UICKY
LEARN

CamScanner

অষ্টম অধ্যায়
আলোর প্রতিফলন
Reflection of Light

Main Topic:

- আলোর প্রকৃতি (Nature of Light)
  - তাড়িৎচৌম্বকীয় বর্ণালি
  - আলোর বিভিন্ন তত্ত্ব
  - আলোক রশ্মি
  - আলোর ধর্ম
- প্রতিফলন (Reflection)
- আয়না অথবা দর্পণ (Mirror)
  - সমতল দর্পণ
  - গোলীয় দর্পণ (উত্তল ও অবতল)
- Rule of six
- প্রতিবিম্ব - Image

আলোর প্রকৃতি (Nature of Light)

আলো: আলো এক প্রকার শক্তি বা বাহ্যিক কারণ যা চোখে প্রবেশ করে দর্শনের অনুভূতি জন্মায়।

বৈশিষ্ট্য:
- আলো বস্তুকে দৃশ্যমান করলেও নিজে অদৃশ্য
- আলো এক প্রকার বিদ্যুৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ। ভিন্ন ভিন্ন আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য আলাদা হয়।
- দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য পাল্লা (3.80 - 7.80) × 10^{-7} m বা (400 - 700) nm
- শূন্যস্থানে আলোর বেগ → $3 \times 10^8\ ms^{-1}$
- আলো উৎপন্ন হয় → অগ্নিশিখা বা ভাস্বর বস্তু থেকে।

তাড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালি (Electromagnetic Spectum):
তাড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণে অন্তর্ভুক্ত রয়েছে দৃশ্যমান আলো, অবলোহিত বিকিরণ, বেতার তরঙ্গ, অতিবেগুনি বিকিরণ, এক্স রে এবং গামা রশ্মি।

বিকিরণ যে বর্ণালির সৃষ্টি করে তাকে তাড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালি বলে।

দৃশ্যমান আলো: দৃশ্যমান আলো বিকিরণের একটি ক্ষুদ্র পটি বা ব্যান্ড (band); যার মধ্যে রয়েছে লাল থেকে বেগুনি আলো। এটি মানব চক্ষু, ফটোগ্রাফিক ফিল্ম ও ফটোইলেকট্রিক সেল দ্বারা উদ্ঘাটিত হয়।

বেতার তরঙ্গ: তাড়িত চৌম্বকীয় বিকিরণের মধ্যে যাদের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পাল্লা $(10^{-2} - 5\times10^{-4})m$ তাদের বলা হয় বেতার তরঙ্গ।

- উৎপাদিত হয় তড়িৎ স্পন্দনের মাধ্যমে।

অ্যানটেনা দ্বারা বিকীর্ণ হয় যে তড়িৎশক্তি শূন্যস্থানে তড়িৎচৌম্বকীয় তরঙ্গ হিসেবে থাকে তাকে বলা হয় বেতার তরঙ্গ।

অতি বেগুনি বিকিরণ: এর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাল্লা $(5\times10^{-7} - 5\times10^{-9})$ m। যার উৎপত্তি কার্বন-আর্ক-ল্যাম্প, উত্তপ্ত বস্তু ও সূর্য থেকে। উদঘাটন করা হয় ফটোগ্রাফিক প্লেট ও প্রতিপ্রভা থেকে।

প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র মেনে চলে।

এক্স-রে: তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাল্লা 5×10^{-8} m থেকে 5×10^{-15} m

গামা-রে: তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাল্লা 5×10^{-11} m থেকে 5×10^{-15} m।

CamScanner

তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাল্লা:

$[3.80 - 4.25 - 4.45 - 5.00 - 5.75 - 5.85 - 6.20 - 7.80] \times 10^{-7}$ m

- বেগুনী: 3.80 – 4.25
- নীল: 4.25 – 4.45
- আসমানি: 4.45 – 5.00
- সবুজ: 5.00 – 5.75
- হলুদ: 5.75 – 5.85
- কমলা: 5.85 – 6.20
- লাল: 6.20 – 7.80

মনে রাখার উপায়:

বেনীআসহকলা
VIBGYOR

সূর্যের আলোর বর্ণালীতে রয়েছে ৭ টি রং

অবলোহিত বিকিরণ:

- একটি বিকিরণ ব্যান্ড; যার পাল্লা। $(10^{-6} - 10^{-8})$ m
- উৎপত্তি: উত্তপ্ত বস্তু থেকে। যেমন সূর্য, তড়িৎ শিখা ও তড়িৎ চুল্লি।
- প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র মেনে চলে।
- ব্যতিচার ও অপবর্তন ঘটে।
- কোনো বস্তুতে পতিত হলে বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।
- বেগ: আলোর বেগ
- ব্যবহার:
  - সৌরচুল্লি ও সৌর হিটার
  - আবহাওয়ার পূর্বাভাস দিতে।
  - কুয়াশার মধ্যে ছবি তুলতে
  - ফসলকে সুরক্ষা করতে
  - চিকিৎসা ক্ষেত্রে

CamScanner

তরঙ্গ পট্ট	তরঙ্গদৈর্ঘ্য পাল্লা	নিঃসরণকারী উৎস	নিঃসরণের কারণ	বৈজ্ঞানিক প্রয়োগ/ব্যবহার
বেতার তরঙ্গ	1×10^{-4} m থেকে 5×10^{4} m	(i) অ্যান্টেনার মধ্যে দোলায়িত তড়িৎ আধান (ii) স্পন্দিত তড়িৎ বর্তনী	(i) উচ্চ কম্পাঙ্কের স্পন্দিত তড়িৎ প্রবাহ (ii) ইলেকট্রনের খুবই ক্ষুদ্র পরিমাণ শক্তির পরিবর্তন	বিভিন্ন ধরনের বেতার যোগাযোগ ব্যবস্থায়। অর্থাৎ, দূরবর্তী স্থানে স্পন্দিত ছবি প্রেরণে।
মাইক্রো ওয়েভ তরঙ্গ	1×10^{-1} থেকে 1×10^{-3} m	(i) ক্লাইস্ট্রন এবং ম্যাগনেট্রন নামে বিশেষ ধরনের বাল্ব। (ii) মেসার, যার অর্থ বিকিরণে উদ্দীপিত নিঃসরণ দ্বারা মাইক্রোওয়েভ বিবর্ধন।	স্থায়ী তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক দ্বিপরমাণুর ঘূর্ণনের ফলে মাইক্রোওয়েভ বর্ণালির উৎপত্তি হয়।	(i) রাডার যন্ত্রে (ii) নৌ ও বিমান চালনায় (iii) শিল্পকারখানায় (iv) রান্নার কাজে (v) খাবার গরম করায় (vi) রেডিও যোগাযোগ ব্যবস্থায়
অবলোহিত রশ্মি	1×10^{-3} m থেকে 7×10^{-7} m	(i) উত্তপ্ত বস্তু (ii) IR ল্যাম্প নামক বিশেষ ধরনের বাতি থেকে। (iii) সূর্যরশ্মি	(i) ইলেকট্রনের ক্ষুদ্র পরিমাণ শক্তির পরিবর্তন। (ii) স্থায়ী তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক সম্পন্ন ত্রি পরমাণুর কম্পন।	(i) চিকিৎসাক্ষেত্রে (ii) জ্যোতির্বিদ্যায় (iii) শিল্পকারখানায় (iv) অন্ধকারে দেখা ও ছবি তোলার জন্য।

