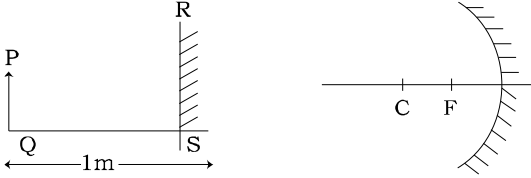


অষ্টম অধ্যায়

আলোর প্রতিফলন

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও সমাধান

প্রশ্ন-১ > নিচের চিত্রদ্বয় দেখ এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. সমতল দর্পণ কী?

খ. দর্পণের পিছনে ধাতুর প্রলেপ লাগানো হয় কেন?

গ. চিত্র ঐকে দর্পণ থেকে PQ বস্তুর প্রতিবিশ্বের অবস্থান নির্ণয় কর।

ঘ. প্রতিবিশ্ব গঠনের ক্ষেত্রে ১ এবং ২ নম্বর দর্পণের তুলনা কর।

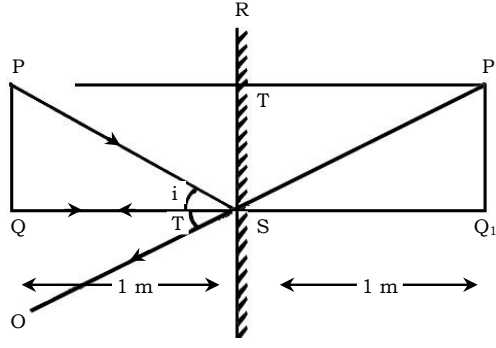
>< ১নং প্রশ্নের উত্তর ><

ক. কোনো মসৃণ প্রতিফলক পৃষ্ঠ যদি সমতল হয় এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তবে তাকে সমতল দর্পণ বলে।

খ. ধাতুর প্রলেপ লাগানোর ফলে কাঁচ অস্বচ্ছ প্রতিফলক হিসেবে কাজ করে বলে দর্পণের পিছনে ধাতুর প্রলেপ লাগানো হয়।

কাচের এক পৃষ্ঠে ধাতুর প্রলেপ লাগিয়ে দর্পণ তৈরি করা হয়। এই প্রক্রিয়াকে ‘পারা লাগানো’ বা সিলভারিং বলা হয়। ধাতুর প্রলেপ লাগানো পৃষ্ঠের বিপরীত পৃষ্ঠটি এক্ষেত্রে প্রতিফলক পৃষ্ঠ হিসেবে কাজ করে। এক্ষেত্রে প্রতিফলক পৃষ্ঠে আলোকরশ্মি নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে।

গ.



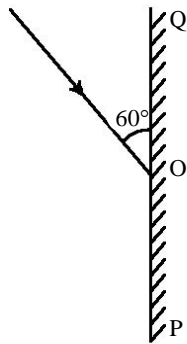
সমতল দর্পণের সামনে অবস্থিত PQ একটি লক্ষ্যবস্তু। P হতে PT রশ্মি অভিলম্বভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং TP পথে প্রতিফলিত হয়। PS রশ্মি তির্যকভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং SO পথে প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় দর্পণের পিছনের দিকে বর্ধিত করলে P₁ বিন্দুতে মিলিত হয়। সুতরাং P₁ হলো P বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। P₁Q₁ যোগ করলে P₁Q₁-ই হবে PQ-এর অবাস্তব প্রতিবিম্ব, যা দর্পণের পেছনে Q₁ (1m) দূরে অবস্থিত। এখানে, দর্পণ হতে বস্তুর দূরত্ব ও প্রতিবিম্বের দূরত্ব সমান। অর্থাৎ, লক্ষ্যবস্তু PQ দর্পণের যত সামনে অবস্থিত, প্রতিবিম্ব P₁Q₁ দর্পণের ঠিক ততটা পিছনে গঠিত হয়।

ঘ. উদ্দীপকের ১নং দর্পণটি সমতল এবং ২নং দর্পণটি অবতল।

প্রতিবিম্ব গঠনের ক্ষেত্রে ১ এবং ২ নম্বরের দর্পণের তুলনা নিম্নরূপ :

১. ১নং দর্পণে সর্বদা অবাস্তব বিম্ব গঠিত হয় যেখানে ২নং দর্পণে ক্ষেত্রবিশেষে বাস্তব বা অবাস্তব বিম্ব গঠিত হয়।
২. ১নং দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্ব সর্বদা লক্ষ্যবস্তুর সমান আকারে হয়। কিন্তু ২নং দর্পণে গঠিত বিম্ব ক্ষেত্রবিশেষে বিবর্ধিত খর্বিত বা লক্ষ্যবস্তুর সমান হতে পারে।
৩. ১নং দর্পণের ক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তু দর্পণ থেকে যতটা দূরে থাকে প্রতিবিম্ব দর্পণের ততটা পেছনে গঠিত হয়। কিন্তু ২নং দর্পণে প্রতিবিম্বের অবস্থান নির্ভর করে প্রধান ফোকাস সাপেক্ষে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের উপর।
৪. ১নং দর্পণে বিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন হয়, কিন্তু ২নং দর্পণে এমন কিছু ঘটে না।
৫. ১নং দর্পণ দ্বারা সৃষ্ট বিম্ব কখনোই পর্দায় ফেলা যায় না; কিন্তু ২নং দ্বারা গঠিত বিম্বটি পর্দায় ফেলা যায়।

প্রশ্ন - ২ ▶ নিচের চিত্রটি দেখ এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



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।

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বিন্দু থেকে নির্গত আলোক রশ্মিগুচ্ছ কোনো তলে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তাহলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বলে।

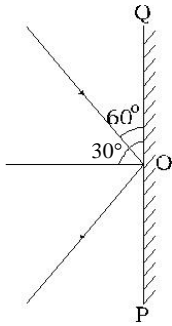
খ. আলোর প্রতিফলনের সূত্রানুযায়ী আমরা জানি, আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণের মান সমান। দর্পণে লম্বভাবে আপতিত রশ্মি অভিলম্বের সাথে 0° কোণ তৈরি করায় দর্পণে লম্বভাবে আপতিত রশ্মি একই পথে ফিরে আসে।

অর্থাৎ আপতন কোণ, $i = 0^\circ$

প্রতিফলনের সূত্রানুসারে, আপতন কোণ = প্রতিফলন কোণ।

অতএব, প্রতিফলিত আলোক রশ্মি লম্বভাবে ফেরত আসবে।

গ. দর্পণে আপতিত যেকোনো রশ্মির আপতন কোণ প্রতিফলন কোণের সমান।



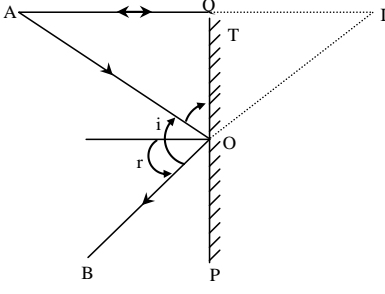
চিত্রে আপতিত রশ্মি প্রতিফলকের সাথে 60° কোণে আপতিত হয়েছে। যেহেতু প্রতিফলকের সাথে অভিলম্ব 90° কোণে থাকে, কাজেই অভিলম্বের সাথে আপতিত রশ্মির কোণ হবে $(90^\circ - 60^\circ)$ বা 30° অর্থাৎ আপতন কোণ হবে 30° ।

প্রতিফলনের সূত্রানুযায়ী আমরা জানি,

আপতন কোণ = প্রতিফলন কোণ

অর্থাৎ, আপতন কোণ 30° হওয়ায় প্রতিফলন কোণও 30° ।

ঘ.



PQ দর্পণের সামনে A একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু। A থেকে AT রশ্মি লম্বভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং TA পথে প্রতিফলিত হয়। আবার AO রশ্মি তির্যকভাবে আপতিত হয় এবং OB পথে প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মি দুইটি পিছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা I বিন্দুতে মিলিত হয়। অর্থাৎ প্রতিফলিত রশ্মিগুলো দর্পণের পিছনে I বিন্দু থেকে অপসারিত হচ্ছে বলে মনে হয়। কাজেই I বিন্দুই হলো A বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

প্রশ্ন - ৩ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

সোহেল একটি অবতল দর্পণ নিয়ে তার স্কুলের ল্যাবের দরজায় দাঁড়াল। এরপর দর্পণটিকে স্কুলের বাইরের দূরবর্তী একটি দালানের দিকে ধরল। দর্পণটিকে ডানে-বামে নড়াচড়া করে সে নিকটবর্তী মসৃণ একটি সাদা দেয়ালে উল্লিখিত দালানের প্রতিবিম্ব তৈরি করল। অতঃপর দর্পণটিকে দেয়াল হতে সামান্য সামনে-পিছনে সরিয়ে গঠিত প্রতিবিম্বকে সুস্পষ্ট করল।

ক. দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র কাকে বলে? ১

খ. উত্তল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য বর্ণনা কর। ২

গ. উদ্দীপকের দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ 10 m হলে দর্পণ হতে দেয়ালের দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

?

ঘ. সোহেল যে উদ্দেশ্যে উদ্দীপকের দর্পণটিকে ব্যবহার করেছে একই উদ্দেশ্যে সে একটি উত্তল দর্পণ ব্যবহার করতে পারবে কি? তা রশ্মি চিত্র ঐকে দেখাও। ৪

▶◀ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. গোলায় দর্পণ যে গোলকের অংশবিশেষ, সেই গোলকের কেন্দ্রকে ঐ দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র বলে।

খ. উত্তল দর্পণের সামনে লক্ষ্যবস্তু যে অবস্থানেই থাকুক না কেন গঠিত প্রতিবিম্ব সর্বদা অবাস্তব, সোজা ও খর্বিত হয়। এক্ষেত্রে লক্ষ্যবস্তু দর্পণের যতই নিকটবর্তী হতে থাকে, বিবর্ধনের মান তত বাড়তে থাকে, অর্থাৎ বিম্বের দৈর্ঘ্য বাড়তে থাকে।

গ. উদ্দীপকের অবতল দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = 10\text{ m}$

ফোকাস দূরত্ব $f = ?$

আমরা জানি, ফোকাস দূরত্ব, $f = \frac{r}{2}$

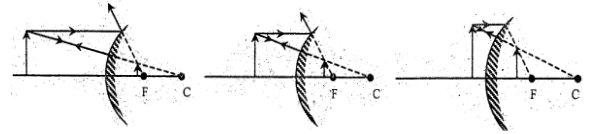
$$= \frac{10\text{m}}{2}$$

$$= 5\text{m}$$

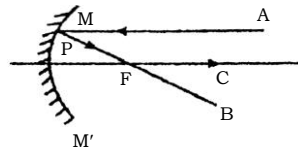
সুতরাং দর্পণ হতে দেয়ালের দূরত্ব 5 মিটার।

ঘ. আগত একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মিকে অভিসারীগুচ্ছে পরিণত করে কোনো পর্দার উপর (যেমন : দেয়াল) বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠন করার জন্যই সোহেল অবতল দর্পণ ব্যবহার করেছে। তবে একই উদ্দেশ্যে সে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করতে পারবে না। কারণ একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মিকে উত্তল দর্পণ অপসারীগুচ্ছে পরিণত করে। তাই উত্তল দর্পণে প্রতিফলিত আলোকরশ্মিসমূহকে কোনো পর্দায় মিলিত করা সম্ভব নয়।

নিচে তার তিনটি রশ্মি চিত্র ঐকে দেখানো হলো :



প্রশ্ন - ৪ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. সিলভারিং কী?

১

খ. আলোর প্রতিফলনের প্রকারভেদ ব্যাখ্যা কর।

২

গ. একটি বস্তুকে F বিন্দুতে স্থাপন করলে বিম্ব কোথায় গঠিত হবে? গাণিতিকভাবে

দেখাও।

৩

ঘ. $PC = 50\text{ cm}$, রৈখিক বিবর্ধন, $m =$

2 এবং বস্তুর দৈর্ঘ্য,

$u = 5\text{ cm}$ হলে, ফোকাস দূরত্ব ও

বিম্বের দৈর্ঘ্য কত হবে?

