### ৯.৪.৩ বস্তুর বিভিন্ন অবস্থানের জন্য অবতল দর্পণ দ্বারা সৃষ্ট প্রতিবিম্বের অবস্থান, আকার এবং প্রকৃতি

(Position, Size and Nature of the image formed by concave mirror)

গোলীয় দর্পণ দ্বারা গঠিত প্রতিবিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি সব ক্ষেত্রে সমান নয়। ক্ষেত্র বিশেষে এর বিভিন্নতা দেখা যায়। আর তা নির্ভর করে দর্পণের সামনে বস্তুর অবস্থানের উপর। অর্থাৎ দর্পণের সামনে বিভিন্ন অবস্থানে লক্ষ্যবস্তু স্থাপন করলে গঠিত প্রতিবিম্বের অবস্থান, আকার ও আকৃতি বিভিন্ন হয়। রশ্মি চিত্র এঁকে আমরা সহজে ঘটনাটি পর্যবেক্ষণ করতে পারি। নিচে ছকে অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে দর্পণটির সামনে প্রধান অক্ষের ওপর বিভিন্ন অবস্থানে একটি বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তুর জন্য গঠিত বিম্বের রশ্মি চিত্র বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকৃতি বর্ণনা করা হলো।

ধরা যাক MM' একটি অবতল দর্পণ। P এর মেরু, C বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস এবং PC প্রধান অক্ষ। দর্পণটির সামনে প্রধান অক্ষের ওপর বিভিন্ন অবস্থানে একটি বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু OA। এবং লক্ষ্যবস্তুটির বিভিন্ন ক্ষেত্রে A'B' প্রতিবিম্ব গঠন করেছে।

ক্র. নং	বস্তুর অবস্থান	রশ্মি চিত্র	প্রতিবিম্বের অবস্থান প্রকৃতি ও আকৃতি
১	অসীম দূরে		অবস্থানঃ ফোকাস তলে প্রকৃতি : সদ ও উল্টো আকৃতিঃ অত্যন্ত খর্বিত
২	অসীম ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্যে		অবস্থানঃ বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে প্রকৃতি : সদ ও উল্টো আকৃতিঃ খর্বিত

৩	বক্রতার কেন্দ্রে		অবস্থানঃ বক্রতার কেন্দ্রে প্রকৃতি ঃ সদ ও উল্টো আকৃতিঃ লক্ষ্যবস্তুর সমান
৪	বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে		অবস্থানঃ বক্রতার কেন্দ্র ও অসীমের মধ্যে প্রকৃতি ঃ সদ ও উল্টো আকৃতিঃ বিবর্ধিত
৫	প্রধান ফোকাসে		অবস্থানঃ অসীমে প্রকৃতি ঃ সদ ও উল্টো অথবা অসদ ও সোজা আকৃতিঃ অত্যন্ত বিবর্ধিত
৬	প্রধান ফোকাস ও মেরু বিন্দুর মধ্যে		অবস্থানঃ দর্পণের পেছনে প্রকৃতি ঃ অসদ ও সোজা আকৃতিঃ বিবর্ধিত

### ৯.৪.৪ গোলকীয় দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য

৯.৪.৩ অনুচ্ছেদের চিত্রসমূহ থেকে দেখা যায় যে, অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে যখন লক্ষ্যবস্তু অসীম দূরত্বে থাকে তখন প্রতিবিম্ব দর্পণের প্রধান ফোকাসে গঠিত হয় এবং আকার অত্যন্ত খর্বিত হয়। লক্ষ্যবস্তুকে ক্রমশ সরিয়ে অসীম দূরত্ব থেকে বক্রতার কেন্দ্রে নিয়ে এলে প্রতিবিম্বও ক্রমশ প্রধান ফোকাস থেকে বক্রতার কেন্দ্রে সরে আসে। এখানে সর্বক্ষেত্রে প্রতিবিম্ব বাস্তব ও উল্টো হয় এবং এর আকার লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে অনেক ছোট থেকে ক্রমশ বড় হয়ে বক্রতার কেন্দ্রে এসে লক্ষ্যবস্তুর সমান হয়।

লক্ষ্যবস্তুকে বক্রতার কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাসের দিকে সরিয়ে আনলে প্রতিবিম্ব বক্রতার কেন্দ্র থেকে অসীমের দিকে সরে যায়। এখানেও সর্বক্ষেত্রে প্রতিবিম্ব বাস্তব, উল্টো ও আকারে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ক্রমশ বড় হতে থাকে। লক্ষ্যবস্তু প্রধান ফোকাসে থাকলে প্রতিবিম্ব অসীম দূরত্বে সরে যায় এবং আকার অত্যন্ত বিবর্ধিত হয়।

লক্ষ্যবস্তুকে প্রধান ফোকাস থেকে দর্পণের মেরুর দিকে সরিয়ে নিলে প্রতিবিম্ব দর্পণের সম্মুখে অসীম দূরত্ব থেকে দর্পণের পিছনে চলে যায় এবং ক্রমশ দর্পণের মেরুর দিকে সরে আসে। এক্ষেত্রে প্রতিবিম্ব সর্বদা অবাস্তব, সোজা এবং আকারে ক্রমশ ছোট হতে থাকে। লক্ষ্যবস্তু মেরুতে পৌঁছালে প্রতিবিম্ব মেরুতে গঠিত হয়। এক্ষেত্রে প্রতিবিম্ব অবাস্তব, সোজা এবং আকারে লক্ষ্যবস্তুর সমান হয়।

উত্তল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্ব সর্বদা অবাস্তব ও আকারে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট হয়।



### সার-সংক্ষেপ:

গোলকীয় দর্পণের গঠিত বিম্বের রশ্মি চিত্র অঙ্কনের জন্য তিনটি রশ্মি বিবেচনা করা হয়।

১. বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর আপতিত রশ্মি, যা লম্বভাবে দর্পণের উপর পড়ে, এবং প্রতিফলনের পর আবার সেই পথেই ফিরে যায়।
২. প্রধান অক্ষের সমান্তরাল আপতিত আলোক রশ্মি যা প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস বরাবর যায়।
৩. প্রধান ফোকাসের বরাবর বা মধ্য দিয়ে আপতিত আলোক রশ্মি যা প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়।



## পাঠোত্তর মূল্যায়ন -৯.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। নিচের কোনটিতে সদ প্রতিবিম্ব গঠিত হয়?
 

(ক) সমতল দর্পণে	(খ) উত্তল দর্পণে
(গ) অবতল দর্পণে	(ঘ) অবতল লেন্সে
- ২। একটি অবতল দর্পণের প্রধান অক্ষের উপর এবং তার বক্রতার কেন্দ্রে একটি 0.5 cm লম্বা আলপিন খাড়াভাবে স্থাপন করলে একটি বাস্তব বিম্ব উৎপন্ন হয়। বিম্বটির দৈর্ঘ্য কত হবে?
 

(ক) 0.5 cm	(খ) 0.5 cm এর অর্ধেক
(গ) 0.5 cm এর দ্বিগুণ	(ঘ) বলা সম্ভব নয়
- ৩। একটি লক্ষ্যবস্তু অবতল দর্পণের প্রধান অক্ষের উপর প্রধান ফোকাস ও মেরু বিন্দুর মধ্যে অবস্থিত। বিম্বের অবস্থান কোথায় হবে?
 

(ক) দর্পণের পেছনে	(খ) বক্রতার কেন্দ্র ও অসীমের মধ্যে
(গ) বক্রতার কেন্দ্রে	(ঘ) বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে
- ৪। গোলীয় দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্যবিন্দুকে কী বলে?
 

(ক) কেন্দ্র	(খ) মেরু
(গ) অক্ষ	(ঘ) ব্যাসার্ধ

## পাঠ- ৫ বিবর্ধন (Magnification)



### উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি -

১. অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে লক্ষ্য বস্তুর দূরত্ব, প্রতিবিম্ব দূরত্ব এবং ফোকাস দূরত্বের মধ্যে সম্পর্কের সমীকরণটি লিখতে পারবেন।
২. উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে লক্ষ্য বস্তুর দূরত্ব, প্রতিবিম্ব দূরত্ব এবং ফোকাস দূরত্বের মধ্যে সম্পর্কের সমীকরণটি লিখতে পারবেন।
৩. বিবর্ধন ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৪. বিবর্ধনের রাশিমালা লিখতে পারবেন।



### ৯.৫.১ গোলকীয় দর্পণে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, প্রতিবিম্বের দূরত্ব ও ফোকাস দূরত্বের সম্পর্ক

(Relation among Object distance, Image distance and Focal length of Spherical Mirror)

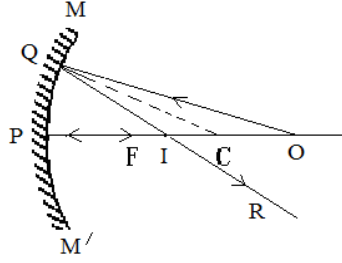
এর আগে ৯.৩.৩ পাঠে আমরা শিখেছি উত্তল দর্পণ এবং অবতল দর্পণ উভয় ক্ষেত্রেই দর্পণের ফোকাস দূরত্ব তার বক্রতার ব্যাসার্ধের অর্ধেক। অর্থাৎ ফোকাস দূরত্ব,  $f$  এবং বক্রতার ব্যাসার্ধ,  $r$  হলে

$f = \frac{r}{2}$  এপাঠে আমরা উভয় প্রকার গোলকীয় দর্পণের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, প্রতিবিম্বের দূরত্ব এবং ফোকাস দূরত্বের মধ্যে সম্পর্ক শিখবো।

#### ক. অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে

৯.২৭ চিত্রে MPM' একটি অবতল দর্পণের প্রধান ছেদ। P এর মেরু বিন্দু এবং C বক্রতার কেন্দ্র। এর প্রধান অক্ষ PC এর উপর O বিন্দুতে একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু রাখা হয়েছে। O বিন্দু থেকে নির্গত দুটি রশ্মির কথা কল্পনা করা যাক। একটি রশ্মি প্রধান অক্ষ বরাবর OP পথে অর্থাৎ লম্বভাবে দর্পণ তলে P বিন্দুতে পতিত হল। রশ্মিটি বিপরীত দিকে PO পথে প্রতিফলিত হবে। অন্য একটি রশ্মি তীর্যকভাবে দর্পণ তলে Q বিন্দুতে পতিত হল। প্রতিফলনের নিয়ম অনুসারে এটি

QIR পথে প্রতিফলিত হবে। ফলে প্রতিফলিত রশ্মি দু'টি PO এবং QR পরস্পরকে I বিন্দুতে ছেদ করবে। সুতরাং I বিন্দু হবে O বিন্দুতে স্থাপিত বিন্দু বস্তুর প্রতিবিম্বের অবস্থান।



চিত্র : ৯.২৭ অবতল দর্পণে বিন্দু লক্ষ্যবস্তুর বিম্ব গঠন

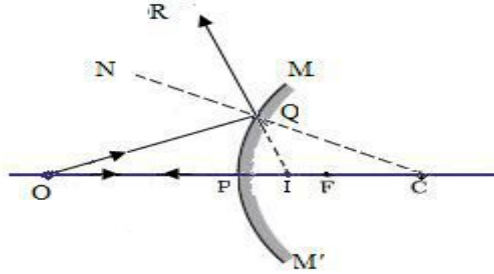
এখানে ৯.২৭ লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব,  $PO = u$ , প্রতিবিম্বের দূরত্ব,  $PI = v$  এবং বক্রতার ব্যাসার্ধ,  $PC = r$  হলে,