তরঙ্গাপটি	তরঙ্গদৈর্ঘ্য পাল্লা	নিঃসরণকারী উৎস	নিঃসরণের কারণ	বৈজ্ঞানিক প্রয়োগ/ব্যবহার
দৃশ্যমান আলো	7×10^{-7} m থেকে 4×10^{-7} m	(i) বাতি (ii) অগ্নিশিখা (iii) লেসার (iv) ভাস্বর বস্তু (v) সূর্যরশ্মি	(i) ইলেকট্রনের উত্তেজিত অবস্থান হতে স্থায়ী অবস্থানে ফিরে আসার সময় নির্গত বিকিরণ থেকে।	(i) উদ্ভিদের আলোকসংশ্লেষণে। (ii) চোখ ও ফটোগ্রাফিক প্লেটে।
অতিবেগুনি রশ্মি	5×10^{-7} m থেকে 5×10^{-9} m	(i) খুবই উত্তপ্ত বস্তু (ii) সূর্যরশ্মি	(i) ইলেকট্রনের বিভিন্ন স্তরের মধ্যে উচ্চ শক্তির পরিবর্তন।	(i) আয়নায়ন ঘটানোর কাজ তথা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় (ii) প্রতিপ্রভা সৃষ্টিতে (iii) ভিটামিন D তৈরিতে (iv) অণুবীক্ষণ যন্ত্রে
এক্স-রে	5×10^{-8} m থেকে 5×10^{-11} m	এক্স-রে টিউব	(i) এক্স-রে টিউবে উচ্চ গতির ইলেকট্রনকে আঘাত সৃষ্টির মাধ্যমে। (ii) ভারী মৌলের পরমাণুর গভীরে অবস্থিত e- উত্তেজনার দ্বারা সৃষ্টি হয়।	(i) চিকিৎসা ক্ষেত্রে (ii) গবেষণাকাজে (iii) শিল্প কারখানায় (iv) নিরাপত্তার কাজে (v) চোরাচালান নিরোধে

CamScanner

তরঙ্গদৈর্ঘ্য পট্টি: গামা রশ্মি

তরঙ্গদৈর্ঘ্য পাল্লা: 5×10^{-11} m থেকে 5×10^{-15} m

নিঃসরণকারী উৎস: (i) তেজস্ক্রিয় বস্তু হতে

(ii) নিউক্লিয় ফিশন ও ফিউশন বিক্রিয়া

(iii) মৌলিক কণার মিথস্ক্রিয়ায়

নিঃসরণের কারণ: (i) পরমাণুর নিউক্লিয়াস উত্তেজিত হয়ে উচ্চ শক্তিস্তরে স্থানান্তর এর ফলে।

(ii) পরমাণুর বিশ্লেষণের সময়

(iii) সূর্যের মধ্যে ফিউশন বিক্রিয়ার কারণে।

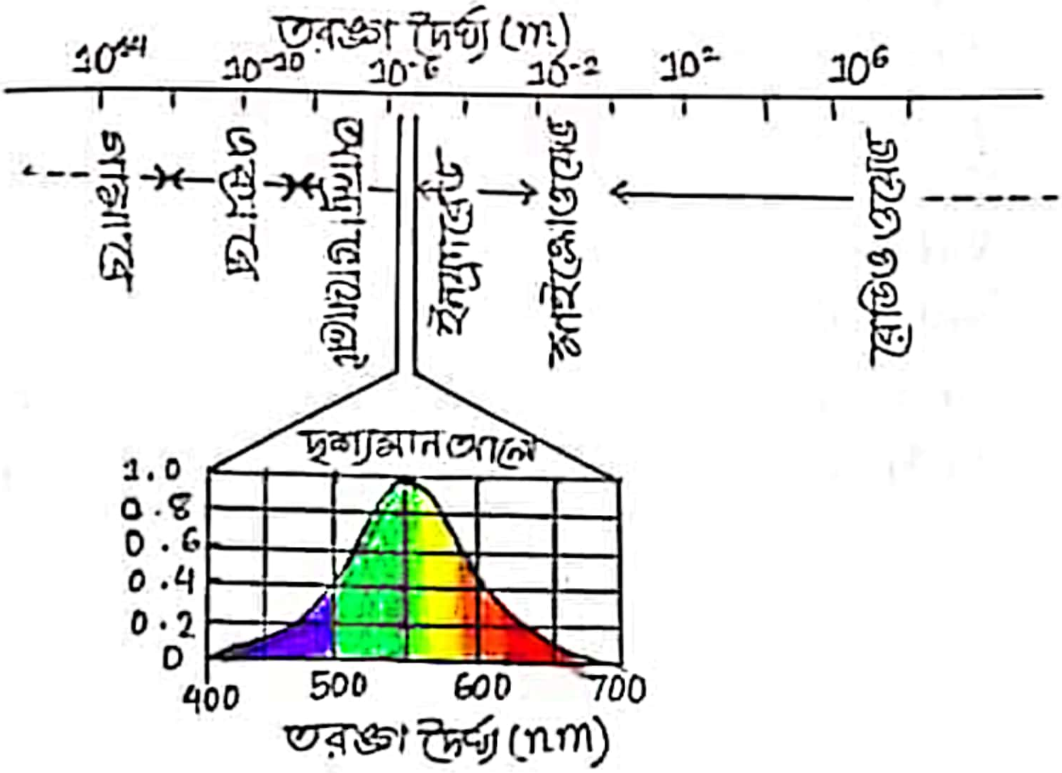
বৈজ্ঞানিক প্রয়োগ/ব্যবহার:

(i) চিকিৎসাক্ষেত্রে রোগ নির্ণয়ে।

(ii) গবেষণাক্ষেত্রে

(iii) ধাতব পদার্থের খুঁত নির্ণয়ে।

(iv) মানবদেহে ক্যান্সার আক্রান্ত সেলকে ধ্বংস করতে।



■ আলোর বিভিন্ন তত্ত্ব (Different Theories of Light): দীপ্তমান বস্তু থেকে আলো যেভাবে চোখে আসে তা ব্যাখ্যার জন্য বিজ্ঞানীরা এ পর্যন্ত চারটি তত্ত্ব প্রদান করেছেন। যথা:-

- কণাতত্ত্ব – Corpuscular theory
- তরঙ্গতত্ত্ব – Wave theory
- তাড়িত চৌম্বক তত্ত্ব – Electromagnetic theory
- কোয়ান্টাম তত্ত্ব – Quantum theory

কণাতত্ত্ব:

প্রবর্তক → স্যার আইজ্যাক নিউটন

প্রবর্তন সাল → ১৬৭২

⇒ কোনো উজ্জ্বল বস্তু থেকে অনবরত ঝাঁক ঝাঁক অতি ক্ষুদ্র কণা নির্গত হয়। এ কণাগুলোর প্রচণ্ড বেগে সরল রেখা বরাবর চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে এবং যখন চোখে গিয়ে আঘাত করে তখন ঐ বস্তু সম্পর্কে দর্শনানুভূতি হয়।

কণাগুলোর আকৃতিভেদে বিভিন্ন বর্ণের সৃষ্টি হয়।

তরঙ্গতত্ত্ব:

প্রবর্তক → হাইগেন

প্রবর্তন সাল → ১৬৭৮

⇒ ইথার নামক এক অলীক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে তরঙ্গ আকারে সঞ্চারিত হয়ে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় যায় এবং চোখে পৌঁছালে দর্শনানুভূতি সৃষ্টি করে।

⇒ মাইকেলসন ও মোরালির পরীক্ষায় প্রতিষ্ঠিত হয় যে প্রকৃতিতে ইথার নামক কোনো বস্তুর অস্তিত্ব নেই।

CamScanner

তড়িৎ চুম্বকীয়তত্ত্ব:
প্রবর্তক → ম্যাক্সওয়েল
প্রবর্তন সাল → ১৮৬৪

⇒ যখন গতিশীল চৌম্বক ও তড়িৎ ক্ষেত্রের দ্রুত পর্যায়বৃত্ত পরিবর্তন ঘটে দৃশ্য ও অদৃশ্য বিকিরনের উদ্ভব হয় যা তরঙ্গ আকারে $3\times10^8\ ms^{-1}$ বেগে চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে।

শূন্যস্থান দিয়ে আলোর দ্রুতগতিতে গতিশীল তড়িৎ এবং চৌম্বক আলোড়ন, যাতে তড়িৎ ও চৌম্বকক্ষেত্রে পরস্পর লম্ব এবং এরা উভয়ে তরঙ্গ সঞ্চালন অভিমুখের সাথে লম্ব থাকে, তাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ বলে। এটি হলো আড় বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

তড়িৎ-চুম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য:

- তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ তড়িৎ ক্ষেত্র $\vec{E}$ ও চৌম্বক ক্ষেত্র $\vec{B}$ এর পর্যায়বৃত্ত পরিবর্তনের ফলে উৎপন্ন হয়।
- তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখ $\vec{E}$ ও $\vec{B}$ উভয়ের উপর লম্ব। তাই তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ আড় তরঙ্গ।
- তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গের সঞ্চালনের জন্য কোনো মাধ্যম এর প্রয়োজন হয় না।
- তড়িচ্চুম্বকীয় বিকিরণের তীব্রতা দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক অর্থাৎ, $E \propto \frac{1}{r^2}$
- তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণের জন্য তরঙ্গের বেগ c, দৈর্ঘ্য λ ও কম্পাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক
$$c = \lambda \nu$$
- শূন্য মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ $3\times10^8\ ms^{-1}$।

কোয়ান্টাম তত্ত্ব:

প্রবর্তক → ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক

প্রবর্তন সাল → 1900

→ আলোকশক্তি কোনো উৎস থেকে অবিচ্ছিন্ন তরঙ্গের আকারে না বেরিয়ে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র শক্তি গুচ্ছ বা প্যাকেজ আকারে বের হয়। প্রত্যেক রঙের আলোর জন্য এ শক্তি প্যাকেটের শক্তির একটা সর্বনিম্ন মান আছে।

সর্বনিম্নমানের শক্তিসম্পন্ন কণিকাকে বলা হয় কোয়ান্টাম (Quantum) বা ফোটন (Photon)

আলোক রশ্মি (Ray of Light): কোনো দীপ্তিমান বস্তুর কোনো বিন্দু থেকে আলো যেকোনো দিকে যে ঋজু পথ ধরে চলে, সে পথকেই আলোক রশ্মি বলে।

তীরচিহ্ন আলোকরশ্মির গতির দিক নির্দেশ করে। তীর চিহ্নিত সরলরেখা দ্বারা আলোকরশ্মিকে নির্দেশ করা হয়।

রশ্মিগুচ্ছ: পাশাপাশি কতকগুলো আলোকরশ্মির সমষ্টিকে রশ্মিগুচ্ছ বলে। (Beam of Light)

সমান্তরাল (Parallel): কতকগুলো সমান্তরাল আলোকরশ্মি নিয়ে যে সমান্তরাল গুচ্ছ গঠিত হয় তাকে বলা হয় সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ।

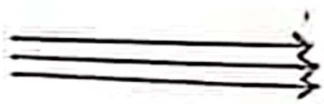


Fig: সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ

অভিসারী (convergent): আলোক রশ্মিগুচ্ছ কোনো একটি বিন্দুতে মিলিত হলে তাকে অভিসারী রশ্মিগুচ্ছ বলে।

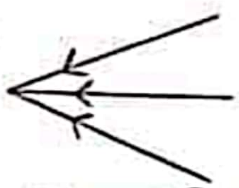


Fig: অভিসারী রশ্মিগুচ্ছ

অপসারী (Divergent): কোনো বিন্দু থেকে উৎপন্ন আলোর রশ্মিগুলো যদি চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে তাকে অপসারী রশ্মিগুচ্ছ বলে।

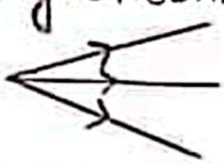


Fig: অপসারী রশ্মিগুচ্ছ

CamScanner

আলোর ধর্ম:

- স্বচ্ছ সমসত্ত্ব মাধ্যমে আলো সরলপথে চলে।
- আলো কখনো তরঙ্গের ন্যায় আবার কখনো কণার ন্যায় আচরণ করে।
- আলোর শোষণ, প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, অপবর্তন, সমবর্তন ও বিচ্ছুরণ বা বিক্ষেপণ ঘটে।

আলোর শোষণ (Light absorption): কোনো বস্তুতে আলো পড়ে তা যদি ফিরে না আসে তাহলে তাকে আলোর শোষণ বলে।

স্টিফেন হকিংস এর তত্ত্বানুসারে,
কৃষ্ণ বস্তুর ক্ষেত্রে আলোর কোন অংশই বিকিরণ বা প্রতিসরণ না হয়ে সম্পূর্ণ অংশই কৃষ্ণ বস্তুর অভ্যন্তরে শোষিত হয়ে যায়, একেই আলোর শোষণ বলে।
এই থিওরিকে হকিং থিওরি বলে।

ব্যতিচার (Interference): দুটি সুসংগত উৎস হতে নিঃসৃত সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গ কোনো মাধ্যমের কোনো একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একই সঙ্গে গমন করলে তরঙ্গ দুইটির উপরিপাতনের ফলে বিন্দুটি কখনো কখনো খুব উজ্জ্বল ও কখনো কখনো অন্ধকার দেখায়। আলোকের এ ঘটনাকে ব্যতিচার বলে।

আবিষ্কারক → টমাস ইয়ং (Thomas Young)
আবিষ্কার সাল → 1801

ব্যতিচার দুই ধরনের। যথা:

গঠনমূলক (constructive) → উজ্জ্বল বিন্দু পাওয়া যায়

ধ্বংসাত্মক (Destructive) → অন্ধকার বিন্দু পাওয়া যায়।

ব্যতিচারের শর্তাবলি:

- আলোর উৎস দুটি সুসংগত হতে হবে।
- উৎস দুটি ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম হতে হবে।
- উৎস দুটি পরস্পরের খুব নিকট হতে হবে।
- তরঙ্গ দুটির বিস্তার সমান বা প্রায় সমান হতে হবে।
- পর্যায়ক্রমিক উজ্জ্বল ও অন্ধকার বিন্দুর জন্য পথ পার্থক্য যথাক্রমে অর্ধতরঙ্গদৈর্ঘ্যের যুগ্ম ও অযুগ্ম গুণিতক হতে হবে।

ব্যতিচারের ~~শর্তাবলি~~ বৈশিষ্ট্য:

→ দুটি সুসংগত উৎস হতে একই মাধ্যমের কোনো বিন্দুতে আলোক তরঙ্গমালার উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়।

→ ব্যতিচার ঝালরে সাধারণত পট্টিগুলোর বেধ সমান হবে।

→ ব্যতিচারে উজ্জ্বল ও অন্ধকার পট্টিগুলোর অন্তর্বর্তী দূরত্বগুলো সমান থাকে।

→ ব্যতিচারে সব উজ্জ্বল পট্টিগুলোর আলোক প্রাবল্য সমান থাকে।

→ ব্যতিচারে অন্ধকার পট্টিতে কোনো আলো থাকে না। এরা সম্পূর্ণ অন্ধকারে থাকে।

অপবর্তন (Diffraction): বস্তুর কিনারা ঘেঁষে আলোকের খানিকটা বেঁকে যাওয়াকে অপবর্তন বলে।

অপবর্তনের শর্তাবলি:

- খাড়া ধারের ক্ষেত্রে,

→ ধার খুব তীক্ষ্ণ হতে হবে এবং এর প্রস্থ আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ এর সমান বা কাছাকাছি হতে হবে।

- সরু ছিদ্রের ক্ষেত্রে

→ ছিদ্র খুবই সরু হতে হবে যাতে এর ব্যাস তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ এর সমান বা কাছাকাছি মানের হতে হবে।

CS CamScanner

ব্যতিচার	অপবর্তন
(i) একই উৎস থেকে নির্গত দুটি সুসঙ্গত তরঙ্গমুখ থেকে প্রাপ্ত তরঙ্গের উপরিপাতন এর ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়।	(i) একই তরঙ্গমুখের বিভিন্ন অংশ থেকে নির্গত গৌণ তরঙ্গসমূহের উপরিপাতন এর ফলে অপবর্তনের সৃষ্টি হয়।
(ii) ব্যতিচারে সৃষ্ট ডোরাগুলোর প্রস্থ সমান হতেও পারে নাও পারে।	(ii) অপবর্তনে সৃষ্ট ডোরাগুলোর প্রস্থ সমান হয় না।
(iii) ব্যতিচারে সৃষ্ট অন্ধকার ডোরাগুলোতে কোনো আলো থাকে না।	(iii) অপবর্তনে সৃষ্ট অন্ধকার ডোরাগুলো কখনো সম্পূর্ণ অন্ধকার হয় না।
(iv) ব্যতিচারের সৃষ্ট সকল উজ্জ্বল ডোরার তীব্রতা তথা উজ্জ্বলতা সমান হয়।	(iv) অপবর্তনে সৃষ্ট সকল উজ্জ্বল ডোরার তীব্রতা সমান হয় না।