৪

ক. কাচের উপর ধাতুর প্রলেপ দেওয়াকে পারা লাগানো বা সিলভারিং করা বলে।

খ. আলোর প্রতিফলন দুই প্রকার। যথা– নিয়মিত প্রতিফলন ও ব্যাপ্ত প্রতিফলন।

নিয়মিত প্রতিফলন : যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর রশ্মিগুচ্ছ যদি সমান্তরাল থাকে বা অভিসারী বা অপসারীগুচ্ছ পরিণত হয় তবে আলোর সেই প্রতিফলনকে নিয়মিত প্রতিফলন বলে।

ব্যাপ্ত প্রতিফলন : যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর আর সমান্তরাল থাকে না বা অভিসারী বা অপসারীগুচ্ছ পরিণত হয় না তখন আলোর সেই প্রতিফলনকে ব্যাপ্ত প্রতিফলন বলে।

গ. এখানে,

F বিন্দু হলো প্রধান ফোকাস

সূত্রাং বস্তুর দূরত্ব, $u = f$

বিশ্বের দূরত্ব v এবং ফোকাস দূরত্ব f

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v} + \frac{1}{f} = \frac{1}{f}$$

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

$$\text{বা, } \frac{1}{v} = 0$$

$$\therefore v = \infty$$

অতএব, বিশ্ব অসীমে গঠিত হবে।

ঘ. এখানে, PC = বক্রতার ব্যাসার্ধ = $r = 50$ cm

আমরা জানি,

$$f = \frac{r}{2} = \frac{50}{2} \text{ cm} = 25 \text{ cm}$$

আবার, রৈখিক বিবর্ধন, $m = 2$

বস্তুর দৈর্ঘ্য, $u = 5$ cm

বিশ্বের দৈর্ঘ্য, $v = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 2 = \frac{v}{5 \text{ cm}}$$

$$\therefore v = 10 \text{ cm}$$

অতএব, ফোকাস দূরত্ব 25 cm এবং বিম্বের দৈর্ঘ্য 10 cm।

প্রশ্ন -৫ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি অবতল দর্পণের সামনে 20 cm দৈর্ঘ্যের একটি লাঠি স্থাপন করে দেখা গেল লাঠিটির রৈখিক বিবর্ধন 1.5।

ক. প্রতিফলক পৃষ্ঠ কী? ১

খ. সমতল দর্পণে আপতিত আলোর কতটুকু প্রতিফলিত হবে তা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ২

গ. উদ্দীপকের দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য কত হবে? ৩

?

ঘ. দর্পণটির ফোকাস দূরত্ব 2 cm এবং মেরু বিন্দু হতে 3 cm, দূরে প্রধান অক্ষের উপর কোনো বস্তু স্থাপন করলে, প্রতিবিম্ব গঠনের রশ্মি চিত্র ঐঁকে দেখাও যে, এক্ষেত্রের রৈখিক বিবর্ধন 1 অপেক্ষা বড় হবে। ৪

▶◀ ওনং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যে পৃষ্ঠ হতে আলোক রশ্মি প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে তাকে প্রতিফলক পৃষ্ঠ বলে।

খ. সমতল দর্পণে আপতিত আলোর কতটুকু প্রতিফলিত হবে তা নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে।

(i) আপতিত আলো প্রতিফলকের উপর কত কোণে আপতিত হচ্ছে এবং

(ii) প্রথম ও দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রকৃতির উপর।

গ. এখানে,

বস্তুর দৈর্ঘ্য, $l = 2 \text{ cm}$

রৈখিক বিবর্ধন, $m = 1.5$

ক. বক্রতার ব্যাসার্ধ কাকে বলে? ১

খ. অবতল দর্পণে সৃষ্ট বিশ্বের আকৃতি ও
প্রকৃতি কিরূপ হয়? ২

গ. রৈখিক বিবর্ধন 1.5 হলে লক্ষ্যবস্তুটির
বিশ্বের দৈর্ঘ্য নির্ণয়
কর। ৩

?

ঘ. উদ্দীপকের লক্ষ্যবস্তুর জন্য চিত্রটি
সম্পূর্ণ করে বিশ্বের অবস্থান প্রকৃতি ও
আকৃতি বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. গোলীয় দর্পণে যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে ঐ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে।

খ. অবতল দর্পণে সৃষ্ট বিশ্ব নিম্নরূপ হতে পারে—

(A) i. প্রকৃতি : সদ ও উল্টো।

ii. আকৃতি : বিবর্ধিত, লক্ষ্যবস্তুর সমান অথবা খর্বিত।

(B) i. প্রকৃতি : অসদ ও সোজা।

ii. আকৃতি : বিবর্ধিত।

গ. উদ্দীপকের PQ লক্ষ্যবস্তুটির দৈর্ঘ্য = 10 cm

রৈখিক বিবর্ধন = 1.5

আমরা জানি, রৈখিক বিবর্ধন = $\frac{\text{বিশ্বের দৈর্ঘ্য}}{\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য}}$

বা, বিশ্বের দৈর্ঘ্য = রৈখিক বিবর্ধন \times লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য

বা, বিশ্বের দৈর্ঘ্য = $1.5 \times 10 \text{ cm}$

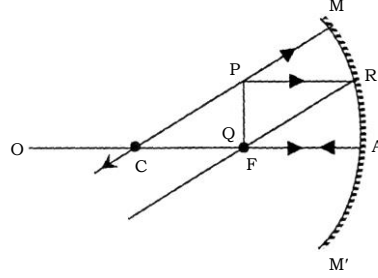
\therefore বিশ্বের দৈর্ঘ্য = 15 cm

অতএব, লক্ষ্যবস্তুটির বিশ্বের দৈর্ঘ্য 15 cm।

ঘ. উদ্দীপকের লক্ষ্যবস্তুটিকে বক্রতার ব্যাসার্ধের অর্ধেক দূরত্বে রাখা হলে লক্ষ্যবস্তুটির অবস্থান হবে প্রধান অক্ষের উপর ফোকাসে। যেহেতু ফোকাস দূরত্ব বক্রতার ব্যাসার্ধের অর্ধেক।

লক্ষ্যবস্তু PQ কে প্রধান ফোকাস F এর উপর স্থাপন করা হলো। P হতে একটি আলোকরশ্মি PR প্রধান অক্ষের সমান্তরালে দর্পণের উপর প্রতিফলিত হয়ে RF পথে প্রধান ফোকাস হয়ে বের হয়ে আসে।

P হতে অপর একটি আলোকরশ্মি বক্রতার কেন্দ্র C বরাবর দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে একই পথে ফেরত আসে। প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় পরস্পর সমান্তরালে নির্গত হয়।



বিশ্বের অবস্থান অসীমে, বিশ্বের প্রকৃতি বাস্তব ও উল্টো অথবা অবাস্তব ও সোজা এবং বিশ্বের আকৃতি অত্যন্ত বিবর্ধিত হবে।

প্রশ্ন - ৭ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রাকিব তার পূর্ণ প্রতিবিশ্ব দেখার জন্য মার্কেট থেকে একটি আয়না কিনে আনল। রাকিবের উচ্চতা 6 ফুট। বাসায় এসে আয়নায় নিজের প্রতিচ্ছবি দেখার সময় সে লক্ষ করল তার ডান হাত আয়নায় বাম হাত বলে মনে হচ্ছে। রাকিব আরও লক্ষ করল, সে আয়না থেকে যতটুকু সামনে দাঁড়ানো আছে, আয়নাতে তার প্রতিচ্ছবি ঠিক ততটুকু পিছনে বলে মনে হচ্ছে।

ক. সমতল দর্পণ কাকে বলে? ১

খ. সমতল দর্পণে সৃষ্ট বিশ্বের বৈশিষ্ট্যসমূহ কী কী? ২

গ. দর্পণটির দৈর্ঘ্য 3 ফুট হওয়ায় রাকিব তার সম্পূর্ণ বিশ্ব দেখতে পেয়েছিল—

?

প্রমাণ কর। ৩

ঘ. লক্ষ্যবস্তু সমতল দর্পণের যত সামনে থাকে বিশ্ব ঠিক ততটা পিছনে থাকে—
উক্তিটির যথার্থতা নিরূপণ কর। ৪

▶▶ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. কোনো মসৃণ প্রতিফলক পৃষ্ঠ যদি সমতল হয় এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তবে তাকে সমতল দর্পণ বলে।

ঘ. মনে করি, MM' একটি সমতল দর্পণে একটি বিন্দু লক্ষ্যবস্তু P থেকে PT রশ্মি দর্পণে লম্বভাবে আপতিত হয়েছে। এই রশ্মির আপতন কোণ শূন্য হওয়ায় প্রতিফলন কোণটিও শূন্য হবে। ফলে PT রশ্মিটি দর্পণের T বিন্দু থেকে TP রশ্মিরূপে প্রতিফলিত হবে। আর একটি রশ্মি PQ দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত হয়ে QR পথে প্রতিফলিত হয়েছে।

QN অভিলম্ব হওয়ায় $\angle PQN = i =$ আপতন কোণ, $\angle RQN = r =$ প্রতিফলন কোণ। TP এবং RQ প্রতিফলিত রশ্মি দুটি পিছনে বর্ধিত করলে পরস্পরকে I বিন্দুতে ছেদ করে। অর্থাৎ প্রতিফলিত রশ্মি দুটি যেন I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। সুতরাং I বিন্দু P বিন্দুর অসদ বিশ্ব। এখানে, $PT =$ লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব এবং $TI =$ দর্পণ থেকে বিশ্বের দূরত্ব প্রমাণ করতে হবে যে, $PT = TI$

প্রমাণ : $TP \parallel QN$ [\because উভয়ই MM' এর ওপর লম্ব]

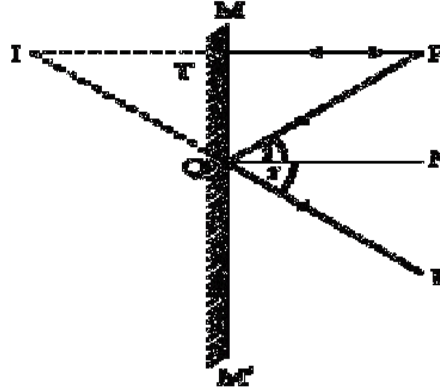
এবং PQ সরলরেখা এদের ছেদক।

$$\therefore \angle TPQ = \text{একান্তর } \angle PQN = i \dots\dots\dots (i)$$

আবার, $PI \parallel QN$ [\because উভয়ই MM' এর ওপর লম্ব]

এবং RQI সরলরেখা এদের ছেদক।

$$\therefore \angle TIQ = \text{অনুরূপ } \angle NQR = r \dots\dots\dots (ii)$$



এখন প্রতিফলনের সূত্রানুসারে, প্রতিফলন কোণ = আপতন কোণ

$$\text{বা, } \angle NQR = \angle PQN$$

$$\text{বা, } i = r$$

$$\therefore (i) \text{ নং ও } (ii) \text{ নং সমীকরণ থেকে, } \angle TPQ = \angle TIQ$$

এখন, ΔQPT এবং ΔQTI এর মধ্যে $\angle TPQ = \angle TIQ$

$$\angle PTQ = \angle QTI \quad [\text{একই রেখার ওপর লম্ব হওয়ায় উভয়ই } 90^\circ]$$

এবং TQ সাধারণ বাহু।

$\therefore \Delta QPT$ এবং ΔQTI সর্বসম। [যেহেতু দুটি কোণ ও একটি বাহু পরস্পর সমান হলে ত্রিভুজদ্বয় সর্বসম]

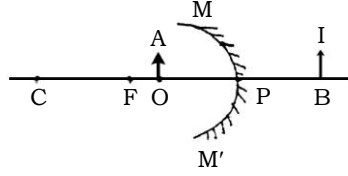
$$\text{অতএব, } PT = TI$$

অর্থাৎ দর্পণ থেকে বস্তুর দূরত্ব (PT) = দর্পণ থেকে বিশ্বের দূরত্ব (TI)

অন্য কথায়, লক্ষ্যবস্তুর P দর্পণের যত সামনে থাকবে বিশ্ব I দর্পণের ঠিক ততটা পিছনে গঠিত হবে।

অতএব, লক্ষ্যবস্তু সমতল দর্পণের যত সামনে থাকে বিম্ব ঠিক ততটা পিছনে থাকে।

প্রশ্ন -৮ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. বিবর্ধন দ্বারা কী পরিমাপ করা হয়? ১

খ. পেরিস্কোপের ব্যবহারগুলো লেখ। ২

গ. অবতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি কিসের উপর নির্ভর করে— ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. রেখাচিত্রের সাহায্যে দেখাও যে, $PF = d$ cm হলে $PC = 2d$ cm হবে। ৪

▶▶ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. বিবর্ধন দ্বারা প্রতিবিম্বের আকার পরিমাপ করা হয়।

খ. পেরিস্কোপের ব্যবহারগুলো নিচে উল্লেখ করা হলো—

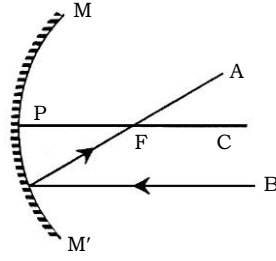
১. আলোক রশ্মির দিক পরিবর্তনের মাধ্যমে যেসব বস্তুকে সরাসরি দেখা যায় না, সেসব বস্তুকে দেখার জন্য পেরিস্কোপ ব্যবহার করা হয়।
২. শত্রু সৈন্যের গতিবিধি পর্যবেক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়।
৩. ভিড়ের মধ্যে খেলা দেখার জন্য ব্যবহৃত হয়।
৪. উঁচু দেয়ালের উপর দিয়ে দেখার জন্য ব্যবহৃত হয়।