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$$

বা,  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  [  $\because r = 2f$  ] ..... (৯.১)

**ক. উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে**

ধরা যাক (চিত্র ৯.২৮) MPM' একটি উত্তল দর্পণের প্রধান ছেদ। P এর মেরু বিন্দু এবং C বক্রতার কেন্দ্র। এর প্রধান অক্ষ PC এর উপর O বিন্দুতে একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু রাখা হয়েছে। O বিন্দু থেকে নির্গত দুটি রশ্মির কথা কল্পনা করা যাক। একটি রশ্মি প্রধান অক্ষ বরাবর OP পথে অর্থাৎ লম্বভাবে দর্পণ তলে P বিন্দুতে পতিত হল। রশ্মিটি বিপরীত দিকে PO পথে প্রতিফলিত হবে। অন্য একটি রশ্মি তীর্যকভাবে দর্পণ তলে Q বিন্দুতে পতিত হলো। প্রতিফলনের নিয়ম অনুসারে এটি QR পথে প্রতিফলিত হলো। প্রতিফলিত রশ্মি দুটি পরস্পর থেকে দূরে ছড়িয়ে যাচ্ছে। এদের পেছনে বর্ধিত করলে প্রধান অক্ষের উপর পরস্পরকে I বিন্দুতে ছেদ করবে। সুতরাং I বিন্দু হবে O বিন্দুতে স্থাপিত বিন্দু বস্তুর অসদ প্রতিবিম্বের অবস্থান।



চিত্র : ৯.২৮ উত্তল দর্পণে বিন্দু লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব গঠন

এখানে ৯.২৮ চিত্রে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব,  $PO = u$ , প্রতিবিম্বের দূরত্ব,  $PI = v$  এবং বক্রতার ব্যাসার্ধ,  $PC = r$  হলে,

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$$

বা,  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  [  $\because r = 2f$  ] ..... (৯.২)



### ৯.৫.২ রৈখিক বিবর্ধন (Linear Magnification)

সমতল দর্পণে বিশ্বের আকার এবং আকৃতি লক্ষ্যবস্তুর আকার ও আকৃতির সমান হয়। কিন্তু গোলীয় দর্পণ এবং লেন্সের ক্ষেত্রে গঠিত প্রতিবিশ্বের আকার লক্ষ্যবস্তুর সমান, ছোট বা বড় হয়। প্রতিবিশ্ব লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় কতগুণ বড় বা ছোট সেই রাশিকে তার বিবর্ধন বলে। আমরা কোনো বিস্তৃত বস্তুর বিবর্ধন পরিমাপের জন্য বিশ্বের দৈর্ঘ্য এবং লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে ব্যবহার করি। তাই, বিশ্বের দৈর্ঘ্য এবং লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বলে।

ধরা যাক কোনো লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য  $L_o$  এবং প্রতিবিশ্বের দৈর্ঘ্য  $L_i$ । তাহলে,

$$\text{রৈখিক বিবর্ধন } m = \frac{L_i}{L_o}$$

$m > 1$  হলে, প্রতিবিশ্বটি বিবর্ধিত হবে। অর্থাৎ লক্ষ্যবস্তু থেকে প্রতিবিশ্বের আকার বড় হবে।

$m = 1$  হলে, প্রতিবিশ্বটি লক্ষ্যবস্তুর সমান হবে। অর্থাৎ লক্ষ্যবস্তুর আকার ও প্রতিবিশ্বের আকার সমান হবে।

$m < 1$  হলে, প্রতিবিশ্বটি খর্বিত হবে। অর্থাৎ লক্ষ্যবস্তু থেকে প্রতিবিশ্বের আকার ছোট হবে।

### ৯.৫.৩ রৈখিক বিবর্ধনের রাশিমালা

দর্পণ অবতল বা উত্তল যাই হোক, প্রতিবিশ্ব বাস্তব বা অবাস্তব এবং সোজা বা উল্টো যাই হোক বিবর্ধন হবে,

$$m = -\frac{v}{u} \dots \dots \dots (৯.৩)$$

এখানে  $u$  = দর্পণের মেরু থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব এবং  $v$  = দর্পণের মেরু থেকে প্রতিবিশ্বের দূরত্ব। বিবর্ধনের পরম মান

$$|m| = \left| -\frac{v}{u} \right| \dots \dots \dots (৯.৪)$$

গাণিতিক উদাহরণ ৯.১

15cm ফোকাস দূরত্বের কোনো অবতল দর্পণ থেকে 10 cm দূরে একটি বস্তু স্থাপন করা হল। প্রতিবিশ্বের অবস্থান ও প্রকৃতি নির্ণয় করুন।

সমাধান :

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

বা,  $\frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{15\text{cm}} - \frac{1}{10\text{cm}} = \frac{-1}{30\text{cm}}$

বা,  $v = -30\text{cm}$

উত্তর : প্রতিবিশ্বের দূরত্ব যেহেতু বিয়োগ বোধক সুতরাং বিশ্বটি অসদ।

এখানে,  
দর্পণের ফোকাস দূরত্ব,  $f = 15\text{ cm}$ ,  
বস্তুর দূরত্ব,  $u = 10\text{ cm}$   
বিশ্ব দূরত্ব  $v = ?$

গাণিতিক উদাহরণ ৯.২

একটি অবতল দর্পণের 20 cm সামনে একটি মোমবাতি রাখলে 35 cm সামনে পর্দার উপর মোমবাতিটির একটি উজ্জ্বল উল্টো প্রতিবিশ্ব সৃষ্টি হয়। প্রতিবিশ্বটির রৈখিক বিবর্ধনের পরিমাণ নির্ণয় করুন।