সমবর্তন (Polarization): কোনো তরঙ্গের কম্পনের ওপর যদি এমন শর্ত আরোপ করা হয় যে কম্পন কেবল একটা নির্দিষ্ট দিকে বা তলেই সীমাবদ্ধ থাকে তবে সেই প্রক্রিয়াকে সমবর্তন বা পোলারায়ন বলে।

CS CamScanner

প্রতিফলন সম্পর্কিত সংজ্ঞা - A few Definition

* আপতিত রশ্মি (Incident ray): যে রশ্মি প্রতিফলকের উপর এসে পড়ে তাকে আপাতিত রশ্মি বলে।

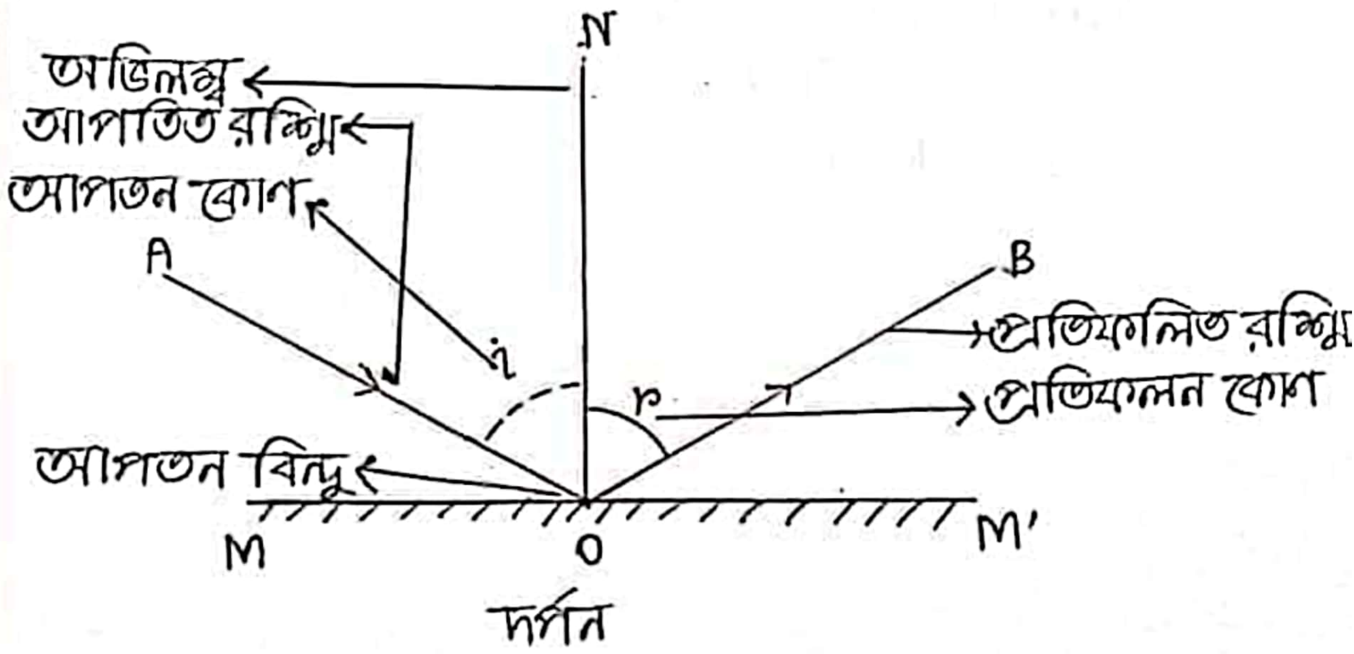
* আপতন বিন্দু (Point of incidence): আপাতিত রশ্মি প্রতিফলকের উপর যে বিন্দুতে এসে পড়ে তাকে আপতন বিন্দু বলে।

* অভিলম্ব (Normal): আপাতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত লম্বকে অভিলম্ব বলে।

* আপতন কোণ (Angle of incidence): আপাতিত রশ্মি এবং অভিলম্বের মধ্যবর্তী কোণকে আপাতন কোণ বলে। আপাতন কোণকে i দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

* প্রতিফলিত রশ্মি (Reflected ray): প্রতিফলকে বাধা পেয়ে যে রশ্মি আগের মাধ্যমে ফিরে আসে তাকে প্রতিফলিত রশ্মি বলে।

* প্রতিফলন কোণ (Angel of reflection): প্রতিফলিত রশ্মি অভিলম্বের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে প্রতিফলন কোণ বলা হয়।

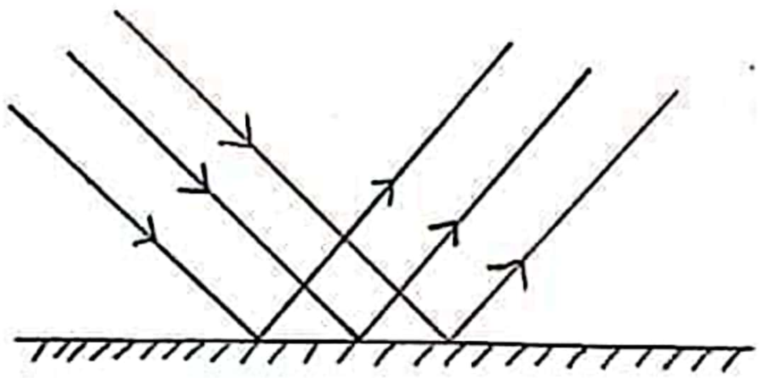


আলোর প্রতিফলন - Reflection of Light

প্রতিফলন: আলোকরশ্মি যখন এক মাধ্যমে চলতে চলতে অন্য এক মাধ্যমের কোনো তলে আপতিত হয় তখন দুই মাধ্যমের বিভেদ তল হতে কিছু পরিমাণ আলো আবার প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। এ ঘটনাকে আলোর প্রতিফলন বলে।

প্রতিফলন
- নিয়মিত
- ব্যাপ্ত

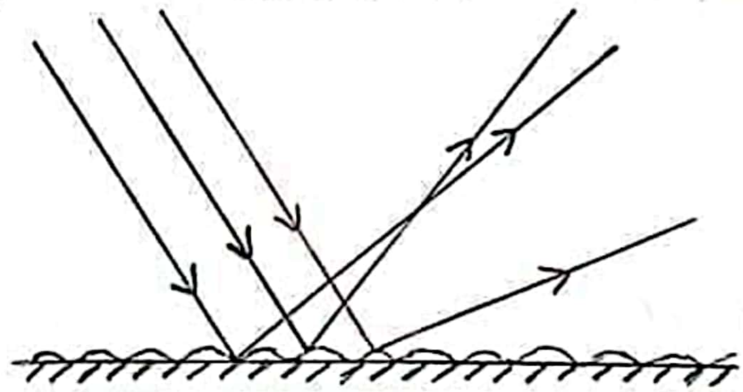
• নিয়মিত প্রতিফলন: যদি একগুচ্ছ সমান্তরাল আলোকরশ্মি কোনো মসৃণ তলে আপতিত হয়ে প্রতিফলনের পর সমান্তরাল থাকে বা অভিসারী বা অপসারী গুচ্ছে পরিণত হয় তবে এ ধরণের প্রতিফলনকে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন বলে।



নিয়মিত প্রতিফলন

CamScanner

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



ব্যাপ্ত প্রতিফলন।

আলোর প্রতিফলনের সূত্র :

প্রথম সূত্র : আপাতন রশ্মি এবং লম্ব দিয়ে আমরা যে সমতলটি কল্পনা করে নিয়েছিলাম প্রতিফলিত রশ্মিটি সেই সমতলে থাকবে।

অথবা,

আপাতিত রশ্মি, আপাতন বিন্দুতে প্রতিফলকের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব এবং প্রতিফলিত রশ্মি একই সমতলে থাকে।

দ্বিতীয় সূত্র : প্রতিফলন কোণটি হবে আপাতন কোণের সমান। অর্থাৎ, $\angle i = \angle r$

আলোর প্রতিফলনের নির্ভরশীলতা:
- আপতন কোণের উপর
- প্রতিফলক পৃষ্ঠের প্রকৃতির উপর

সিনেমার পর্দা সাদা ও অমসৃণ হওয়ার কারণ-
- সাদা রং হওয়ায় সম্পূর্ণ আলো প্রতিফলিত হয়। কোনো আলোই শোষিত হয় না।
- অমসৃণতার কারণে আলোর ব্যাপ্ত প্রতিফলনের মাধ্যমে সকল অংশে উপস্থিত দর্শক প্রদর্শিত ছবি ভালোভাবে দেখতে পায়।

বস্তু রঙিন দেখানোর কারণ:- আলোর প্রতিফলন ও শোষণ.