গ. অবতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি দর্পণের সামনে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

মনে করি, MPM' একটি অবতল দর্পণ। P হলো মেরু এবং F প্রধান ফোকাস এবং C বক্রতার কেন্দ্র। দর্পণের সামনে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থিত লক্ষ্যবস্তু AO ।

লক্ষ্যবস্তুকে অসীম এবং প্রধান ফোকাসের মধ্যে দর্পণের সামনে যেখানেই রাখা হোক না কেন সৃষ্ট প্রতিবিম্ব সর্বদা বাস্তব ও উল্টো হবে।

আবার লক্ষ্যবস্তুকে প্রধান ফোকাস ও মেরুর মধ্যে স্থাপন করা হলে গঠিত প্রতিবিম্ব হবে অবাস্তব এবং সোজা।



ঘ. মনে করি, MPM' একটি অবতল দর্পণ। C দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র এবং P এর মেরু। ধরা যাক, প্রধান অক্ষ CP এর নিকটবর্তী এবং সমান্তরাল AM রশ্মি দর্পণের উপর M বিন্দুতে আপতিত হয়।

C ও M যোগ করা হলো। CM দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে এটি M বিন্দুতে দর্পণের উপর লম্ব। এখন আপতন কোণ $\angle AMC$ এর সমান $\angle CMF$ কোণ অঙ্কন করলে MF প্রতিফলিত রশ্মি পাওয়া যায়। এ প্রতিফলিত রশ্মি প্রধান অক্ষকে F বিন্দুতে ছেদ করে। সংজ্ঞানুসারে F অবতল দর্পণের প্রধান ফোকাস।

অতএব প্রতিফলনের সূত্রানুসারে,

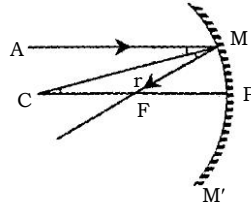
$$\angle AMC = \angle CMF$$

আবার, AM এবং CP পরস্পর সমান্তরাল হওয়ায়

$$\angle AMC = \angle MCF \quad [\text{একান্তর কোণ বলে}]$$

বা, $\angle CMF = \angle MCF$

$\therefore MCF$ একটি সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ।



সুতরাং, $MF = FC$

এখন, M বিন্দু P বিন্দুর খুব নিকটবর্তী হওয়ায় $MF = PF$ লেখা যায়।

$$\therefore PF = FC$$

অতএব, F , PC এর মধ্যবিন্দু।

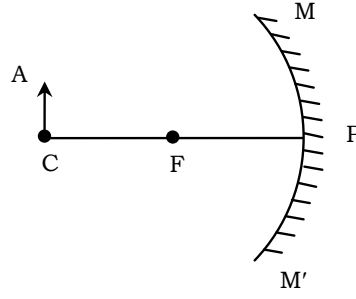
$$\text{সুতরাং, } PF = \frac{1}{2} PC$$

এখন, $PF = d$ cm হলে,

$$d \text{ cm} = \frac{1}{2} PC$$

$\therefore PC = 2d$ cm (দেখানো হলো)

প্রশ্ন-৯ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



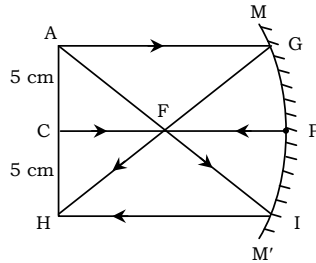
- ক. দীপ্তিহীন বস্তু কি? ১
- খ. অবতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্ব কীরূপ হয়— ব্যাখ্যা হয়। ২
- গ. উদ্দীপকের $CF = 5 \text{ cm}$, $AC = 5 \text{ cm}$ হলে ফোকাস দূরত্ব এবং চিত্র ঐকে বিবর্ধন নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের দর্পণটি উত্তল হলে কীরূপ প্রতিবিম্বের সৃষ্টি হবে চিত্রসহকারে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যে সকল বস্তু আলো নিঃসরণ করতে পারে না তাদের দীপ্তিহীন বস্তু বলে।

খ. অবতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্ব কীরূপ হবে তা নির্ভর করে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের ওপর। লক্ষ্যবস্তু প্রধান ফোকাসের বাইরে থাকলে বাস্তব ও উল্টা প্রতিবিম্ব এবং ভেতরে থাকলে অবাস্তব ও সোজা প্রতিবিম্ব গঠিত হয়। লক্ষ্যবস্তু বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে থাকলে খর্বিত বিম্ব, ভেতরে থাকলে বিবর্ধিত বিম্ব এবং বক্রতার কেন্দ্রের উপর থাকলে লক্ষ্যবস্তুর সমান আকারের বিম্ব গঠিত হয়।

গ.



চিত্রে MPM' একটি অবতল দর্পণ। C বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস, P দর্পণের মেরু।

যেহেতু $CF = 5 \text{ cm}$

সুতরাং দর্পণের ফোকাস দূরত্ব $= 5 \text{ cm}$ ।

আবার, AC এর অবস্থান বক্রতার কেন্দ্রে হওয়ায় AC এর A বিন্দু হতে আলোকরশ্মি দর্পণের G বিন্দুতে আপতিত হয়ে GH পথে প্রতিফলিত হয়। আবার A বিন্দু হতে আলোকরশ্মি প্রধান ফোকাস দিয়ে AI পথে আপতিত হয়ে IH পথে প্রতিফলিত হয়। GH এবং IH , রশ্মিদ্বয় H বিন্দুতে ছেদ করে।

আবার, C বিন্দু হতে CP বরাবর আলোকরশ্মি আপতিত হয়ে PC পথে প্রতিফলিত হয়। C, H যোগ করি। তাহলে AC এর প্রতিবিন্দু হবে CH।

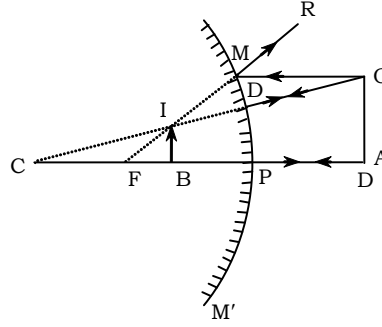
$$AC = 5 \text{ cm}$$

AC দর্পণের বক্রতার কেন্দ্রে অবস্থান করছে বলে এর প্রতিবিন্দুর দৈর্ঘ্য AC এর দৈর্ঘ্যের সমান হবে।

$$\therefore \text{বিবর্ধন, } m = \frac{\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য (AC)}}{\text{সমদৈর্ঘ্যের প্রতিবিন্দু (CH)}} = \frac{5}{5} = 1$$

সুতরাং দর্পণের ফোকাস দূরত্ব 5 cm এবং বিবর্ধন 1।

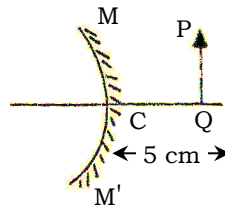
ঘ. দর্পণটি উত্তল হলে প্রদর্শিত চিত্রটি হবে নিম্নরূপ :



ধরি, MM' একটি উত্তল দর্পণ। P দর্পণের মেরু, F প্রধান ফোকাস, C বক্রতার কেন্দ্র এবং AO লক্ষ্যবস্তু দর্পণ হতে 10 cm দূরে অর্থাৎ মেরু হতে বক্রতার কেন্দ্র যতদূরে ততদূরে অবস্থান করছে। AO লক্ষ্যবস্তুটি দর্পণের সামনে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থিত। O বিন্দু হতে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল OM রশ্মি দর্পণে আপতিত হয়। প্রতিফলনের পর MR রশ্মিটি দর্পণের প্রধান ফোকাস F হতে 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 দুটিকে পেছনের দিকে বাড়িয়ে দিলে এরা I বিন্দুতে ছেদ করে এবং I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়।

সুতরাং I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিন্দু। এখন I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর IB লম্ব অঙ্কন করা হলো। এই IB-ই হলো AO-এর অবাস্তব প্রতিবিন্দু। প্রতিবিন্দুটি দর্পণের পেছনে গঠিত হয় এবং তা অবাস্তব, সোজা ও আকারে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট হয়।

প্রশ্ন-১০ ▶ নিচের চিত্রটি দেখে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. প্রতিফলক টেলিস্কোপ তৈরিতে কোন

দর্পণ ব্যবহার করা হয়? ১

খ. উত্তল দর্পণ কী কী কাজে ব্যবহৃত হয়? ২



গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত দর্পণে সৃষ্ট বিশ্ব ও লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান সম্পর্কে কী কী ধারণা পাওয়া যায় চিত্রসহ বর্ণনা কর।

৩

ঘ. উদ্দীপকের দর্পণটির স্থলে একটি সমতল দর্পণ স্থাপন করলে বিশ্বের অবস্থান, আকৃতি ও প্রকৃতি চিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর।

৪

১০নং প্রশ্নের উত্তর

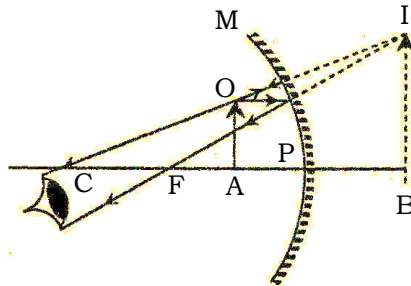
ক. প্রতিফলক টেলিস্কোপ তৈরিতে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।

খ. উত্তল দর্পণ নিম্নলিখিত কাজে ব্যবহৃত হয় :

১. উত্তল দর্পণ সর্বদা আবাস্তব, সোজা এবং খর্বিত প্রতিবিশ্ব 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 উত্তল দর্পণ ব্যবহৃত হয়।
৪. উত্তল দর্পণ বিস্তৃত এলাকায় আলোকরশ্মি ছড়িয়ে দেয় বলে রাস্তার বাতিতে এটি প্রতিফলকরূপে ব্যবহৃত হয়।

গ. এখানে, একটি অবতল দর্পণের পেছনে বিশ্ব সৃষ্টি হয়েছে। অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে শুধুমাত্র লক্ষ্যবস্তু প্রধান ফোকাস ও মেরুর মধ্যে থাকলে, বিশ্ব দর্পণের পেছনে গঠিত হয়।

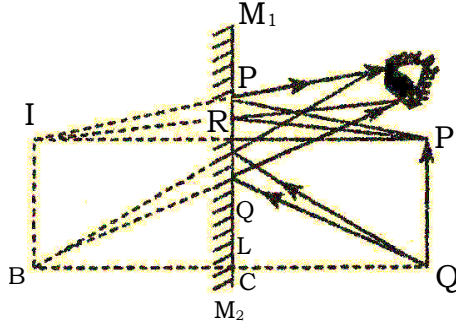
চিত্রসহ বর্ণনা : O বিন্দু থেকে একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে প্রতিফলিত হয় এবং অপর একটি রশ্মি বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সেটি একই পথে ফিরে যায়। প্রতিফলনের ফলে রশ্মি দুটি পরস্পর অপসারী রশ্মিতে পরিণত হয়। রশ্মি দুটিকে পেছনের দিকে বাড়ালে এরা I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। অর্থাৎ, I বিন্দুই হলো O বিন্দুর আবাস্তব প্রতিবিশ্ব। I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB লম্ব টানা হলো।



সুতরাং BI হলো বস্তুর আবাস্তব ও সোজা প্রতিবিশ্ব।

সৃষ্ট প্রতিবিশ্বের অবস্থান হলো দর্পণের পেছনে, প্রকৃতি আবাস্তব, সোজা এবং আকারে বিবর্ধিত অর্থাৎ লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে আকারে বড়।

ঘ. উদ্দীপকের দর্পণের স্থলে নিম্নরূপে একটি সমতল দর্পণ স্থাপন করি।



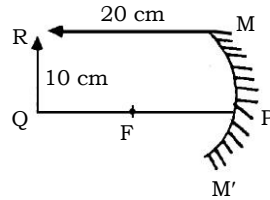
চিত্রে PQ লক্ষ্যবস্তু এবং এর প্রতিবিম্ব BI দেখানো হয়েছে। P এবং Q হতে M_1M_2 দর্পণের উপর লম্ব টানা হলো। এরা দর্পণকে যথাক্রমে R এবং L বিন্দুতে ছেদ করে।

এখন PR এবং QL-কে পেছনের দিকে যথাক্রমে I এবং B পর্যন্ত বর্ধিত করা হলো যেন $PR = IR$ এবং $QL = BL$ হয়।

P এবং Q হতে দুটি করে রশ্মি তির্যকভাবে দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মি দুটিকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এগুলো যথাক্রমে I ও B বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। I ও B যোগ করা হলো। তাহলে BI-ই হলো সমতল দর্পণে গঠিত PQ লক্ষ্যবস্তুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