সমাধানঃ

আমরা জানি, রৈখিক বিবর্ধন,  $m = \frac{-v}{u}$

এখানে, বস্তু দূরত্ব,  $u = 20\text{ cm}$   
প্রতিবিশ্ব দূরত্ব,  $v = 35\text{ cm}$   
রৈখিক বিবর্ধন,  $m = ?$

$$\text{বা, } |m| = \left| \frac{v}{u} \right|$$

$$\text{বা, } |m| = \frac{35}{20} = 1.75$$

উত্তর : 1.75



### সার-সংক্ষেপ:

একটি গোলকীয় অর্থাৎ অবতল বা উত্তল দর্পনের সামনে স্থাপিত লক্ষ্যবস্তু থেকে উৎপন্ন প্রতিবিম্বের ক্ষেত্রে

লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব =  $u$ , প্রতিবিম্বের দূরত্ব =  $v$  এবং দর্পণের ফোকাস দূরত্ব =  $f$  হলে

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

গোলকীয় দর্পণের ক্ষেত্রে মেরু বিন্দু সাপেক্ষে দূরত্বকে ধনাত্মক বা ঋণাত্মক ঠিক করা হয়। আলোর দূরত্ব আলোর দিকে হলে ধনাত্মক এবং আলোর বিপরীত দিকে হলে ঋণাত্মক ধরা হয়।

রৈখিক বিবর্ধন : কোন লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য  $L_o$  এবং প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য  $L_i$ । তা হলে, রৈখিক বিবর্ধন  $m = \frac{L_i}{L_o}$  এবং

লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব,  $u$  এবং প্রতিবিম্বের দূরত্ব  $v$  হলে, রৈখিক বিবর্ধন  $m = \frac{-v}{u}$

$m$  এর মান ধনাত্মক হলে বিম্ব সোজা হবে। ঋণাত্মক হলে বিম্বটি উল্টো হবে।

$m > 1$  হলে, প্রতিবিম্বটি বিবর্ধিত হবে।  $m = 1$  হলে, প্রতিবিম্বটি লক্ষ্যবস্তুর সমান হবে।

$m < 1$  হলে, প্রতিবিম্বটি ছোট বা খর্বিত হবে।



### পাঠোত্তর মূল্যায়ন -৯.৫

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক ?

(ক) বক্রতার ব্যাসার্ধ = ফোকাস দূরত্ব

(খ) ফোকাস দূরত্ব =  $2 \times$  বক্রতার ব্যাসার্ধ

(গ) বক্রতার ব্যাসার্ধ =  $2 \times$  ফোকাস দূরত্ব

(ঘ) বক্রতার ব্যাসার্ধ =  $\frac{1}{2} \times$  ফোকাস দূরত্ব

২।  $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$  সমীকরণটিতে  $u$  দ্বারা কি বুঝান হয়?

(ক) মেরু বিন্দু থেকে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব

(খ) ফোকাস বিন্দু থেকে প্রতিবিম্ব দূরত্ব

(গ) মেরু বিন্দু থেকে প্রতিবিম্বের দূরত্ব

(ঘ) ফোকাস বিন্দু থেকে লক্ষ্য বস্তুর দূরত্ব

৩। কোন কোন তথ্য দেয়া থাকলে আপনি একটি অবতল দর্পণের ফোকাস দূরত্ব বলতে পারবেন?

(ক) বক্রতার ব্যাসার্ধ

(খ) বিম্ব দূরত্ব

(গ) বস্তু দূরত্ব

(ঘ) দর্পণ তলের ক্ষেত্রফল

## পাঠ -৬ দর্পণের ব্যবহার (Uses of Mirror)



### উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি -

১. সমতল দর্পণ ও গোলায় দর্পণের ব্যবহারিক প্রয়োগ বর্ণনাসহ উল্লেখ করতে পারবেন।

### ৯.৬.১ সমতল দর্পণের ব্যবহার (Uses of Plane Mirror)

সমতল দর্পণ আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অতি বহুল ব্যবহৃত একটি উপকরণ। এই দর্পণকে আমরা আয়না বলি। আয়না ব্যবহার করেন না এমন মানুষ বিশ্বে বিরল। নিচে আয়নার কিছু ব্যবহার উল্লেখ করা হয়েছে।

- ১। সমতল দর্পণ নিজের চেহারা দেখার জন্য, নিজের পোষাক পরিচ্ছদ, সাজ সজ্জার অবস্থা নিজে যাচাই করার জন্য, বিশেষ করে ড্রেসিং টেবিলে সমতল দর্পণের ব্যবহার দৈনন্দিন জীবনের ঘটনা।
- ২। চোখের ডাক্তার রোগীর দৃষ্টি পরীক্ষার জন্য একটি অক্ষরের চার্ট (স্লেট চার্ট) ব্যবহার করেন, এটির দূরত্ব নির্দিষ্ট করার জন্য সমতল দর্পণ ব্যবহার করেন।
- ৩। পেরিস্কোপ তৈরিতে সমতল দর্পণ ব্যবহৃত হয়।
- ৪। পাহাড়ী রাস্তায় বাঁক থাকলে গাড়ীর চালক বাঁক পর্যন্ত না এলে তা দেখতে বা বুঝতে পারেন না ফলে মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটে। এধরনের রাস্তার বাঁকে বিশাল আকার একটি সমতল দর্পণ 45 ডিগ্রি কোণ করে বসিয়ে রাখা হয় এতে দর্পণের মধ্যে উল্টো দিক থেকে আসা যানবাহন দৃষ্টি গোচর হয়। ফলে দুর্ঘটনা এড়ানো যায়।
- ৫। বিভিন্ন ধরনের আলোক যন্ত্র যেমন- ওভার হেড প্রজেক্টর, টেলিস্কোপ, ক্যামেরা, গ্যালভানোমিটার, লেজার ইত্যাদি তৈরিতে সমতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।
- ৬। চলচিত্র বা সিনেমা সুটিং এর সময় আলোর মাত্রা বাড়ানার জন্য বিশাল বিশাল আকারের সমতল দর্পণ ব্যবহৃত হয়।
- ৭। দোকান পাট বা বিশাল বিশাল শপিং মলে বিশেষ করে জুয়েলারি দোকানে সৌন্দর্য বৃদ্ধি ও আকর্ষণীয় করার জন্য সমতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।
- ৮। সেলুল, বিউটি পার্লার, নাটক থিয়েটার প্রভৃতির মেকআপ রুমে উভয় দিকে দেয়াল জুড়ে সমতল দর্পণের ব্যবহার দেখা যায়।