আপতিত আলোকরশ্মি → অন্যান্য রং + বস্তুর রং

অন্যান্য রং ↓ শোষণ

বস্তুর রং ↓ চোখে প্রতিফলিত হয় ↓ মস্তিষ্কে রঙিন বস্তুর অনুভূতি

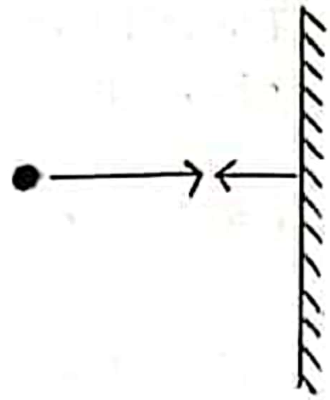
দর্পন - Mirror

দর্পন: যে মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে দর্পন বলে।

দর্পন
- সমতল (Plane)
- গোলীয় (Spherical)
  - উত্তল
  - অবতল

সমতল দর্পন: কোনো সমতল পৃষ্ঠ যদি মসৃণ এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে সমতল দর্পন বলে।

সমতল দর্পনের শর্তাবলি:



• আলোকরশ্মি লম্বভাবে আপাতিত হলে অভিলম্ব বরাবরই প্রতিফলিত হবে।

• আলোক রশ্মি যে কোণে আপতিত হবে ঐ কোণেই প্রতিফলিত হবে।

সমতল দর্পনের প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য:

* দর্পন থেকে বস্তু ও বিম্বের দূরত্ব সমান। বিবর্ধন, $m=1$
* বিম্ব সোজা ও অসদ বা অবাস্তব হয়।
* বিম্বের আকার বস্তুর আকারের সমান।
* বিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন ঘটে। অর্থাৎ প্রতিবিম্বের বাম ও ডান পাশ বিনিময় করছে বলে মনে হয়।
* বস্তু ও বিম্বে যে সরলরেখায় অবস্থিত সেটি দর্পনকে লম্বভাবে ছেদ করে।

সমতল দর্পন চেনার উপায়: প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা।

সমতল দর্পনের ব্যবহার:

চেহারা দেখার জন্য ব্যবহারকৃত আয়না।
সরল পেরিস্কোপ তৈরিতে ও পাহাড়ি রাস্তার বাঁকে।

CamScanner

■ প্রমাণ কর যে,

সমতল দর্পণে সৃষ্ট বিম্ব ও বস্তু দর্পণের সাথে যে ত্রিভুজদ্বয়ের উৎপত্তি হয় তারা পরস্পর সর্বসম।

⇒ প্রমাণ করতে হবে যে,

$\Delta OTP \cong \Delta ITP$

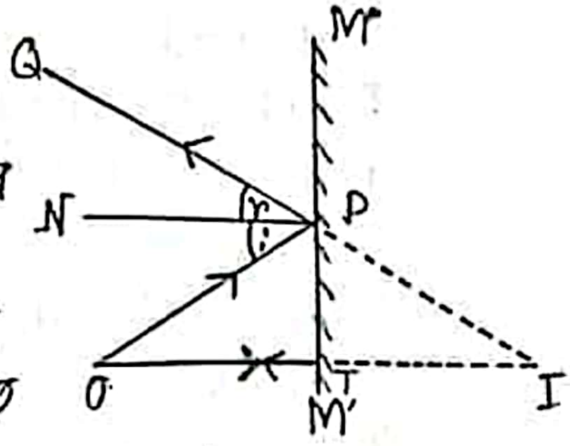


Fig: বিন্দু লক্ষ্যবস্তু (Point object)

চিত্রে, MM' একটি সমতল দর্পণ; যার সামনে O একটি লক্ষ্যবস্তু।

O থেকে OT রশ্মি দর্পণে অভিলম্বভাবে আপতিত হয়ে OT পথেই প্রতিফলিত হয়।

O থেকে OP রশ্মি প্রতিফলিত হয়ে PQ পথেই প্রতিফলিত হয়। এর অভিলম্ব PN

প্রতিফলিত বিন্দুদ্বয় I বিন্দু থেকে আসছে বলে মনে হয়।

সুতরাং I হচ্ছে O এর অসদ বিম্ব।

প্রমাণ:

OT || PN হওয়ায়,

$\angle NPO = \angle TOP = \angle i \ldots (i)$

OI || PN এবং QPI সরলরেখা এদের ছেদক

$\angle QPN = \angle PIT = \angle r \ldots (ii)$

এখন, আপতন কোণ = প্রতিফলন কোণ

$\Rightarrow \angle i = \angle r$

সুতরাং, ΔOTP ও ΔITP এর মধ্যে,

$\angle OTP = \angle ITP$ [উভয়েই $90°$]

$\angle POT = \angle PIT$ [সাধারণ বাহু PT]

$\angle i = \angle r$

∴ ত্রিভুজদ্বয় সর্বসম। □

CS CamScanner

■ প্রমাণ কর যে, সমতল দর্পণে গঠিত প্রতিবিম্ব সোজা হয় এবং প্রতিবিম্বের আকার লক্ষ্যবস্তুর সমান হয়।

➡ কোনো বিস্তৃত বস্তুকে অসংখ্য বিন্দু বস্তুর সমষ্টি বলে মনে করা হয়। প্রত্যেক বিন্দু এর জন্যই দর্পণের পিছনে অসদ বিম্ব গঠিত হয়।

চিত্রে,

বস্তু OA এবং প্রতিবিম্ব IB।

MM' সমতল দর্পণের উপর O ও A থেকে দুটি লম্ব টানা হলো।

ধরি, লম্বদ্বয় MM' কে যথাক্রমে R ও L বিন্দুতে ছেদ করল।

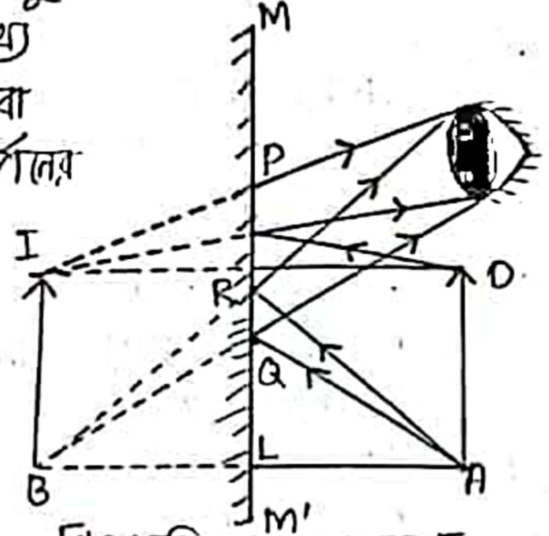


Fig: বিস্তৃত লক্ষ্যবস্তু
Extended Object

এখন OR ও AL কে যথাক্রমে I ও B পর্যন্ত এমনভাবে বাড়ানো হলো যেন, OR = IR এবং AL = BL হয়।

IB যোগ করা হলো।

তাহলে IB হলো MM' দর্পণে গঠিত OA বস্তুর অসদ বিম্ব।

চিত্রানুসারে,

OA বস্তুর দৈর্ঘ্য = IB বিম্বের দৈর্ঘ্য

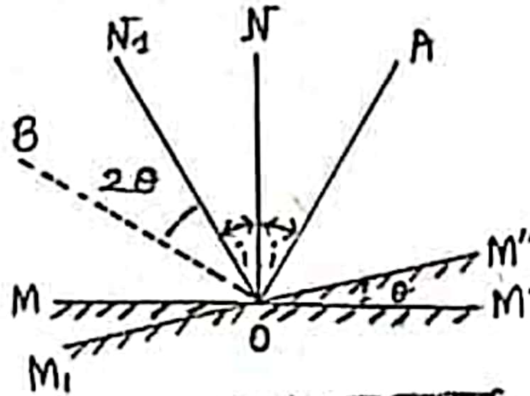
OA বস্তুর আকার ও আকৃতি = IB বিম্বের আকার ও আকৃতি