অতএব, বিম্বের অবস্থান হবে দর্পণের পেছনে, প্রকৃতি হবে অবাস্তব এবং আকার হবে লক্ষ্যবস্তুর সমান এবং দর্পণ থেকে বিম্বের দূরত্ব হবে 5 cm।

প্রশ্ন - ১১ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. পাহাড়ি রাস্তার বাঁকে কোন ধরনের দর্পণ ব্যবহার করা হয়? ১

খ. ঘরের দেয়াল, ঘসা কাচ ইত্যাদিতে ব্যাপ্ত প্রতিফলন হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

? গ. রেখিক বিবর্ধনের মান 1.5 হলে RQ লক্ষ্যবস্তুর বিম্বের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের লক্ষ্যবস্তুটির জন্য চিত্রটি সম্পন্ন করে বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও

আকৃতি উল্লেখ কর এবং বিবর্ধনের মান
বের কর।

8

▶◀ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. পাহাড়ি রাস্তার বাঁকে সমতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।

খ. ঘরের দেয়াল, ঘষা কাচ ইত্যাদির পৃষ্ঠে ব্যাপ্ত প্রতিফলন ঘটে। কারণ— ঘরের দেয়াল, ঘষা কাচ ইত্যাদির পৃষ্ঠ অমসৃণ থাকে তাই এদের পৃষ্ঠের ওপর আলো পড়লে সমান্তরাল আলোকরশ্মিগুলোর পৃষ্ঠে বিভিন্ন কোণে আপতিত হয় ফলে এদের প্রতিফলন কোণও বিভিন্ন হয়। তখন প্রতিফলিত রশ্মিগুলো আর সমান্তরাল থাকে না। তাই ঘরের দেয়াল, ঘষা কাচে ব্যাপ্ত প্রতিফলন হয়।

গ. উদ্দীপকে লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য = $PQ = L_0 = 10 \text{ cm}$

রৈখিক বিবর্ধন, $m = 1.5$

লক্ষ্যবস্তুর বিশ্বের দৈর্ঘ্য, $L_i = ?$

আমরা জানি, $m = \frac{L_i}{L_0}$

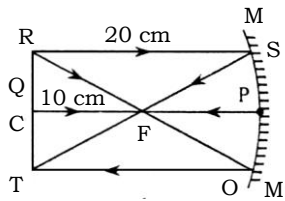
বা, $L_i = mL_0$

$= 1.5 \times 10 \text{ cm}$

$\therefore L_i = 15 \text{ cm}$

অতএব, লক্ষ্যবস্তুর বিশ্বের দৈর্ঘ্য 15 cm।

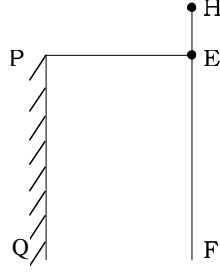
ঘ. উদ্দীপক অনুসারে লক্ষ্যবস্তুটিকে বক্রতার কেন্দ্রে স্থাপন করলে বিশ্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকৃতি কেমন হবে তা নিচে আলোচনা করা হলো :



এখানে, MM' একটি অবতল দর্পণ। CFP দর্পণটির প্রধান অক্ষ। F দর্পণটির প্রধান ফোকাস ও C দর্পণটির বক্রতার কেন্দ্র। দর্পণটির বক্রতার কেন্দ্র C -তে QR একটি লক্ষ্যবস্তু রাখা আছে। R হতে প্রধান অক্ষের সমান্তরালে RS রশ্মি দর্পণের S বিন্দুতে আপতিত হয় এবং দর্পণে প্রতিফলনের পর তা SFT পথে চলে যায়। অপর একটি রশ্মি RFO দর্পণের O বিন্দুতে আপতিত হয় এবং দর্পণ থেকে প্রতিফলিত হয়ে OT পথে চলে যায়। প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় T বিন্দুতে মিলিত হয়। প্রতিবিশ্ব দর্পণের সামনে বক্রতার কেন্দ্রে অবস্থিত হবে এবং এর প্রকৃতি হবে সদ ও উল্টো এবং আকৃতি হবে লক্ষ্যবস্তুর সমান অর্থাৎ 10 cm। অতএব বিবর্ধন হবে 1।

প্রশ্ন - ১২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নিচের চিত্রে একজন ছাত্র HEF একটি সমতল দর্পণ PQ এর সামনে দাঁড়িয়ে আছে। তার গায়ের জামায় ঠিক বুকের ওপর PEN কথাটি লেখা আছে। H হলো ছাত্রের মাথা, E চক্ষু ও F পা নির্দেশ করছে।



ক. প্রতিফলনের দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ। ১

খ. ছাত্রটি তার গায়ের জামায় লেখা PEN শব্দটি দর্পণের ভিতর কিরূপ দেখবে? ২

গ. ছাত্রটি কি দর্পণে তার সম্পূর্ণ শরীর দেখতে পাবে? চিত্র ঐকে তোমার উত্তরের প্রমাণ দাও। ৩

?

ঘ. দেখাও যে, ছাত্রটির পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখার জন্য কমপক্ষে তার উচ্চতার অর্ধেক দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট সমতল দর্পণের প্রয়োজন। ৪

৪

▶◀ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

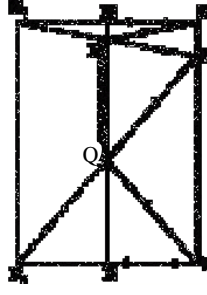
ক. প্রতিফলনের দ্বিতীয় সূত্রটি হলো—প্রতিফলন কোণ আপতন কোণের সমান হয়।

খ. ছাত্রটি তার জামায় লিখা PEN অক্ষরগুলো নিচে প্রদত্ত চিত্রের আকারে দেখবে।

৭ Ǝ N

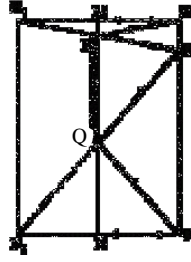
চিত্র : বিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন

গ. হ্যাঁ, ছাত্রটি দর্পণে তার পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখতে পাবে।



মাথা H থেকে একটি আলোকরশ্মি দর্পণের P বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রতিফলিত রশ্মি PE, চোখ E তে এসে পৌঁছে। পা F বিন্দু থেকে একটি আলোকরশ্মি Q বিন্দুতে আপতিত হয়ে QE প্রতিফলিত রশ্মিটি চোখ E তে এসে পৌঁছে। ফলে ছাত্রটি দর্পণ থেকে সমান দূরত্বে যথাক্রমে H_1 ও F_1 বিন্দুতে তার মাথা ও পা দেখতে পাবে অর্থাৎ তার শরীরের সম্পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখতে পাবে।

ঘ. প্রতিবিম্ব গঠনের সূত্র অনুসারে $HF = H_1F_1$, $HM = H_1M$ ও $FN = F_1N$



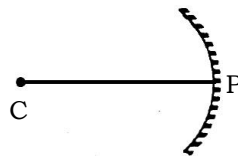
চিত্র থেকে দেখা যাচ্ছে ছাত্রটির পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখার জন্য PQ দৈর্ঘ্যের সমতল দর্পণ প্রয়োজন। বিম্ব গঠনের শর্ত অনুযায়ী M হলো H_1H রেখার মধ্যবিন্দু এবং MP ও HE পরস্পর সমান্তরাল বলে P হলো F_1E বাহুর মধ্যবিন্দু। অনুরূপভাবে QN ও EF পরস্পর সমান্তরাল বলে Q বিন্দু হলো F_1E বাহুর মধ্যবিন্দু। এখন PQ ও H_1F_1E ত্রিভুজে P, F_1E বাহুর মধ্যবিন্দু এবং Q হলো F_1E বাহুর মধ্যবিন্দু এবং PQ ও H_1F_1 পরস্পর সমান্তরাল।

$$\text{সুতরাং } PQ = \frac{1}{2} H_1 F_1 = \frac{1}{2} HF$$

$$\therefore \text{দর্পণের দৈর্ঘ্য} = \frac{1}{2} \times \text{ছাত্রের উচ্চতা}$$

সুতরাং, ছাত্রটির পূর্ণ প্রতিবিম্ব দেখার জন্য কমপক্ষে তার উচ্চতার অর্ধেক দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট সমতল দর্পণের প্রয়োজন।

প্রশ্ন - ১৩ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



CP এর সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ উপরের দর্পণে প্রতিফলনের পর দর্পণ থেকে 30 cm দূরে CP এর সাথে মিলিত হয়।

- ক. সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের আকার
কেমন হয়? ১
- খ. যানবাহনে ব্যাক মিরর হিসেবে উত্তল
দর্পণ ব্যবহৃত হয় কেন? ২
- গ. উদ্দীপকের দর্পণটির বক্রতার ব্যাসার্ধ
নির্ণয়
কর। ৩

?

- ঘ. উদ্দীপকের দর্পণ থেকে 20 cm দূরে
রাখা কোনো লক্ষ্যবস্তুর গঠিত বিম্ব
পর্দায় ফেলা যাবে কি না চিত্রসহ
বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের আকার লক্ষ্যবস্তুর আকারের সমান হয়।

খ. পেছনের অবস্থা বুঝে সহজে ও সাবধানে গাড়ি চালানোর জন্য যানবাহনে ব্যাক মিরর হিসেবে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হয়।

আমরা জানি, উত্তল দর্পণে সর্বদা অবাস্তব, সোজা এবং খর্বিত বিম্ব গঠিত হয়। যানবাহনে ব্যাক মিরর হিসেবে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করলে, যানবাহনের পেছনের অনেক বড় অংশের চিত্র অবাস্তব, সোজা অথচ খর্বিত দেখা যায়। ফলে খুব সহজে পেছনের অবস্থা বুঝে, সাবধানে গাড়ি চালানো যায়।

গ. CP এর সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ দর্পণ দ্বারা প্রতিফলনের পর দর্পণ থেকে 30 cm দূরে CP এর সাথে মিলিত হয়। সুতরাং দর্পণ দ্বারা প্রতিফলিত আলোকরশ্মি দর্পণের প্রধান ফোকাস দিয়ে যাবে।

অর্থাৎ দর্পণের ফোকাস দূরত্ব $f = 30 \text{ cm}$

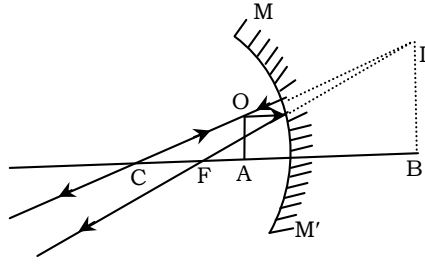
আবার, দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ ফোকাস দূরত্বের দ্বিগুণ

$$\therefore \text{দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ } r = 2f = (2 \times 30) \text{ cm} = 60 \text{ cm}$$

ঘ. উদ্দীপকের দর্পণ থেকে 20 cm দূরে রাখা কোনো লক্ষ্যবস্তু দর্পণের মেরু এবং প্রধান ফোকাসের মধ্যে অবস্থিত হবে।

মনে করি, MM' অবতল দর্পণের খুব নিকটে OA লক্ষ্যবস্তুর অবস্থান।

O থেকে একটি রশ্মি বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর ও একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল বিবেচনা করলে প্রতিফলনের পর এরা পরস্পর অপসারী হয়। এ রশ্মিগুলোকে পেছন দিকে বাড়ালে I বিন্দু হতে আসছে বলে মনে হয়। I থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB লম্বই OA বস্তুর প্রতিবিম্ব।

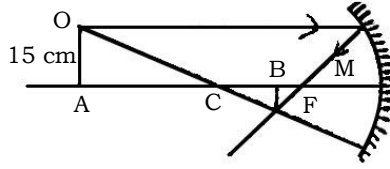


এক্ষেত্রে প্রতিবিম্বের অবস্থান দর্পণের পেছনে, আকৃতি বিবর্ধিত এবং প্রকৃতি অবাস্তব ও সোজা।

যেহেতু, প্রতিবিম্বের অবস্থান দর্পণের পেছনে এবং প্রতিবিম্ব অবাস্তব।

সুতরাং উদ্দীপকের দর্পণ হতে 20 cm দূরে রাখা কোনো লক্ষ্যবস্তুর গঠিত বিম্ব পর্দায় ফেলা যাবে না।

প্রশ্ন -১৪ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. উত্তল দর্পণ কাকে বলে? ১

খ. সদ ও অসদ বিম্বের ২টি পার্থক্য লেখ। ২

গ. বিবর্ধন 0.6 হলে প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য
নির্ণয়

কর। ৩

ঘ. লক্ষ্যবস্তুটি M বিন্দুতে অবস্থিত হলে,

বিম্বের অবস্থান প্রকৃতি কিরূপ হবে?