### ৯.৬.২ গোলকীয় দর্পণের ব্যবহার (Use of Spherical Mirror)

বিভিন্ন ব্যবহারিক কাজে আমরা অতল দর্পণ ও উত্তল দর্পণ ব্যবহার করি। কোনো কোনো ক্ষেত্রে এসব ব্যবহারিক প্রয়োগ আধুনিক জীবন যাত্রার জন্য অপরিহার্য। এধরনের কয়েকটি ব্যবহার উল্লেখ করা হলো।

#### অবতল দর্পণ :

অবতল দর্পণের প্রতিফলক তল নিচু। এটি আলোক রশ্মিকে বাস্তবে একটি বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত করতে পারে, ফলে এটি সদ ও অসদ উভয় প্রকারের বিষ গঠন করতে পারে। এজন্য এর ব্যবহার ব্যাপক। নিচে কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার সামান্য ব্যাখ্যাসহ উল্লেখ করা হয়েছে।

১. স্যাটেলাইট ডিস এন্টিনায় অবতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়। কমিউনিকেশন স্যাটেলাইটের মাধ্যমে প্রেরক এন্টিনাসমূহ তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গকে মহাশূন্যে ছড়িয়ে দেয়। যেহেতু পৃথিবী থেকে স্যাটেলাইটগুলোর দূরত্ব অনেক বেশি তাই পৃথিবীতে আসা দুর্বল তরঙ্গগুলো প্রায় সমান্তরালভাবে অবতল তলে আপতিত হয় এবং প্রতিফলনের নিয়মে ফোকাসে মিলিত হয়। আগত দুর্বল তরঙ্গ একটি ফোকাসে মিলিত হওয়ায় বেশ জোরাল হয়। অতপর এটি বর্ধিত করে গ্রাহক যন্ত্রে প্রেরিত হয়।



চিত্র : ৯.২৯ স্যাটেলাইট ডিস

২. মুখমন্ডলের বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব দেখার জন্য এক ধরনের বিশেষ বিবর্ধক আয়না ব্যবহৃত হয়। যার মধ্যে তাকালে দর্শক নিজের চেহারা বা মুখ মন্ডলটি বেশ কয়েক গুণ বড় দেখতে পান। এটি অবতল দর্পণ। পুরুষদের দাঁড়িকাটার ক্ষেত্রে এবং মেয়েদের মুখমন্ডলের পরিচর্যাসহ ব্রু প্লাকিং কাজে বহুল ব্যবহৃত হয়।



চিত্র : ৯.৩০ বিবর্ধক আয়না

৩. একটি অবতল দর্পণের ফোকাস বিন্দুতে একটি অধিক শক্তির বৈদ্যুতিক বাম্ব বসিয়ে গাড়ির হেড লাইট তৈরি করা হয়। বাম্বের আলো দর্পণ তল দ্বারা প্রতিফলিত হয়ে সমান্তরাল রশ্মি রূপে সামনে ছড়িয়ে পড়ে।

৪. মহাশূণ্য গবেষণার জন্য একটি অত্যন্ত জরুরী উপকরণ হলো টেলিস্কোপ বা দূরবীণ যন্ত্র। ইদানিং সব ধরনের টেলিস্কোপে প্রতিফলক অবতল দর্পণ ব্যবহৃত হয়। অবতল দর্পণটি টেলিস্কোপের তলায় বসানো হয় দর্পণের উপর দূর জ্যোতিষ্ক থেকে আসা ক্ষীণ আলোর আপতিত রশ্মিসমূহ একটি ফোকাসে মিলিত হয়ে উজ্জ্বল হয় এবং ফোকাসে স্থাপিত একটি সমতল দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে আই পিসের মাধ্যমে চোখে বা ক্যামেরায় পড়ে।



চিত্র : ৯.৩১ রিফ্লেক্টর টেলিস্কোপ

৫. গাড়ির হেড লাইটের মতো টর্চ লাইটের রিফ্লেক্টর এবং ক্যামেরার ফ্লাস লাইটের রিফ্লেক্টর হিসাবে অবতল দর্পণ ব্যবহৃত হয়।

৬. দাঁতের ডাক্তাররা প্রকৃত দাঁত থেকে বড় প্রতিবিম্ব দেখতে এবং বিশেষ করে উপর পাটির দাঁত দেখতে হাতল যুক্ত রিফ্লেক্টিং মিরর ব্যবহার করেন। এক্ষেত্রে অবতল দর্পণ ব্যবহৃত হয়।



চিত্র ৯.৩৪ রিফ্লেক্টিং মেরর

৭. বিশালাকার ধাতব অবতল দর্পণ দিয়ে সৌর চুল্লি নির্মাণ করা হয়। এর উপর পতিত সমান্তরাল সূর্য রশ্মি ফোকাস বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত হয়ে পর্যাপ্ত তাপ উৎপন্ন করে। ঐ বিন্দুতে রান্নার পাত্র বসিয়ে অনায়াসে পানি গরম বা রান্নার কাজ করা যায়।