সুতরাং, পার্শ্ব পরিবর্তন ব্যতীত OA বস্তু ও IB বিম্বের কোনো ভিন্নতা নেই।

□

প্রমাণ কর যে,
সমতল দর্পনকে যে কোণে ঘুরানো হয় প্রতিফলিত রশ্মি তার দ্বিগুণ কোণে ঘোরে।

➔ প্রমাণ করতে হবে যে,
আপাতিত রশ্মির দিক পরিবর্তন না করে যদি θ কোণে ঘুরানো হয় তাহলে প্রতিফলিত রশ্মি 2θ কোণে ঘুরে যায়।



ধরা যাক,
MM' দর্পনটি O বিন্দু বরাবর ঘুরতে থাকে। MM' অবস্থান AO আপাতিত রশ্মি এবং OB প্রতিফলিত রশ্মি। ON, O বিন্দুতে অভিলম্ব।

এখন, $\angle AON = i$ হলে, প্রতিফলনের সূত্রানুসারে,

$$\angle AON = \angle BON = i$$

আবার, $\angle AOB = \angle AON + \angle BON$

$$= i + i$$

$$= 2i$$

এবার, দর্পনটিকে θ কোণে ঘুরিয়ে M_1M'' অবস্থানে আনা হলো। সুতরাং অভিলম্ব θ কোণে ঘুরে ~~OM~~ ON_1 অবস্থানে আসবে। এ অবস্থায় OB_1 হবে প্রতি রশ্মি। অর্থাৎ প্রতিফলি রশ্মি $\angle BOB_1$ কোণে ঘুরে ~~আসবে~~ যাবে।

এখন, প্রতিফলনের সূত্রানুসারে,

$$\angle AON_1 = \angle BON_1$$

কিন্তু $\angle AON_1 = i + \theta$

$$\angle AOB_1 = \angle AON_1 + \angle BON_1$$

$$= 2(i+\theta)$$

সুতরাং, $\angle BOB_1 = \angle AOB_1 - \angle AOB$

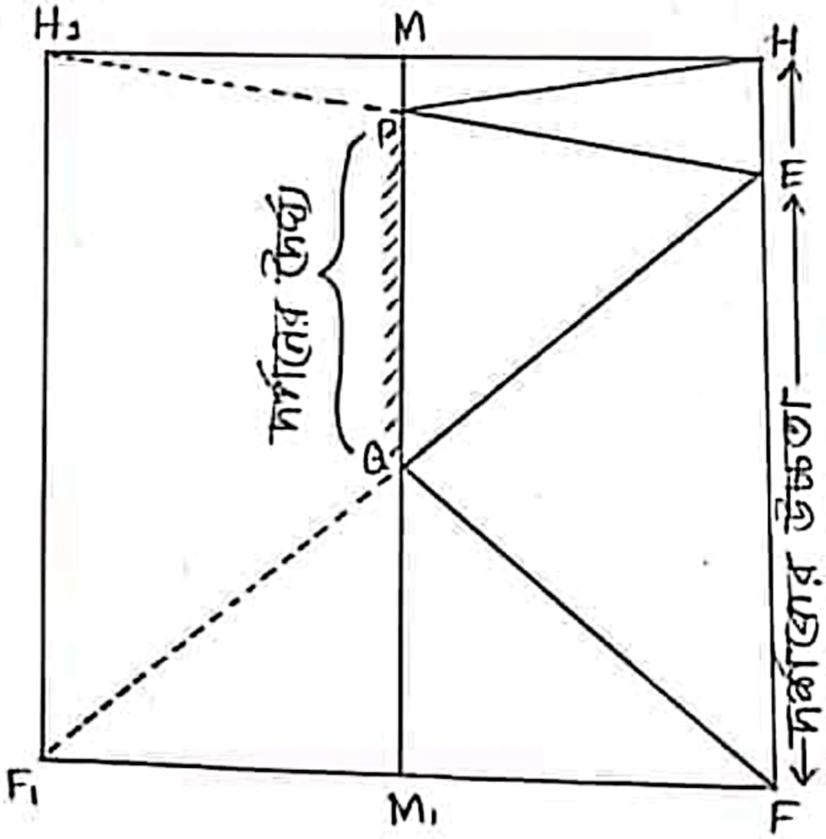
$= 2(i+\theta) - 2i$

$= 2\theta$

∴ আপাতিত রশ্মিকে স্থির রেখে দর্পনকে θ কোণে ঘুরালে প্রতিফলিত রশ্মি 2θ কোণে ঘুরে যাবে। □

■ প্রমাণ কর যে,

সমতল দর্পনে নিজের পূর্ণ বিম্ব দেখতে হলে দর্পনের দৈর্ঘ্য দর্শকের উচ্চতার কমপক্ষে অর্ধেক হওয়া প্রয়োজন।



⇒ প্রমাণ করতে হবে যে,

দর্পনের দৈর্ঘ্য $= \frac{1}{2} \times$ দর্শকের উচ্চতা

HEF একজন দর্শক। H তার মাথা, E চোখ এবং F পায়ের পাতা। MM' দর্শকের সামনে একটি দর্পন। এই দর্পনে নিজের পূর্ণ বিম্ব দেখতে হলে H ও F থেকে আলোকরশ্মি দর্পনে প্রতিফলি হয়ে দর্শকের চোখ E তে পৌঁছাতে হবে।

এখন, বিম্ব গঠনের সূত্রানুসারে–

$HF = H_1F_1$; $HM = HM_1$; $FM' = F_1M'$

এবার, H_1E ও F_1E যোগ করা হলো। এগুলো দর্পনকে যথাক্রমে P ও Q বিন্দুতে ছেদ করে। HP ও FQ যোগ করা হলো। দর্শকের সর্বোচ্চ বিন্দু H থেকে রশ্মি দর্পনের P বিন্দুতে আপতিত হয়ে H_1 বিম্ব গঠন করে। একইভাবে F থেকে আলোকরশ্মি দর্পনের Q বিন্দুতে আপতিত হয়ে F_1 বিম্ব গঠন করে।

সুতরাং, FH দর্শকের সম্পূর্ণ বিম্ব দেখতে হলে PQ দৈর্ঘ্যের দর্পন প্রয়োজন।

আবার, ΔHH_1E হতে HH_1 বাহুর মধ্যবিন্দু M; $HE \parallel MP$

সুতরাং, P হলো H_1E বাহুর মধ্যবিন্দু।

একইভাবে, ΔFF_1E এর EF_1 বাহুর মধ্যবিন্দু Q।

অর্থাৎ, ΔH_1EF_1 -এ EH_1 ও EF_1 বাহুর মধ্যবিন্দু যথাক্রমে P ও Q।

আবার, $PQ \parallel H_1F_1$

$$\therefore PQ = \frac{1}{2} H_1F_1 = \frac{1}{2} HF$$

□

CamScanner

ভালো সমতল দর্পণের বৈশিষ্ট্য:

- দর্পণের পৃষ্ঠ সমতল হতে হবে।
- দর্পণের পুরুত্ব কম ও সুষম হতে হবে।
- দর্পণের পিছনে ধাতব প্রলেপ ভালো হতে হবে। প্রলেপ যত ভালো হবে বিম্ব তত উজ্জ্বল হবে।
- দর্পণের কাচ বায়ু বুদবুদ শূন্য হবে।

জেনে রাখা ভালো:

দর্পণের পিছনে ধাতুর প্রলেপ লাগানো বা সিলভারিং করার কারণ:

কাচের উপর পারদ বা রূপার প্রলেপ লাগানোকে 'পারা' লাগানো বা সিলভারিং বলে।

পারদ বা রূপা অস্বচ্ছ প্রতিফলক হিসেবে কাজ করে। প্রলেপ লাগানো পৃষ্ঠের বিপরীত পৃষ্ঠ প্রতিফলক হিসেবে কাজ করে। বিম্ব সৃষ্টির জন্য সিলভারিং করা হয়।