চিত্রসহ আলোচনা কর। ৪

▶ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. কোনো ফাঁপা গোলকের বাইরের পৃষ্ঠের কিছু অংশ যদি মসৃণ হয় এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে অর্থাৎ গোলকের উত্তল পৃষ্ঠ যদি প্রতিফলকরূপে কাজ করে তবে তাকে উত্তল দর্পণ বলে।

খ. সদ ও অসদ বিম্বের ২টি করে পার্থক্য হলো :

সদ বিম্ব	অসদ বিম্ব
১. কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোকরশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা	১. কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোকরশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা

প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হলে সদ বিশ্ব গঠিত হয়।	প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হলে দ্বিতীয় বিন্দুতে অসদ বিশ্ব গঠিত হয়।
২. চোখে দেখা যায় ও পর্দায় ফেলা যায়।	২. চোখে দেখা যায় কিন্তু পর্দায় ফেলা যায় না।

গ. দেওয়া আছে, বিবর্ধন, $m = 0.6$

লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য, $L_0 = 15 \text{ cm}$

প্রতিবিশ্বের দৈর্ঘ্য, $L_i = ?$

$$\text{আমরা জানি, } m = \frac{L_i}{L_0}$$

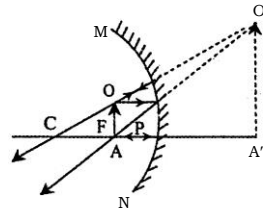
$$\begin{aligned} \text{বা, } L_i &= mL_0 \\ &= 0.6 \times 15 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\therefore L_i = 9 \text{ cm}$$

অতএব, প্রতিবিশ্বের দৈর্ঘ্য 9 cm।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্রে লক্ষ্যবস্তুটি অসীম ও বক্রতার কেন্দ্র C এর মধ্যে ছিল।

এখন লক্ষ্যবস্তুকে A বিন্দু হতে F এবং P এর মধ্যে নিয়ে যেতে হবে। এক্ষেত্রে বিশ্ব গঠন নিম্নরূপ হবে—



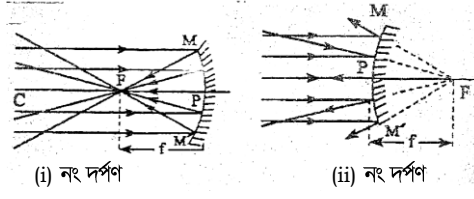
AO লক্ষ্যবস্তুটি প্রধান ফোকাস F এবং মেরু P এর মাঝে অবস্থিত। O হতে একটি আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষ বরাবর দর্পণে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাস F দিয়ে প্রতিফলিত হয়। O হতে আরেকটি রশ্মি বক্রতার কেন্দ্র C দিয়ে গমন করে। এ রশ্মি দুটি প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয় না। কিন্তু রশ্মি দুটিকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা দর্পণের পেছনে O' বিন্দুতে মিলিত হয়। O' হতে প্রধান অক্ষের উপর A'O' লম্বই হলো AO লক্ষ্যবস্তুর বিশ্ব।

বিশ্বের আকৃতি : বিবর্ধিত।

বিশ্বের প্রকৃতি : অসদ ও সোজা।

বিশ্বের অবস্থান : দর্পণের পেছনে।

প্রশ্ন -১৫ ▶ নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. ফোকাস দূরত্ব কাকে বলে? ১

খ. গোলীয়তলে কোন ধরনের প্রতিফলন ঘটে এবং কেন? ২

গ. (i) নং দর্পণটির ক্ষেত্রে $PC = 28$ cm হলে ফোকাস দূরত্ব কত হবে? ৩

ঘ. (ii) নং দর্পণটি সর্বদা বস্তুর অসদ বা অবাস্তব বিশ্ব গঠন করে— রশ্মি চিত্রের সাহায্যে আলোচনা কর। ৪

▶▶ ১৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. গোলীয় দর্পণের মেরু বিন্দু থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলে।

খ. গোলীয়তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে।

কারণ গোলীয় মসৃণতলে একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর রশ্মিগুচ্ছ অভিসারী বা অপসারীগুচ্ছ পরিণত হয় এবং প্রতিবিশ্ব সৃষ্টি করে।

গ. এক্ষেত্রে উদ্দীপকের (i) নং দর্পণটির ক্ষেত্রে,

বক্রতার ব্যাসার্ধ, $PC = r = 28$ cm

দর্পণের ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

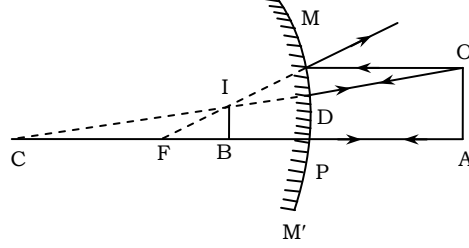
আমরা জানি, $f = \frac{r}{2}$

$$\text{বা, } f = \frac{28 \text{ cm}}{2} = 14 \text{ cm}$$

অতএব, দর্পণটির ফোকাস দূরত্ব 14 cm।

ঘ. উদ্দীপকের (ii) নং দর্পণটি এক ধরনের উত্তল দর্পণ। এ দর্পণে বিশ্ব গঠন নিচে আলোচনা করা হলো—

মনে করি, MPM' একটি উত্তল দর্পণ যার PC প্রধান অক্ষ, C বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস এবং P দর্পণের মেরু। একটি বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু OA দর্পণের সামনে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে আছে। O বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরাল হয়ে M বিন্দুতে আপতিত হলে প্রতিফলনের পর রশ্মিটি দর্পণের প্রধান ফোকাস F থেকে আসছে বলে মনে হয়। দর্পণের বক্রতার কেন্দ্রমুখী অপর একটি রশ্মি OD লম্বভাবে দর্পণে আপতিত হওয়ায় একই পথে প্রতিফলিত হয়।



এখন এই অপসারী প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয়কে পেছনের দিকে বাড়িয়ে দিলে এরা I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হবে। তাহলে I বিন্দুই হবে O বিন্দুর অসদ বিশ্ব। এখন I থেকে অক্ষের উপর IB লম্ব টানলে IB -ই হবে OA লক্ষ্যবস্তুর অসদ বিশ্ব। লক্ষ্যবস্তু যে অবস্থানেই থাকুক না কেন, দর্পণে প্রতিফলিত রশ্মিগুলো সর্বদাই অপসারী হয়, অর্থাৎ কোনো বিন্দুতে প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয় না। তবে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে রশ্মিসমূহ কোনো বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়। তাই এ দর্পণে গঠিত বিশ্ব সর্বদাই অসদ বা অবাস্তব।

প্রশ্ন – ১৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

তুমি একটি ড্রেসিং টেবিলের সামনে দাঁড়ালে দেখতে পাবে যে তুমি দর্পণের যতটুকু সামনে আছ তোমার প্রতিবিশ্ব দর্পণের ঠিক তত দূরে অবস্থান করছে। তোমার অবস্থান থেকে এবার 1m পেছনে গিয়ে লক্ষ কর তোমার প্রতিবিশ্বও 1m পেছনে সরে গেছে।

ক. শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ কত? ১

খ. নিয়মিত প্রতিফলন ও ব্যাণ্ড প্রতিফলনের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ। ২

গ. তোমার প্রতিবিশ্বের প্রকৃতি কেমন হবে

?

ব্যাখ্যা কর। ৩

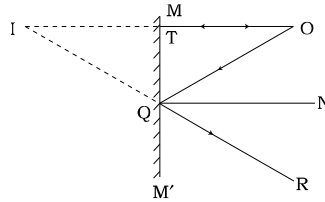
ঘ. উদ্দীপকের শেষোক্ত বাক্যের আলোকে প্রতিবিশ্বের অবস্থানের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

ক. শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।

খ. নিয়মিত প্রতিফলন ও ব্যাপ্ত প্রতিফলনের মধ্যে পার্থক্য :

নিয়মিত প্রতিফলন	ব্যাপ্ত প্রতিফলন
১. প্রতিফলক পৃষ্ঠ মসৃণ হলে নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে।	১. প্রতিফলক পৃষ্ঠ অমসৃণ হলে আলোর ব্যাপ্ত প্রতিফলন ঘটে।
২. নিয়মিত প্রতিফলনে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয়।	২. ব্যাপ্ত প্রতিফলনে প্রতিবিম্ব সৃষ্টি হয় না।
৩. নিয়মিত প্রতিফলনে বস্তু উজ্জ্বল দেখায়।	৩. ব্যাপ্ত প্রতিফলনে বস্তু অনুজ্জ্বল দেখায়।

গ. আমার প্রতিবিম্বের প্রকৃতি হবে অবাস্তব এবং সোজা।



ড্রেসিং টেবিলের আয়নায় সাধারণত সমতল দর্পণ ব্যবহার করা হয়। মনে করি, MM' হলো ড্রেসিং টেবিলের আয়না এবং আয়নার সামনে আমার অবস্থান O বিন্দুতে। O হতে OT রশ্মি আয়নায় অভিলম্বভাবে আপতিত হয়ে TO পথে ফিরে যায়। অপর একটি রশ্মি OQ প্রতিফলিত হয়ে QR পথে চলে যায়। QN অভিলম্ব। OT এবং প্রতিফলিত রশ্মি দুটি পেছনে বর্ধিত করলে প্রতিফলিত রশ্মি দুটি I বিন্দু হতে আসছে বলে মনে হয়। সুতরাং I বিন্দু হচ্ছে O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। একটি ব্যক্তি বা বস্তু হলো অসংখ্য বিন্দুর সমষ্টি তাই বিন্দুর ন্যায় আমারও অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হবে।

উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে দেখা যায়, একটি ব্যক্তি বা বস্তু হলো অসংখ্য বিন্দুর সমষ্টি। সুতরাং আমার প্রতিবিম্বের প্রকৃতি হবে অবাস্তব এবং সোজা।

ঘ. মনে করি, MM' ড্রেসিং টেবিলের আয়না। আমার অবস্থান হলো O বিন্দু। O হতে OT রশ্মি আয়নায় অভিলম্বভাবে আপতিত হয়ে TO পথে ফিরে যায়। অপর একটি রশ্মি OQ প্রতিফলিত হয়ে QR পথে চলে

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত দর্পণটি F ও P এর মাঝে বস্তু রাখলে প্রতিবিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকৃতি আলোচনা কর। ৪

▶◀ ১৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. গোলায় দর্পণ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে ঐ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে।

খ. সিনেমার পর্দা সাদা রঙের রাখা হয়।

সাদা রঙ সব রঙের আলোই প্রতিফলন করতে পারে। এতে বিম্বের উজ্জ্বলতা বেড়ে যায়। সাদা রঙের পরিবর্তে অন্য কোনো রঙ ব্যবহার করলে তা আলোকে শোষণ করত ফলে বিম্ব দেখা যেত না। তাই সিনেমার পর্দা সাদা রঙের রাখা হয়।

গ. উদ্দীপকের এক্ষেত্রে দর্পণের ফোকাস দূরত্ব, $PF = f = 10 \text{ cm}$

দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = ?$

আমরা জানি, $f = \frac{r}{2}$

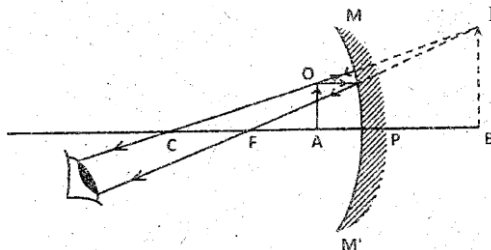
বা, $r = 2f$

$= 2 \times 10 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$

অতএব, দর্পণটি বক্রতার ব্যাসার্ধ 20 cm।

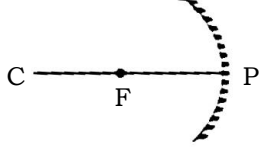
ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত দর্পণটির F ও P এর মাঝে অর্থাৎ প্রধান ফোকাস ও মেরুর মাঝে লক্ষ্যবস্তু রাখলে সূর্য বিম্বের গঠন প্রক্রিয়া নিচে আলোচনা করা হলো :

মনে করি, MPM' একটি অবতল দর্পণ। PC প্রধান অক্ষ, C বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস এবং P দর্পণের মেরু। একটি বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু OA দর্পণের সামনে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে আছে। 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 দুটি পরস্পর অপসারী রশ্মিতে পরিণত হয়। রশ্মি দুটিকে পেছনের দিকে বাড়ালে এরা I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। অর্থাৎ, I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB লম্ব টানা হলো। সুতরাং IB হলো বস্তুর অবাস্তব ও সোজা প্রতিবিম্ব।



সৃষ্ট প্রতিবিশ্বের অবস্থান হলো দর্পণের পেছনে, প্রকৃতি অবাস্তব, সোজা এবং আকারে বিবর্ধিত অর্থাৎ বস্তুর চেয়ে আকারে বড়।