চিত্র ৯.৩২ সৌরচুল্লি

৮. সব ধরনের মাইক্রোস্কোপ বা অণুবীক্ষণ যন্ত্রে এমন কি ইলেক্ট্রন মাইক্রোস্কোপ যন্ত্রেও বিবর্ধক কাচের সাথে অবতল দর্পণ ব্যবহৃত হয়।

### উত্তল দর্পণ :

উত্তল দর্পণের প্রতিফলক তল উচু থাকে। এটি আপতিত আলোক রশ্মিকে চারিদিকে ছড়িয়ে দেয়। এই দর্পণে সবসময় অসদ, সোজা এবং লক্ষ্যবস্তু থেকে ছোট প্রতিবিম্ব গঠিত হয়, তাই যে সব ক্ষেত্রে বড় আকারের বা বেশি এলাকার দৃশ্য সহজে এক সাথে ছোট করে দেখার প্রয়োজন সে সব ক্ষেত্রে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হয়। আমরা ৮টি গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহার সামান্য ব্যাখ্যাসহ উল্লেখ করছি।

১. বড় বড় ভবন হাসপাতাল, অফিস বা শপিং মলে মাঝে মাঝে উত্তল দর্পণ বসান হয় এতে পুরো তলার মধ্যে কোথায় কী আছে এক জায়গায় দাঁড়িয়ে খুঁটিনাটি দেখা যায় এবং লোকজন চলাচলে পরস্পরের সাথে ধাক্কা ধাক্কির ঝুঁকিও এড়ানো যায়।

২. এক ধরনের বিশালাকার উত্তল দর্পণ মন্দির, মসজিদ, সপিং কমপ্লেক্স- বিভিন্ন জনসমাগম স্থানে উপর থেকে ঝুলিয়ে দেয়া হয়। এত নিচের সমস্ত এলাকা এক সঙ্গে পর্যবেক্ষণ করা যায়। এদের বলা হয় সীলিং ডোম মিরর। এটি ভবনের ছাদের সাথে কোণায়, পাশে বা কেন্দ্র বরাবরও স্থাপন করা হয়।





চিত্র : ৯.৩৩ বিভিন্ন ধরনের সিলিং ডোম মিরর

২. সানগ্লাসে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হয়। এতে সানগ্লাস পরিহিত ব্যক্তির চোখে পতিত সৌর রশ্মি প্রতিফলিত হয়ে চোখকে উত্তাপ ও তীক্ষ্ণ আলো থেকে রক্ষা করে।

৩. মোটর গাড়ী, মোটর সাইকেল ইত্যাদি দ্রুতগামী গাড়ির চালকের সামনে একটি উত্তল দর্পণ থাকে। একে বলা হয় রিয়ার ভিউ মিরর। চালক গাড়ি চালানোর সময় পেছনের দৃশ্য দেখার জন্য এটি প্রয়োজন হয়।

এতে পেছন থেকে আসা গাড়ি এবং পেছনের দিকের বিস্তীর্ণ এলাকার চিত্র এক সাথে চালকের চোখে পড়ে। রিয়ার ভিউ মিরর চালককে অনেক রকম দুর্ঘটনা থেকে রক্ষা করতে পারে।



চিত্র : ৯.৩৪ রেয়ার ভিউ মিরর

৪. ইদানিং শহরের রাস্তায় অনেক এটিএম বুথ চোখে পরে। এই বুথে গ্রাহকের সামনে দেয়ালে উত্তল দর্পণ লাগানো থাকে। এতে বুথ ব্যবহারকারী তার পেছনে কেউ আছে কিনা নিরীক্ষণ করতে পারেন। এটি একটি নিরাপত্তামূলক ব্যবস্থা। এতে ডাকাত ছিনতাইকারীর থেকে সতর্ক থাকা যায়।

৫. যে সব এলাকায় বা যায়গায় সহজে যাওয়া যায়না বা ঢোকা সম্ভব হয় না সেসব স্থান দেখা বা নিরীক্ষণের জন্য একটি সঠিক মাপের লাঠির সাথে একটি উত্তল দর্পণ এবং আলোর উৎস লাগিয়ে নেয়া হয়। গাড়ীর তলা পরীক্ষা করা জন্য পুলিশ চেক পোস্ট বা গুরুত্বপূর্ণ ভবনে এর ব্যাপক ব্যবহার দেখা যায়। গাড়ি মেরামতের কাজসহ বিভিন্ন কারিগরি কাজে এর ব্যবহার চোখে পড়ে।



চিত্র : ৯.৩৫ গাড়ীর তলা নিরীক্ষণ দর্পণ

৬. রাস্তার আলো প্রতিফলক হিসাবে কোন কোন দেশে রাস্তায় বিশাল বিশাল সাইজের ধাতব উত্তল দর্পণ বসান হয়। এই দর্পণ বিস্তীর্ণ এলাকায় আলো ছড়িয়ে দিতে পারে।

৭. অনেক যায়গায় রাস্তার বাঁকে বিশাল সাইজের ধাতব উত্তল দর্পণ বসান হয়। এতে বাকের কারণে দূর থেকে থেকে আগত যেসব গাড়ি, যা বরাবর তাকিয়ে দৃষ্টি গোচর হওয়া সম্ভব নয় তা দেখা যায়। ফলে মারাত্মক সংঘর্ষ এড়ানো যায়।



### সার-সংক্ষেপ:

**সমতল দর্পণের ব্যবহার :** নিজের চেহারা দেখা, ড্রেসিং টেবিল, দৃষ্টি পরীক্ষা চার্ট দেখতে, পেরিস্কোপ, টেলিস্কোপ হেডপ্রজেক্টর, ক্যামেরা, গ্যালভানোমিটারে, সিনেমা সুটিং, দোকান পাটে, সেলুলোন বিউটি পার্লার রাস্তার বাঁক দেখতে।

**গোলকীয় দর্পণের ব্যবহার :** বিভিন্ন ব্যবহারিক কাজে আমরা অবতল দর্পণ ও উত্তল দর্পণ ব্যবহার করি। কোন কোন ক্ষেত্রে এসব ব্যবহারিক প্রয়োগ আধুনিক জীবন যাত্রার জন্য অপরিহার্য।

## পাঠোত্তর মূল্যায়ন -৯.৬

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। উত্তল দর্পণ ব্যবহার হয় কোথায়?