কাঁচে 4% স্পষ্ট ও 96% অস্পষ্ট প্রতিফলন ঘটে। সিলভারিং করায় দর্পণে 100% স্পষ্ট প্রতিফলন ঘটে।

CamScanner

➤ গোলীয় দর্পণ: কোনো ফাঁপা গোলকের পৃষ্ঠের অংশবিশেষ যদি মসৃণ হয় এবং তাতে আলোক রশ্মির নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তবে তাকে গোলীয় দর্পণ বলে।

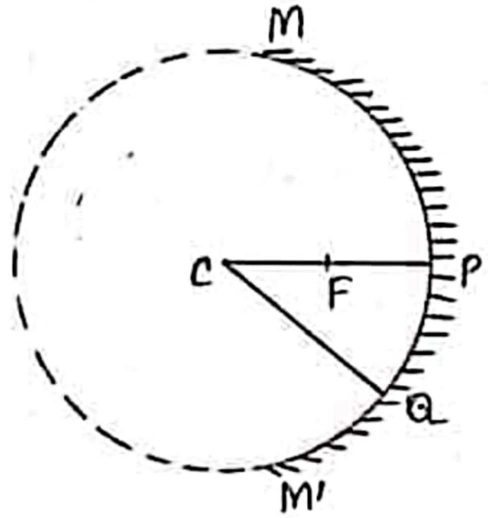
গোলীয় দর্পণের রাশিসমূহ:

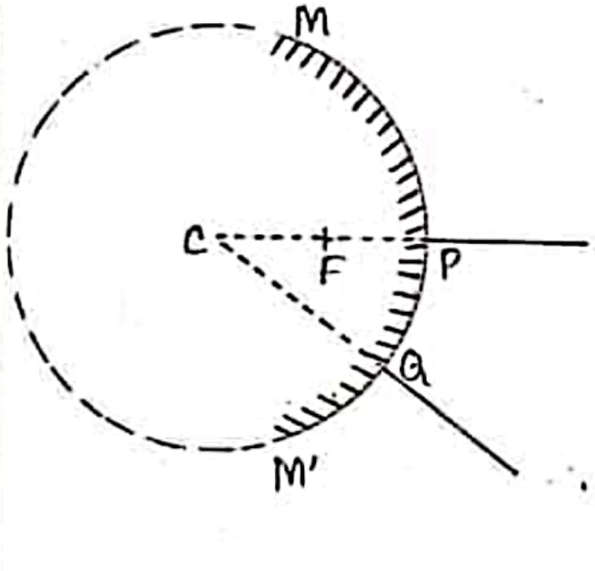
- মেরু (Pole): গোলীয় দর্পণের প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্যবিন্দুকে দর্পণের মেরু বলে। মেরুকে P দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- বক্রতার কেন্দ্র (Centre of curvature): গোলীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ, সেই গোলকের কেন্দ্রকে দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র বলে। বক্রতার কেন্দ্রকে C দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- বক্রতার ব্যাসার্ধ (Radious of curvature): গোলীয় দর্পণ যে গোলকের অংশ তার ব্যাসার্ধকে ঐ দর্পণের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে।
- প্রধান অক্ষ (Principal axis): গোলীয় দর্পণের মেরু এবং বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সরলরেখাকে দর্পণের প্রধান অক্ষ বলে।
- গৌণ অক্ষ (Secondary axis): মেরু বিন্দু ব্যতীত দর্পণের প্রতিফলকে পৃষ্ঠের উপরিস্থ যেকোনো বিন্দু ও বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সরলরেখাকে গৌণ অক্ষ বলে।
- প্রধান ফোকাস (Principal Focus): গোলীয় দর্পণে আপতিত প্রধান অক্ষের নিকটবর্তী সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলনের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয় (অবতল) অথবা যে বিন্দু থেকে অপসৃত হয় বলে মনে হয় (উত্তল), তাকে ফোকাস বলা হয়।

প্রধান ফোকাসকে F দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

• ফোকাস দূরত্ব (Focal length): গোলীয় দর্পণের মেরু থেকে প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে ফোকাস দূরত্ব বলা হয়। ফোকাস দূরত্বকে f দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

• ফোকাস তল (Focal plane): কোনো গোলীয় দর্পণের প্রধান ফোকাসের মধ্য দিয়ে প্রধান অক্ষের সাথে লম্বভাবে যে তল কল্পনা করা হয় তাকে ফোকাস তল বলে।





এখানে,

মেরু = P

বক্রতার কেন্দ্র = C

বক্রতার ব্যাসার্ধ = CP

প্রধান অক্ষ = CP

গৌণ অক্ষ = CQ

প্রধান ফোকাস = F

ফোকাস দূরত্ব = f

ফোকাস তল = CP

দর্পণ = MM'

◪ উত্তল দর্পণ (Convex mirror): কোনো ফাঁপা গোলকের বাইরের পৃষ্ঠের কিছু অংশ যদি মসৃণ হয় এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে অর্থাৎ, গোলকের উত্তল পৃষ্ঠ যদি প্রতিফলক রূপে কাজ করে তবে তাকে উত্তল দর্পণ বলে।

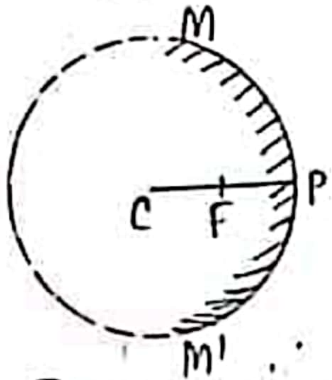


Fig: উত্তল দর্পণ

* উত্তল দর্পণে বিম্বের বৈশিষ্ট্য:

→ বিম্ব সোজা ও অবাস্তব হয়।

→ আকৃতি খর্বিত হয়।

→ বিবর্ধন সবসময় 1 এর কম হয়।

* উত্তল দর্পণ চেনার উপায়: দর্পণের একেবারে নিকটে একটি আঙুল স্থাপন করলে যদি বিম্ব ছোট হয় তাহলে দর্পণটি উত্তল দর্পণ।

* উত্তল দর্পণের ব্যবহার:

\# যানবাহন বা পথচারী দেখার জন্য গাড়ির ভিউমিররে (View mirror)।

\# দোকান বা শপিং মলে নিরাপত্তার কাজে।

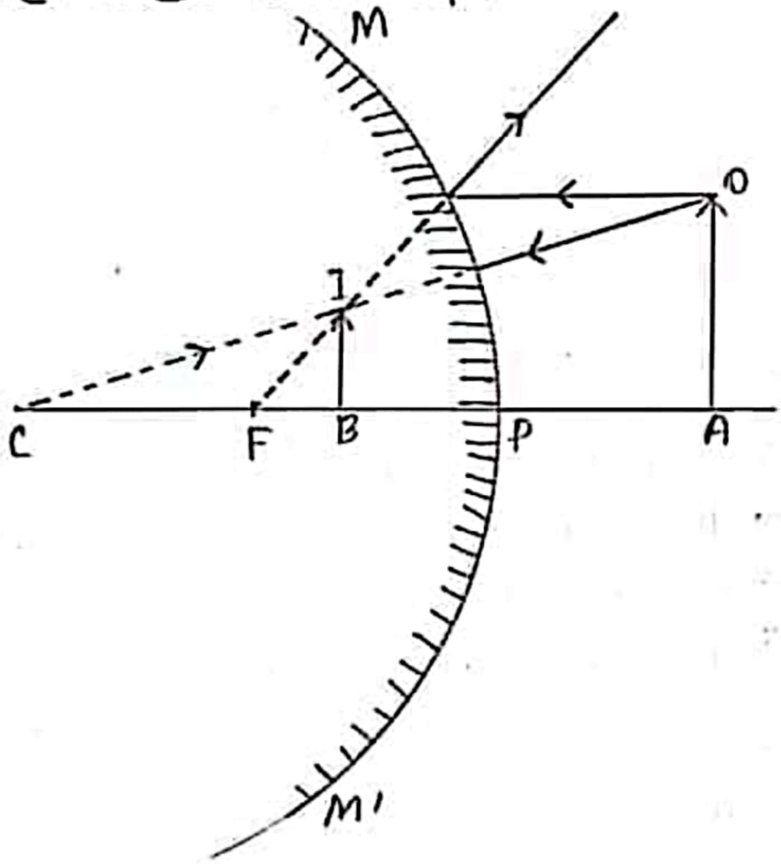
\# প্রতিফলক টেলিস্কোপ তৈরিতে।

\# বিস্তৃত এলাকায় আলোকরশ্মি ছড়িয়ে দেওয়ার জন্য রাস্তার বাতিতে প্রতিফলকরূপে।

CamScanner

উত্তল দর্পন তৈরির পদ্ধতি : কোনো ফাঁপা গোলকের বাইরের পৃষ্ঠের কিছু অংশ মসৃণ থাকলে স্বচ্ছ ফাঁপা গোলক থেকে কেটে নেওয়া অংশের অবতল দিকে অর্থাৎ ভিতরের দিকে যদি পারা লাগানো হয়, তাহলে উত্তল দর্পন তৈরি হয়।