প্রশ্ন – ১৮ ▶ নিচের চিত্র লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. উত্তল দর্পণের উত্তল পৃষ্ঠ কী হিসেবে কাজ করে? ১
- খ. আলোর প্রতিফলন কয়টি সূত্র মেনে চলে এবং কী কী? ২
- গ. চিত্রে দর্পণটির PF ও PC এর মধ্যে সম্পর্কটি স্থাপন কর। ৩

- ঘ. দর্পণটির কোথায় লক্ষ্যবস্তু রাখলে অসদ ও সোজা বিম্ব পাওয়া যাবে রশ্মি চিত্রসহ বর্ণনা কর। ৪

▶▶ ১৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. উত্তল দর্পণের উত্তল পৃষ্ঠ মসৃণ প্রতিফলক হিসেবে কাজ করে।
- খ. আলোর প্রতিফলন দুটি সূত্র মেনে চলে। এগুলো নিম্নরূপ :
- i. প্রথম সূত্র : আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে অবস্থান করে।
- ii. দ্বিতীয় সূত্র : প্রতিফলন কোণ আপতন কোণের সমান হয়।
- গ. মনে করি, অবতল দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র C, প্রধান ফোকাস F এবং মেরু P। দর্পণের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল একটি আলোকরশ্মি AM দর্পণের M বিন্দুতে আপতিত হয় এবং প্রতিফলনের পর প্রধান ফোকাস F দিয়ে যায়।

তাহলে, আপতন কোণ, $i = \angle AMC$

এবং প্রতিফলন কোণ, $r = \angle CMF$

প্রতিফলনের সূত্রানুসারে, $i = r$

$\therefore \angle AMC = \angle CMF$

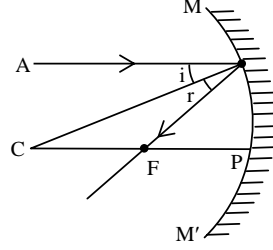
আবার, AM ও CP পরস্পর সমান্তরাল

হওয়ায় $\angle AMC = \angle MCF$

বা, $\angle CMF = \angle MCF$

\therefore MCF একটি সমদ্বিবাহু ত্রিভুজ।

সুতরাং, $MF = FC$



এখন, M বিন্দু P বিন্দুর খুব নিকটবর্তী হওয়ায় $MF = PF$ লেখা যায়।

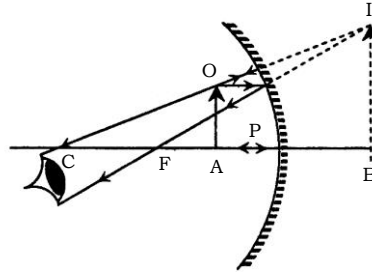
$\therefore PF = FC$

অতএব, F, PC এর মধ্যবিন্দু।

সুতরাং, $PF = \frac{1}{2} PC$

এটিই দর্পণটির PF ও PC এর মধ্যে সম্পর্ক।

ঘ. দর্পণটির P ও F এর মাঝে লক্ষ্যবস্তু রাখলে অসদ ও সোজা বিম্ব পাওয়া যাবে।

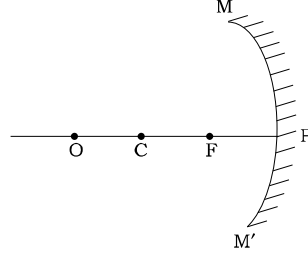


ধরি, দর্পণের P ও F এর মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থিত AO একটি লক্ষ্যবস্তু। O বিন্দু থেকে একটি রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আপতিত হয়ে প্রধান ফোকাস F এর মধ্য দিয়ে প্রতিফলিত হয় এবং অপর একটি রশ্মি বক্রতার ব্যাসার্ধ বরাবর দর্পণে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সেটি একই পথে ফিরে যায়। প্রতিফলনের পর রশ্মি দুইটি অপসারী রশ্মিতে পরিণত হয়। রশ্মি দুইটিকে পেছনের দিকে বাড়ালে এরা I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়।

অর্থাৎ, I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের ওপর অঙ্কিত IB লম্ব টানা হলো।

সুতরাং, BI হলো লক্ষ্যবস্তুর অসদ ও সোজা প্রতিবিম্ব।

প্রশ্ন - ১৯ ▶ নিচের চিত্র লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



একটি লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য 5 cm এবং এর বাস্তব বিম্বের রৈখিক বিবর্ধন, $m = 0.5$ ।

ক. রৈখিক বিবর্ধন কী? ১

খ. রৈখিক বিবর্ধন 1.25 বলতে কী বোঝ? ২

গ. লক্ষ্যবস্তুটিকে বক্রতার কেন্দ্রে স্থাপন করলে এর রৈখিক বিবর্ধন কত হবে? ৩

?

ঘ. দর্পণটি উত্তল হলে, উদ্দীপকের রৈখিক বিবর্ধন সম্ভব কি? চিত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বা সংক্ষেপে বিবর্ধন বলে।

খ. আমরা জানি, রৈখিক বিবর্ধন = $\frac{\text{প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য}}{\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য}}$

অতএব, রৈখিক বিবর্ধনের মান 1.25 বলতে বোঝায়—

প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1.25 : 1।

অর্থাৎ প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের তুলনায় 1.25 গুণ বড়।

গ. লক্ষ্যবস্তুটিকে বক্রতার কেন্দ্রে স্থাপন করলে এর প্রতিবিম্ব বক্রতার কেন্দ্রেই গঠিত হয় এবং প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের সমান হয়।

উদ্দীপকে বস্তুর দৈর্ঘ্য = 5 cm

∴ প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য = লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য

= 5 cm

রৈখিক বিবর্ধন, $m = ?$

আমরা জানি, রৈখিক বিবর্ধন, $m = \frac{\text{প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য}}{\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য}}$

$$\text{বা, } m = \frac{5 \text{ cm}}{5 \text{ cm}}$$

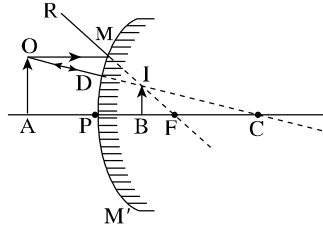
$$\therefore m = 1$$

অতএব, লক্ষ্যবস্তুটিকে বক্রতার কেন্দ্রে স্থাপন করলে এর রৈখিক বিবর্ধন হবে 1।

ঘ. উদ্দীপকের MPM' দর্পণটি উত্তল দর্পণ হলে, $m = 0.5$ হওয়া সম্ভব।

নিচের চিত্রের সাহায্যে বিষয়টি বর্ণনা করা হলো :

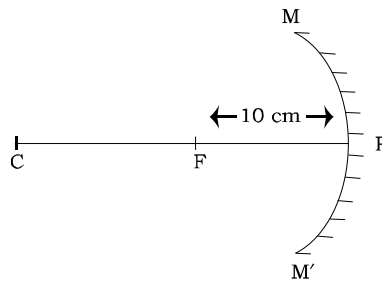
মনে করি, MPM' উত্তল দর্পণের প্রধান ছেদ; যেখানে P মেরুবিন্দু, C বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস এবং AC প্রধান অক্ষ। OA লক্ষ্যবস্তু প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থিত। লক্ষ্যবস্তুর শীর্ষবিন্দু O হতে আগত আলোকরশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে চলে দর্পণের M বিন্দুতে আপতিত হয়ে তা MR পথে প্রতিফলিত হয়। MR কে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে তা প্রধান ফোকাস F দিয়ে চলে যায়। অপর একটি আলোকরশ্মি OC বক্রতার কেন্দ্র বরাবর আপতিত হলে তা একইপথে বিপরীত দিকে বর্ধিত করলে তা I বিন্দুতে মিলিত হয়েছে বলে মনে হয়। এই I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব বিম্ব।



এখন I বিন্দু হতে প্রধান অক্ষের উপর IB লম্ব অঙ্কন করি। এই IB হলো লক্ষ্যবস্তু OA-এর অবাস্তব, সোজা ও খর্বিত প্রতিবিম্ব।

সুতরাং নির্দিষ্ট ফোকাস দূরত্বের উত্তল দর্পণের একটি নির্দিষ্ট অবস্থানের লক্ষ্যবস্তুর জন্য $m = 0.5$ বা প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর অর্ধেক হয়।

প্রশ্ন -২০ নিচের চিত্র দেখে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



12 cm দৈর্ঘ্যের একটি লক্ষ্যবস্তুকে বক্রতার কেন্দ্রের অধিক দূরে রাখা হলো।

ক. উত্তল দর্পণে বিম্বের প্রকৃতি কিরূপ

হবে? ১

খ. প্রতিবিম্বের আকার কখন ছোট বা বড়

হবে-ব্যাখ্যা কর। ২

গ. লক্ষ্যবস্তুটিকে প্রধান ফোকাস ও মেরুর
মধ্যে স্থাপন করলে 36 cm দৈর্ঘ্যের
প্রতিবিস্ম তৈরি হলে, রৈখিক বিবর্ধন
কত
হবে?

৩

ঘ. উদ্দীপকের দর্পণে গঠিত লক্ষ্যবস্তুর
প্রতিবিস্মের অবস্থান, আকৃতি, প্রকৃতি
চিত্রসহ বিশ্লেষণ কর।

৪

▶◀ ২০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. উত্তল দর্পণে বিস্মের প্রকৃতি সর্বদা অসদ ও সোজা হবে।

খ. কোনো লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য L_0 এবং বিস্মের দৈর্ঘ্য L_i হলে, রৈখিক বিবর্ধনের সংজ্ঞানুসারে,

$$\text{রৈখিক বিবর্ধন, } m = \frac{\text{বিস্মের দৈর্ঘ্য}}{\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য}} = \frac{L_i}{L_0}$$

বিবর্ধনের মান 1-এর চেয়ে বড় হলে বিস্মটি বিবর্ধিত হবে অর্থাৎ, বিস্ম লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় বড়।

বিবর্ধনের মান 1-এর সমান হলে বিস্ম লক্ষ্যবস্তুর সমান এবং বিবর্ধনের মান 1-এর চেয়ে ছোট হলে বিস্মটি
খর্বিত হবে। অর্থাৎ, বিস্ম লক্ষ্যবস্তুর তুলনায় ছোট হবে।

গ. এখানে, লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য = 12 cm

প্রতিবিস্মের দৈর্ঘ্য = 36 cm

আমরা জানি, রৈখিক বিবর্ধন, $m = \frac{\text{প্রতিবিস্মের দৈর্ঘ্য}}{\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য}}$

$$\text{বা, } m = \frac{36 \text{ cm}}{12 \text{ cm}}$$

$$\therefore m = 3$$

অতএব, রৈখিক বিবর্ধন 3 হবে।

ঘ. চিত্রের অবতল দর্পণের ফোকাস দূরত্ব 10 cm এবং বক্রতার ব্যাসার্ধ 2 cm। এর মেরু হতে 2 cm এর বেশি
দূরত্বে লক্ষ্যবস্তু স্থাপন করা মানে লক্ষ্যবস্তুকে বক্রতার কেন্দ্র ও অসীমের মাঝে স্থাপন করা। এক্ষেত্রে বিস্মের
অবস্থান হবে বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মধ্যে অর্থাৎ, বিস্ম খর্বাকৃতি ও সদ হবে।

আলোকরশ্মি প্রতিফলিত হয়। অস্বচ্ছ পারদের প্রলেপ লাগিয়ে আয়না তৈরি করা হলে আপতিত আলোর বেশিরভাগ আলোকরশ্মি ঐ অস্বচ্ছ প্রলেপ কর্তৃক প্রতিফলিত হয় এবং আয়নায় প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।

গ. উদ্দীপক হতে, ব্যক্তির উচ্চতা = 1.50 m

দর্পণের উচ্চতা, $h = ?$

আমরা জানি, দর্পণের উচ্চতা, $h = \frac{1}{2} \times$ দর্শকের উচ্চতা

$$= \frac{1}{2} \times 1.50 \text{ m}$$

$$= 0.75 \text{ m}$$

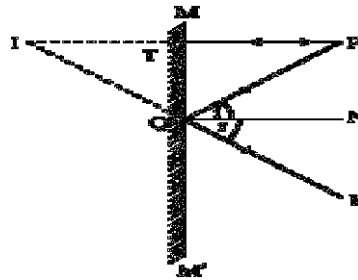
সুতরাং দর্পণের উচ্চতা 0.75 m।

ঘ. উদ্দীপকের আয়নাটি একটি সমতল দর্পণ।

সমতল দর্পণে গঠিত বিম্বের অবস্থান, প্রকৃতি ও আকৃতি নিচে চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা হলো—