- (ক) এটি এম বুথে (খ) সৌর চুল্লি নির্মাণে  
(গ) রূপচর্চায় (ঘ) টর্চ লাইটের রিফ্লেক্টরে

২। একটি 25 cm সেমি ফোকাস দৈর্ঘের অবতল দর্পণের সামনে 50 cm দূরে একটি লক্ষ্য বস্তু রাখলে দর্পন মেরু থেকে কত দূরে প্রতিবিম্ব তৈরি হবে?

- (ক) 25 cm (খ) 50 cm  
(গ) 100 cm (ঘ) 12.5 cm

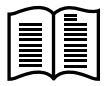
### পাঠ ৭ঃ ব্যবহারিক -১১ অবতল দর্পণ ব্যবহার করে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি

Creation of Image using Concave Mirror

#### উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি

১. অবতল দর্পণ ব্যবহার করে বাস্তব প্রতিবিম্ব সৃষ্টি ও প্রদর্শন করতে পারবেন।

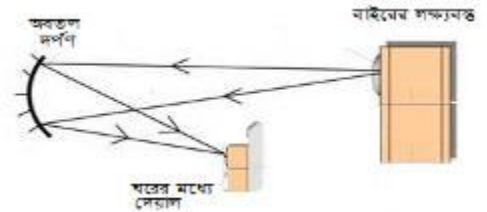


যন্ত্রপাতি : একটি অবতল দর্পণ

কার্য প্রণালী :

- ১। একটি অবতল দর্পণ সংগ্রহ করুন। (বাসায় সম্ভব নাও হতে পারে। ল্যাবরেটরিতে পাবেন।)
- ২। দর্পণটি নিয়ে আপনি একটি জানালার পাশে বা বারান্দায় যান। (এমন একটি যায়গা বেছে নিন যেখানে ঘরের বা বারান্দার মধ্যে ছায়া আছে বা সরাসরি সূর্যের আলো পড়ছে না।)
- ৩। ঘরের বাইরে লক্ষ্য করুন ১-২ মিটার দূরত্বের মধ্যে যেখানে কোন বস্তুর উপর সরাসরি সূর্যের আলো পড়ছে যেন লক্ষ্যবস্তুটি উজ্জ্বল দেখা পায়।
- ৪। দর্পণের প্রতিফলক পিঠটি লক্ষ্যবস্তুর দিকে মুখ করে এমনভাবে ধরুন যেন লক্ষ্যবস্তু থেকে আলো এসে দর্পণ পৃষ্ঠে পড়ে প্রতিফলিত হয়ে জানালার পাশে পরিষ্কার দেয়ালের (বারান্দায় হলে, বারান্দার কোন দেয়ালের) পৃষ্ঠে পড়ে।

দর্পণটি সামান্য সামনে পেছনে কাত করে, ডানে বামে ঘুরিয়ে চেষ্টা করতে করতে ক্রমশ দেয়ালের দিকে এগিয়ে যেতে থাকুন। এক সময় দেয়ালে লক্ষ্যবস্তুর দৃশ্যের বিম্ব পড়বে। এটিই প্রতিবিম্ব।



চিত্র ৯.৩৬

৫। প্রতিবিম্বটিকে স্পষ্ট করার জন্য দর্পণটিকে দেয়াল থেকে সামনে পেছনে সরান। কোন এক অবস্থানে লক্ষ্যবস্তুর স্পষ্ট প্রতিবিম্ব দেয়ালে দেখতে পাবেন (চিত্র ৯.৩৬)।

এভাবে দেয়ালে দূরের বস্তুর স্পষ্ট প্রতিবিম্ব দেখা যায়। এটি বাস্তব বা সদ বিম্ব। বিম্বটি অন্যকে দেখান।

এবার নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দিনঃ

- (১) আপনার সৃষ্টি করা প্রতিবিম্বটির আকার আকৃতি এবং বৈশিষ্ট্য কী?
- (২) দর্পণটি দিয়ে একটি অসদ প্রতিবিম্ব গঠন করতে পারবেন কী?
- (৩) দর্পণটির খুব কাছে একটি কলম বা পেন্সিল অথবা আপনার হাতের একটি আঙ্গুল আড়াআড়ি করে ধরুন। পর্দণের মধ্যের ছায়াটি দেখুন। কী দেখছেন? কেন এমন দেখাচ্ছে? এটি কোন ধরনের বিম্ব? নিচের বক্সে বা খাতায় প্রতিবিম্বটি গঠনের রশ্মি চিত্র আঁকুন এবং এর প্রকৃতি ও বৈশিষ্ট্যগুলো লিখুন।



### চূড়ান্ত মূল্যায়ন-৯

ক. সাধারণ বহুনির্বাচনী প্রশ্ন :

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। একটি বিশ্বের পূর্ণ বিবরণ লিখতে নিচের কোন বিষয়টি উল্লেখ করতে হয়?
 

(ক) বিশ্বের অবস্থান	(খ) বিশ্বের প্রকৃতি
(গ) বিশ্বের আকৃতি	(ঘ) সবগুলোই
- ২। একটি বিন্দু বস্তুর প্রতিবিম্ব গঠনের রশ্মি চিত্র আঁকতে কম পক্ষে কতটি রশ্মি বিবেচনা করতে হবে?
 