ধরি, MM' একটি সমতল দর্পণ। দর্পণটির সামনে O একটি লক্ষ্যবস্তু। লক্ষ্যবস্তু O থেকে ON আলোকরশ্মি অভিলম্বভাবে দর্পণে আপতিত হয়ে NO পথে ফিরে আসে। O বিন্দু হতে আরও একটি রশ্মি OR প্রতিফলিত হয়ে RQ পথে চলে যায়। RS অভিলম্ব। NO এবং RQ প্রতিফলিত রশ্মি দুটি পেছনের দিকে বর্ধিত করলে I বিন্দুতে মিলিত হয়। অর্থাৎ প্রতিফলিত রশ্মি দুটি যেন I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়।

সুতরাং I বিন্দু O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।



প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য :

অবস্থান : দর্পণের পেছনে

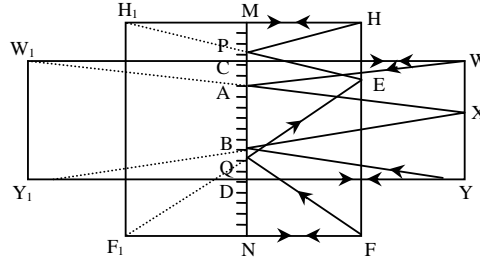
আকৃতি : ব্যক্তির দৈর্ঘ্যের সমান

প্রকৃতি : অসদ ও সোজা

অতএব, আয়নাটি যেহেতু সমতল দর্পণ, সেহেতু দর্পণটিতে গঠিত বিম্বটি হবে অসদ, সোজা এবং দর্পণের পেছনে।

প্রশ্ন – ২২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

তুমি স্কুলে যাওয়ার পূর্বে আয়নাতে চুল আচড়াচ্ছিলে। তুমি লক্ষ করলে, আয়না থেকে যত দূরে যাচ্ছিলে আয়না থেকে তোমার প্রতিবিম্ব ঠিক ততোটাই পেছনে সরে যাচ্ছিল।



ধরা যাক, H একজন ব্যক্তির মাথা, E চোখ এবং F পায়ের পাতা। MN একটি দর্পণ। এই দর্পণে নিজের পূর্ণ বিশ্ব দেখতে হলে H ও F থেকে আলোকরশ্মি দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে ব্যক্তির চোখ E তে পৌঁছতে হবে। এখন, বিশ্ব গঠনের সূত্রানুসারে, $HF = H_1F_1$ এবং $HM = H_1M$ এবং $FN = F_1N$. এবার H_1E ও F_1E যোগ করা হলো। ব্যক্তির সর্বোচ্চ বিন্দু H থেকে রশ্মি দর্পণের P বিন্দুতে আপতিত হয়ে H_1 বিশ্ব গঠন করে। একইভাবে F থেকে আলোকরশ্মি দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত হয়ে F_1 প্রতিবিশ্ব গঠন করে। সুতরাং FH ব্যক্তির সম্পূর্ণ বিশ্ব হলো F_1H_1 ।

আবার, FH ব্যক্তিটি যদি দর্পণ হতে আরো দূরে সরে WY অবস্থানে আসে তাহলে, W ও Y থেকে আলোকরশ্মি দর্পণে প্রতিফলিত হয়ে ব্যক্তির চোখ X এ পৌঁছতে হবে। এখন বিশ্ব গঠনের সূত্রানুসারে, $WY = W_1Y_1$ এবং $WC = W_1C$ এবং $YD = Y_1D$ ।

এখন, W_1X ও Y_1X যোগ করা হলো। ব্যক্তি সর্বোচ্চ বিন্দু W থেকে আলোকরশ্মি দর্পণের A বিন্দুতে আপতিত হয়ে Y_1 বিশ্ব গঠন করে। সুতরাং WY ব্যক্তির সম্পূর্ণ বিশ্ব হলো W_1Y_1 । এভাবে বিভিন্ন অবস্থান বিবেচনা করি।

সুতরাং উপরের আলোচনা থেকে বলা যায়, দর্পণ হতে যত দূর যাওয়া যায়, প্রতিবিশ্ব ঠিক ততটাই দূরে গঠিত হয়।

প্রশ্ন – ২৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ওয়াহিদের বাবা একটি দর্পণের দিকে একটি খেলনা গাড়ি দর্পণের নিয়ে আসছেন। তিনি ওয়াহিদকে বললেন দর্পণে খেয়াল করে দেখ গাড়িটি কেমন আস্তে আস্তে বড় দেখাচ্ছে। একটি দূরত্ব পর্যন্ত বাস্তব, বিবর্ধিত এবং তারপর অবাস্তব ও বিবর্ধিত বিশ্ব গঠিত হচ্ছে।

ক. আলো কখন প্রতিফলনের সূত্র মেনে

চলে? ১

খ. অনিয়মিত বা ব্যাপ্ত প্রতিফলনে বিশ্ব

সৃষ্টি হয় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের দর্পণের ৫টি ব্যবহার লেখ।

৩

ঘ. ওয়াহিদের বাবার কথার সত্যতার

সচিত্র বিশ্লেষণ দাও। ৪

করিম তার ভাইয়ের সাথে মোটরসাইকেলে বাড়ি ফেরার পথে 8 cm ব্যাসবিশিষ্ট লুকিং গ্লাসে তাকিয়ে দেখল তার মুখের আকৃতি স্বাভাবিকের চেয়ে ছোট দেখাচ্ছে। পরে বাড়ি ফিরে তার ড্রেসিং টেবিলের আয়নার সামনে দাঁড়িয়ে দেখল তার মুখের আকৃতি ঠিকই আছে।

ক. উল্লিখিত প্রথম দর্পণটি কোন ধরনের? ১

খ. কোনো সমতল দর্পণের সামনে দাঁড়ালে আমাদের ডান হাতটি প্রতিবিশ্বের বাম হাত বলে মনে হয় কেন? ২

গ. মোটর সাইকেলের গ্লাসের ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর এবং প্রতিবিশ্বের প্রকৃতি কেমন হবে তা লেখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত আয়নাগুলোর সৃষ্টি প্রতিবিশ্বের মধ্যে তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

▶◀ ২৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. উল্লিখিত প্রথম দর্পণে প্রতিবিশ্ব ছোট দেখায় বলে এটি একটি উত্তল দর্পণ।

খ. পার্শ্বীয় পরিবর্তন ঘটে বলে কোনো সমতল দর্পণের সামনে দাঁড়ালে আমাদের ডান হাতকে বাম হাত এবং বাম হাতকে ডান হাত বলে মনে হয়।

সমতল দর্পণে আমাদের শরীরের বিভিন্ন অংশের পার্শ্বীয় পরিবর্তন ঘটে। ফলে আমাদের শরীরের ডান দিকের অংশের সমগ্র প্রতিবিশ্বটি বাম দিকে এবং বাম দিকের অংশের প্রতিবিশ্ব ডান দিকে দেখা যায়।

গ. এখানে, বক্রতার ব্যাসার্ধ, $r = \frac{8}{2} \text{ cm} = 4 \text{ cm}$

ফোকাস দূরত্ব, $f = ?$

আমরা জানি, $f = \frac{r}{2}$

বা, $f = \frac{4 \text{ cm}}{2}$

$\therefore f = 2 \text{ cm}$

যেহেতু দর্পণটি উত্তল সেহেতু প্রতিবিশ্বের প্রকৃতি অসদ ও সোজা।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত আয়নাগুলোতে প্রধানত দুই ধরনের প্রতিবিশ্ব সৃষ্টি হয়।

লুকিং গ্লাস → উত্তল দর্পণ → সদ বিশ্ব

আয়না → অবতল দর্পণ → অসদ বিশ্ব

সদ বিশ্ব ও অসদ বিশ্বের মধ্যে পার্থক্য তুলনা :

সদ বিশ্ব	অসদ বিশ্ব
১. আলোকরশ্মির প্রকৃত মিলন হয়।	১. আলোকরশ্মির প্রকৃত মিলন হয় না।
২. বিশ্ব পর্দায় ফেলা যায়।	২. বিশ্ব পর্দায় ফেলা যায় না।
৩. অবতল দর্পণ ও উত্তল লেন্সে উৎপন্ন হয়।	৩. সব রকম দর্পণ ও লেন্সে উৎপন্ন হয়।
৪. এটি ধন প্রতিবিশ্ব।	৪. এটি ঋণ প্রতিবিশ্ব।
৫. প্রকৃত অস্তিত্ব আছে।	৫. প্রকৃত অস্তিত্ব নেই।

প্রশ্ন – ২৫ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ব্যবহারিক ক্লাসে তিনটি দর্পণ দেখানো হলো। প্রথমটির সামনে আঙুল রাখলে বড় বিশ্ব, দ্বিতীয়টির সামনে আঙুল রাখলে খর্বিত বিশ্ব এবং তৃতীয়টির সামনে আঙুল রাখলে সমান বিশ্ব দেখা যায়।

- ক. সরল পেরিস্কোপ কিরূপ প্রতিফলন ব্যবহার করে তৈরি করা হয়। ১
- খ. দর্পণে লম্বভাবে আপতিত রশ্মি একই পথে ফিরে আসে কেন? ২
- গ. দ্বিতীয় দর্পণের সামনে বস্তু রাখলে কীভাবে অসদ ও খর্বিত বিশ্ব গঠিত হয়, বর্ণনা কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের তিনটি দর্পণের মধ্যে তৃতীয়টির ক্ষেত্রে বস্তু থেকে দর্পণের দূরত্ব, দর্পণ থেকে বিশ্বের দূরত্বের সমান হয়— উক্তিটির পক্ষে যুক্তি দাও।

৪

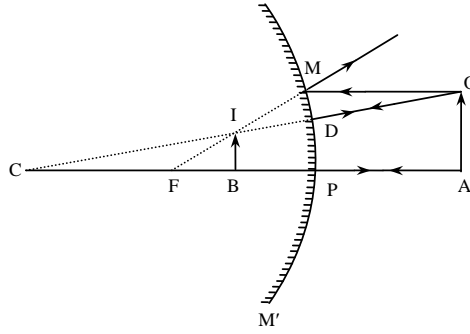
▶◀ ২৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. সরল পেরিস্কোপ আলোর ক্রমিক প্রতিফলন ব্যবহার করে তৈরি করা হয়।

খ. দর্পণে কোনো আলোকরশ্মি লম্বভাবে আপতিত হলে আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সরলরেখায় থাকে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে আপতন কোণ শূন্য। একই সাথে প্রতিফলন কোণও শূন্য হওয়ায় আলোকরশ্মি অভিলম্ব বরাবর অর্থাৎ আপতিত রশ্মির দিকে ফিরে আসে।

গ. উদ্দীপকে দ্বিতীয় দর্পণটি হচ্ছে উত্তল দর্পণ।

অসদ ও খর্বিত বিম্ব গঠন : চিত্রে MPM' একটি উত্তল দর্পণ। C এর বক্রতার কেন্দ্র, F প্রধান ফোকাস এবং P দর্পণের মেরু। AO লক্ষ্যবস্তু 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।



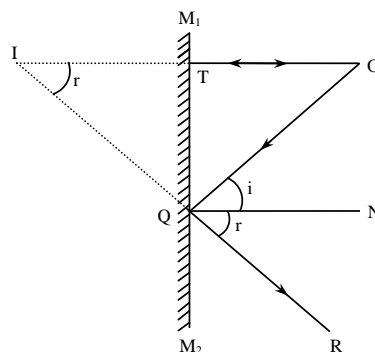
অপর একটি রশ্মি OD দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র বরাবর লম্বভাবে আপতিত হয়ে একই পথে প্রতিফলিত হয়। এখন এই অপসারী প্রতিফলিত রশ্মি দুটিকে পিছনের দিকে বাড়িয়ে দিলে এরা I বিন্দুতে ছেদ করে এবং I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। সুতরাং I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। এখন I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর BI লম্ব আঁকলে BI হবে AO এর অসদ প্রতিবিম্ব যা আকারে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট অর্থাৎ খর্বিত।

ঘ. উদ্দীপকের ৩য় দর্পণটি হচ্ছে সমতল দর্পণ।

মনে করি, M_1M_2 সমতল দর্পণের সামনে O বিন্দুতে একটি লক্ষ্যবস্তু অবস্থিত। O থেকে OT রশ্মি অভিলম্বভাবে দর্পণে আপতিত হয় এবং TO পথে ফিরে আসে। OQ রশ্মি দর্পণে তির্যকভাবে আপতিত হয় এবং QR পথে প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত TO এবং QR পিছনের দিকে বর্ধিত করলে এরা I বিন্দুতে মিলিত হয়।

অতএব, I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।

Q বিন্দুতে QN অভিলম্ব আঁকা হলো।



চিত্রে, TO এবং QN সমান্তরাল OQ ছেদক।

$$\therefore \angle TOQ = \angle OQN = i \dots\dots\dots (i)$$

আবার, OI এবং QN সমান্তরাল, RQI ছেদক।

$$\therefore \angle TIQ = \angle NQR = r \dots\dots\dots (ii)$$

আমরা জানি, $i = r$

\therefore (i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$\angle TOQ = \angle TIQ$$

এখন,

ΔQOT এবং ΔQIT এর মধ্যে,

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

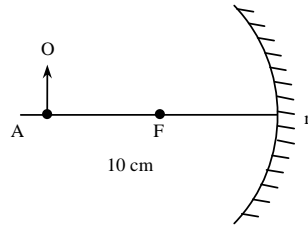
এবং $\angle QTO = \angle QTI = 90^\circ$

সুতরাং ত্রিভুজদ্বয় সর্বসম

$$\therefore TO = TI$$

অর্থাৎ বস্তু থেকে দর্পণের দূরত্ব দর্পণ থেকে বিম্বের দূরত্বের সমান হয়— উক্তিটি যথার্থ।

প্রশ্ন – ২৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. সমতল দর্পণে প্রতিবিম্বের আকার ও লক্ষ্যবস্তুর আকারের মধ্যে সম্পর্ক কেমন হবে? ১
- খ. সমতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর। ২
- গ. প্রদর্শিত দর্পণটির ফোকাস দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. দর্পণটি উত্তল হলে কিরূপ প্রতিবিম্বের সৃষ্টি হবে— চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

▶◀ ২৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. সমতল দর্পণে প্রতিবিম্বের আকার লক্ষ্যবস্তুর আকারের সমান হবে।

খ. সমতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য নিম্নরূপ :

- প্রতিবিম্বের দর্পণ থেকে বস্তুর দূরত্ব যত, দর্পণ থেকে প্রতিবিম্বের দূরত্বও তত।
- প্রতিবিম্বের আকার লক্ষ্যবস্তুর আকারের সমান।
- প্রতিবিম্ব অবাস্তব এবং সোজা।

গ. প্রদর্শিত দর্পণটি একটি অবতল দর্পণ।

দর্পণ হতে দেখা যায়, বক্রতার ব্যাসার্ধ $PC = r = 10 \text{ cm}$,

ফোকাস দূরত্ব $PF = f = ?$

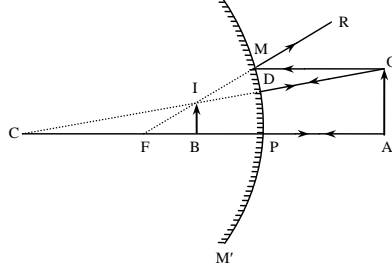
অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি, $f = \frac{r}{2} = \frac{10}{2} \text{ cm} = 5 \text{ cm}$

\therefore অতএব, দর্পণের ফোকাস দূরত্ব 5 cm

ঘ. দর্পণটি উত্তল হলে প্রদর্শিত চিত্রটি হবে নিম্নরূপ—

ধরি, MM' একটি উত্তল দর্পণ। P দর্পণের মেরু, F প্রধান ফোকাস, C বক্রতার কেন্দ্র এবং AO লক্ষ্যবস্তু দর্পণ হতে 10 cm দূরে অবস্থান করছে। AO লক্ষ্যবস্তুটি দর্পণের সামনে প্রধান অক্ষের উপর লম্বভাবে অবস্থিত। O বিন্দু হতে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল OM রশ্মি দর্পণে আপতিত হয়। প্রতিফলনের পর MR রশ্মিটি দর্পণের প্রধান ফোকাস F হতে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়।



অপর একটি রশ্মি OD দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র বরাবর লম্বভাবে আপতিত হয়ে একই পথে প্রতিফলিত হয়। এখন এ অপসারী প্রতিফলিত রশ্মি দুটিকে পেছনের দিকে বাড়িয়ে দিলে এরা I বিন্দুতে ছেদ করে এবং I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। সুতরাং I বিন্দুই হলো O বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। এখন I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর IB লম্ব অঙ্কন করা হলো। এ IB-ই হলো AO -এর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। এ প্রতিবিম্ব দর্পণের পিছনে গঠিত হয় এবং তা অবাস্তব, সোজা ও আকারে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট হয়।

প্রশ্ন – ২৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একজন মোটর গাড়ির ড্রাইভার তার গাড়িতে ব্যাক মিরর হিসেবে একটি সমতল দর্পণ ব্যবহার করেছিলেন। এতে তার গাড়ি চালাতে প্রায়ই সমস্যা হচ্ছিল। কারণ, সে গাড়ির পেছনের সিগন্যাল বুঝতে পারছিল না। রাতে তার গাড়ির হেডলাইটের আলো 3 m দূরে তীব্র আলো ফেলছিল বলে সে দূরের জিনিস ঠিকমতো দেখতে পারছিল না।

ক. দর্পণের মেরু কাকে বলে? ১

খ. বাস্তব ও অবাস্তব বিশ্বের পার্থক্য লেখ।

২

গ. হেড লাইটের বক্রতার ব্যাসার্ধ

?

কত? ৩

ঘ. ব্যাক মিরর পরিবর্তন করার ফলে তার

সমস্যার সমাধান হলো— রশ্মি চিত্রের

মাধ্যমে বিশ্লেষণ কর।

৪

▶◀ ২৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. গোলায় দর্পণে প্রতিফলক তলের মধ্যবিন্দুকে দর্পণের মেরু বলে।

খ. বাস্তব ও অবাস্তব বিশ্বের পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হলো :

বাস্তব বিশ্ব	অবাস্তব বিশ্ব
১. কোনো বিন্দু হতে নিঃসৃত আলোকরশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত	১. কোনো বিন্দু হতে নিঃসৃত আলোকরশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে

হলে বাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।	বলে মনে হলে অবাস্তব প্রতিবিম্ব গঠিত হয়।
২. বাস্তব প্রতিবিম্বের ক্ষেত্রে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত রশ্মির প্রকৃত মিলন হয়।	২. অবাস্তব প্রতিবিম্বের ক্ষেত্রে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত রশ্মির প্রকৃত মিলন হয় না।

গ. উদ্দীপক অনুসারে, গাড়ির হেডলাইট 3 m দূরে তীব্র আলো ফেলেছিল তাই এই দূরত্বই হবে হেডলাইটের ফোকাস দূরত্ব।

$$\therefore \text{ফোকাস দূরত্ব, } f = 3 \text{ m}$$

$$\text{বক্রতার ব্যাসার্ধ, } r = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } f = \frac{r}{2}$$

$$\text{বা, } r = 2f$$

$$\text{বা, } r = 2 \times 3 \text{ m}$$

$$\therefore r = 6 \text{ m}$$

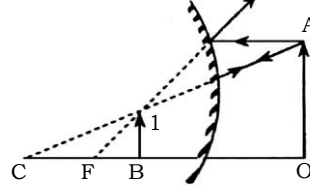
অতএব, হেডলাইটের বক্রতার ব্যাসার্ধ 6 m।

ঘ. গাড়িতে ব্যাক মিররের সমতল দর্পণ পরিবর্তন করে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করার ফলে ড্রাইভারের সমস্যার সমাধান হলো।

নিচে রশ্মি চিত্র সহকারে তা বিশ্লেষণ করা হলো :

গাড়িতে ব্যাক মিররে এমন একটি দর্পণ ব্যবহার করা হয় যাতে পেছনে অবস্থিত যানবাহন বা ব্যক্তির মোটামুটি পুরো অবস্থান বোঝা যায়।

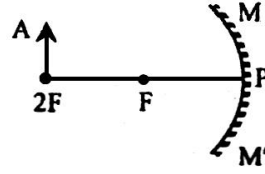
ব্যাক মিররের উত্তল দর্পণে লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে অনেক ছোট বিশ্ব গঠন সম্ভব। তাই ব্যাক মিররে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করা হলে এর মাধ্যমে পেছনে অবস্থিত যানবাহন বা ব্যক্তির অবস্থান সহজে বোঝা যাবে।



চিত্র : উত্তল দর্পণে AO লক্ষ্যবস্তুর খর্বিত আকারের IB বিশ্ব গঠন

ব্যাক মিরর পরিবর্তন করে উত্তল দর্পণ ব্যবহার করায় পেছনের গাড়ি বা পথচারীকে খর্বিত আকারে দর্পণে দেখা সম্ভব হচ্ছিল। ফলে পরবর্তীতে ড্রাইভারের গাড়ি চালাতে আর সমস্যা হচ্ছিল না।

প্রশ্ন-২৮ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. দর্পণের গৌণ অক্ষ কাকে বলে? ১
- খ. আমরা যে সকল বস্তু দেখতে পাই সেগুলো উজ্জ্বল না হয়ে অনুজ্জ্বল হয় কেন? ২
- ?** গ. উদ্দীপকের দর্পণে স্থাপিত বস্তুটির রৈখিক বিবর্ধনের মান কত হবে তা রশ্মি চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের দর্পণে সদ ও অসদ উভয় ধরনের বিশ্ব গঠিত হয় তা রশ্মি চিত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ৪

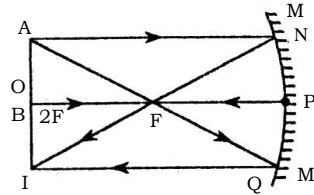
▶◀ ২৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. মেরু বিন্দু ব্যতীত দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠের উপরস্থ যেকোনো বিন্দু ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে অতিক্রমকারী সরলরেখাকে গৌণ অক্ষ বলে।

খ. আমাদের চোখে যে সকল রশ্মি প্রবেশ করে তারা ব্যাণ্ড প্রকৃতির হওয়ায় আমরা যে সকল বস্তু দেখতে পাই সেগুলো উজ্জ্বল না হয়ে অনুজ্জ্বল হয়।

আমাদের চারপাশে যে সকল বস্তু দেখা যায়, তাদের অধিকাংশের পৃষ্ঠই মসৃণ নয়। খালি চোখে দেখা অধিকাংশ পৃষ্ঠ আপাত দৃষ্টিতে মসৃণ মনে হলেও প্রকৃতপক্ষে এ সকল পৃষ্ঠ মসৃণ নয়। ফলশ্রুতিতে আমাদের চোখে যে সকল প্রতিফলিত রশ্মি প্রবেশ করে তারা ব্যাণ্ড প্রকৃতির।

গ. MM' অবতল দর্পণের সামনে 2F দূরত্বে অর্থাৎ এর বক্রতার কেন্দ্রে অবস্থিত OA একটি বস্তু। A হতে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল AN রশ্মি দর্পণের N বিন্দুতে আপতিত হয়ে NF পথে চলে যায়। অপর রশ্মি AFQ দর্পণের Q বিন্দুতে আপতিত হয়ে প্রতিফলিত হয় এবং QI পথে চলে যায়। প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় I বিন্দুতে মিলিত হয়। I থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB হলো AO এর বিম্ব যা লক্ষ্যবস্তুর সমান।

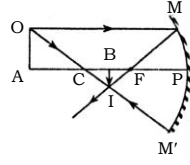


$$\begin{aligned} \therefore \text{রৈখিক বিবর্ধন} &= \frac{IB}{AO} \\ &= \frac{AO}{AO} [\because IB = AO] \\ &= 1 \end{aligned}$$

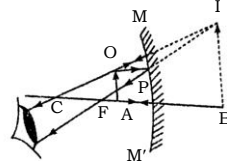
অতএব, বস্তুটির বিবর্ধনের মান 1 হবে।

ঘ. উদ্দীপকের অবতল দর্পণে সদ ও অসদ বিম্ব গঠন নিচে ব্যাখ্যা করা হলো—

সদ বিম্ব গঠন : 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 সেটি একই পথে ফিরে যায়। প্রতিফলনের অপর রশ্মি দুটি I বিন্দুতে প্রকৃতপক্ষে মিলিত হয়। সুতরাং I হলো O বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব। A থেকে প্রধান অক্ষ বরাবর আপতিত রশ্মি ঐ পথেই ফিরে যায়। ফলে A এর প্রতিবিম্ব ঐ রেখার উপরই হবে। I থেকে প্রধান অক্ষের উপর IB লম্ব অঙ্কন করি। BI-ই হলো লক্ষ্যবস্তু OA এর সদ প্রতিবিম্ব [চিত্র ক]।



চিত্র-ক



চিত্র-খ

অসদ বিম্ব গঠন : চিত্রে [খ] লক্ষ্যবস্তু প্রধান ফোকাস ও 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 একই পথে ফিরে যায়। প্রতিফলনের পর রশ্মি দুটি অপসারী রশ্মিতে পরিণত হয়। রশ্মি দুটিকে পিছনের দিকে বাড়ালে এরা I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়। অর্থাৎ I বিন্দুই হলো B বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব। I বিন্দু থেকে প্রধান অক্ষের উপর অঙ্কিত IB লম্ব টানা হলো। সুতরাং BI হলো বস্তুর অসদ প্রতিবিম্ব।