(ক) 1টি	(খ) 2টি
(গ) 3 টি	(ঘ) 4টি
- ৩। একটি লক্ষ্যবস্তু অবতল দর্পণের প্রধান অক্ষের উপর প্রধান ফোকাসে অবস্থিত। বিশ্বের অবস্থান কোথায় হবে?
 

(ক) দর্পণের পেছনে	(খ) বস্তুতার কেন্দ্রে
(গ) অসীমে	(ঘ) বস্তুতার কেন্দ্র ও অসীমের মধ্যে
- ৪। একটি বস্তুর দৈর্ঘ্য 0.3m এবং গোলীয় দর্পণের রৈখিক বিবর্ধন 2 হলে বিশ্বের দৈর্ঘ্য কত হবে?
 

(ক) 0.06 m	(খ) 0.6 m
(গ) 6 m	(ঘ) 60 m
- ৫। অবতল দর্পণে প্রধান অক্ষের উপর বস্তুতার কেন্দ্রে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর বিশ্বে প্রকৃতি কীরূপ হবে?
 

(ক) সদ ও উল্টো	(খ) অসদ ও সোজা
(গ) সদ ও সোজা	(ঘ) ক অথবা খ

খ. বহুপদী সমাপ্তি সূচক প্রশ্ন :

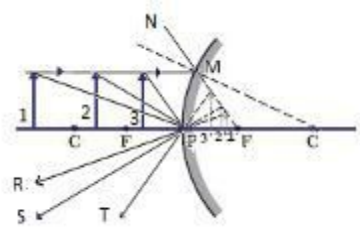
১। অবতল দর্পণের বৈশিষ্ট্য হলো-

- i. দর্পণের সামনে লক্ষ্য বস্তুর খর্বিত সদ বিশ্ব সৃষ্টি করতে পারে।
- ii. দর্পণের পেছনে লক্ষ্য বস্তুর বর্ধিত অসদ বিশ্ব সৃষ্টি করতে পারে।
- iii. দর্পণের সামনে লক্ষ্য বস্তুর বর্ধিত সদ বিশ্ব সৃষ্টি করতে পারে।

- |            |                |
|------------|----------------|
| ক) i ও ii  | খ) ii ও iii    |
| গ) iii ও i | ঘ) i, ii ও iii |

**গ. অভিন্ন তথ্য ভিত্তিক প্রশ্ন :**

ডান দিকের চিত্রটি দেখুন, MP একটি দর্পণ। P এর মেরু বিন্দু, C বক্রতার কেন্দ্র, F ফোকাস বিন্দু এর সামনে বামদিকে তিনটি লক্ষ্যবস্তু 1, 2, ও 3 রাখা হয়েছে ফলে 3', 2' ও 1' তিনটি প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়েছে। চিত্রটি ভালভাবে লক্ষ্যকরুন। নিচের ১-২ পর্যন্ত প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।



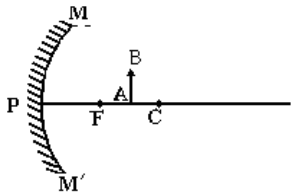
১। চিত্রের ২ নম্বর লক্ষ্যবস্তু থেকে সৃষ্ট প্রতিবিম্বটির বৈশিষ্ট্য কি?

- (ক) সদ ও উল্টো (খ) অসদ ও সোজা  
(গ) সদ ও সোজা (ঘ) অসদ ও উল্টো

২। এই দর্পণের সামনে কোথায় লক্ষ্য বস্তু রাখলে বর্ধিত প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হবে?

- (ক) প্রধান ফোকাসে (খ) বক্রতার কেন্দ্রে  
(গ) অসীম দূরত্বে (ঘ) এই দর্পণ দ্বারা বর্ধিত বিম্ব সম্ভব নয়

**ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন :**



চিত্রে একটি অবতল দর্পণের প্রধান অক্ষের উপর একটি বস্তু AB খাড়া করে বসানো। দেখা যাচ্ছে। দর্পণটির মেরু বিন্দু P, প্রধান ফোকাস F, বক্রতার কেন্দ্র C। দর্পণের সামনে AB বস্তুর A'B' প্রতিবিম্ব গঠিত হয়েছে। চিত্রে প্রতিবিম্ব গঠন এবং রশ্মি চিত্র আঁকা নাই। নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।

- ক. প্রতিবিম্ব কাকে বলে।  
খ. সদ ও অসদ প্রতিবিম্বের পার্থক্য কি ?  
গ. চিত্রটি সম্পূর্ণ করে এঁকে গঠিত প্রতিবিম্বের অবস্থান ও আকার উল্লেখ করুন।  
ঘ. গঠিত প্রতিবিম্বটি সদ না অসদ ? সদ হলে এই দর্পণ দিয়ে কিভাবে অসদ প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে? অথবা অসদ হলে কিভাবে সদ প্রতিবিম্ব পাওয়া যাবে চিত্র এঁকে ব্যাখ্যা করুন।

**🔑 বহুনির্বাচনী প্রশ্নসমূহের উত্তরমালা**

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৯.১ :	১। (খ)	২। (ক)	৩। (খ)	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৯.২ :	১। (ঘ)	২। (ঘ)	৩। (ঘ)	৪। (ক)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৯.৩ :	১। (ঘ)	২। (ঘ)		
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৯.৪ :	১। (গ)	২। (ক)	৩। (ক)	৪। (খ)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৯.৫ :	১। (গ)	২। (ক)	৩। (ক)	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৯.৬ :	১। (ক)	২। (খ)		

**চূড়ান্ত মূল্যায়ন -৯**

ক. সাধারণ বহুনির্বাচনী প্রশ্ন :	১। (ঘ)	২। (খ)	৩। (গ)	৪। (খ)	৫। (ক)
খ. বহুপদী সমাপ্তি সূচক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন :	১। (ঘ)				
গ. অভিন্ন তথ্য ভিত্তিক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন :	১। (খ)	২। (ঘ)			