* উত্তল দর্পনে আলোর প্রতিবিম্ব :



বিম্বের অবস্থান : প্রধান ফোকাস ও মেরুর-র মাঝে

প্রকৃতি : অসদ ও সোজা

আকৃতি : খর্বিত

বিবর্ধন : <1

■ অবতল দর্পণ (Concave mirror): কোনো ফাঁপা গোলকের ভিতরের পৃষ্ঠের কিছু অংশ যদি মসৃণ হয় এবং তাতে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে অর্থাৎ, গোলকের অবতল পৃষ্ঠ যদি প্রতিফলকরূপে কাজ করে তাকে অবতল দর্পণ বলে।

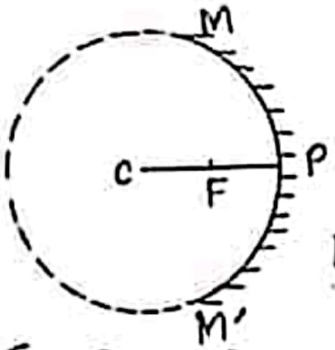


Fig : অবতল দর্পণ

* অবতল দর্পণে বিম্বের বৈশিষ্ট্য:

→ বিম্ব অসদ ও সোজা এবং উল্টো ও সদ উভয়ই হতে পারে।

→ আকৃতি: খর্বিত বা সমান বা বিবর্ধিত হয়।

→ বিবর্ধন এর অবস্থানের উপর নির্ভরশীল।

* অবতল দর্পণ চেনার উপায়: দর্পণের একেবারে নিকটে আঙুল খাড়াভাবে স্থাপন করলে যদি সোজা বিম্ব লক্ষ্য বস্তুর চেয়ে বড় হয় তাহলে দর্পণটি অবতল দর্পণ।

* অবতল দর্পণের ব্যবহার:

গতিপথ নির্ধারণ করতে টর্চলাইট, স্টিমার বা লঞ্চের টর্চলাইটে প্রতিফলকরূপে।

আলোকরশ্মি তাপ ইত্যাদির শক্তি কেন্দ্রীভূত করে বস্তুকে উত্তপ্ত করতে।

রাডার ও টিভি সংকেত সংগ্রহে।

চিকিৎসাক্ষেত্রে রোগীর চিকিৎসার সুবিধার্থে।

গবেষণার সুবিধার্থে।

* অবতল দর্পন তৈরির পদ্ধতি: স্বচ্ছ ফাঁপা গোলক থেকে কেটে নেওয়া অংশের উত্তল দিকে অর্থাৎ বাইরের দিকে যদি পারা লাগানো হয়, তাহলে অবতল দর্পন তৈরি হয়।

* অবতল দর্পনকে অভিসারী দর্পন বলার কারণ: আকৃতিগত কারণে প্রধান অক্ষের সমান্তরাল একগুচ্ছ আলোকরশ্মি অবতল দর্পনে প্রতিফলনের পর অভিসারী গুচ্ছে পরিণত হয়। অভিসারী গুচ্ছের কারণে অবতল দর্পনের নাম অভিসারী দর্পন।

* অবতল দর্পনের শর্তাবলি:

প্রধান ফোকাস দিয়ে আলোকরশ্মি আপতিত হলে, প্রধান অক্ষের সমান্তরালে প্রতিফলিত হবে।

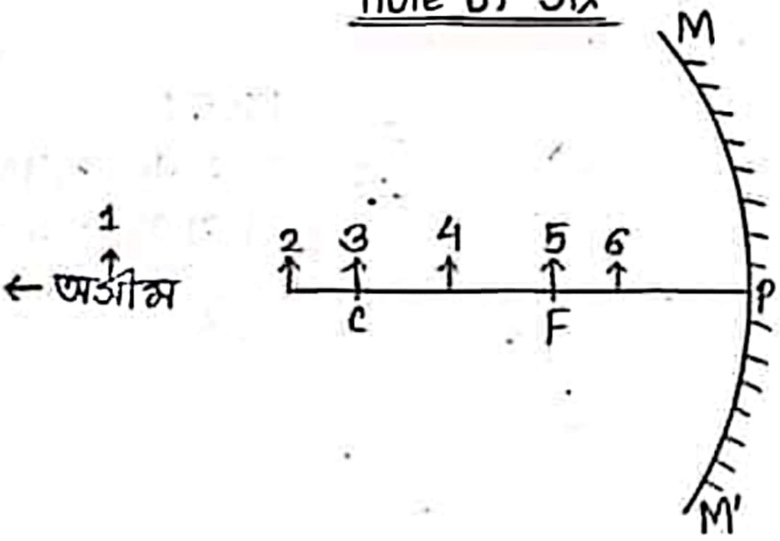
প্রধান অক্ষের সমান্তরালে আলোকরশ্মি আপতিত হলে, প্রধান ফোকাস দিয়ে প্রতিফলিত হবে।

বক্রতার ব্যাসার্ধ দিয়ে আলোকরশ্মি আপতিত হলে, পুনরায় সেই পথে প্রতিফলিত হবে।

CS CamScanner

অবতল দর্পণে আলোর প্রতিবিম্ব

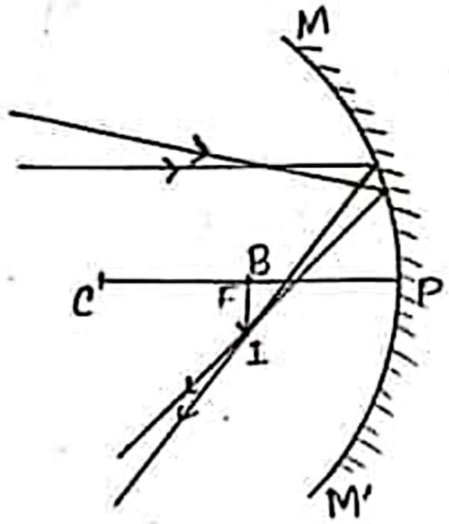
Rule of Six



অবতলে → বস্তুর অবস্থান + বিম্বের অবস্থান = 6

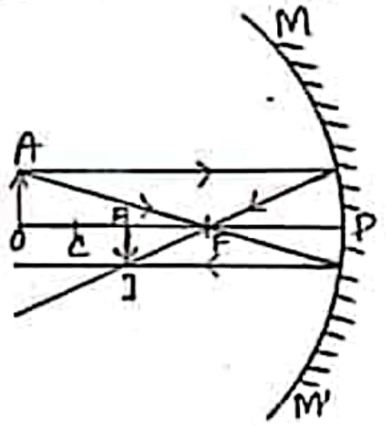
বস্তুর অবস্থান	বিম্বের অবস্থান
1. অসীমে।	5. প্রধান ফোকাসে।
2. বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে।	4. বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মাঝে।
3. বক্রতার কেন্দ্রে।	3. বক্রতার কেন্দ্রে।
4. বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মাঝে।	2. বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে।
5. প্রধান ফোকাসে।	1. অসীমে।
6. প্রধান ফোকাস ও মেরুর মাঝে।	0. দর্পণের পিছনে।

1. বস্তুর অবস্থান অসীম হলে,



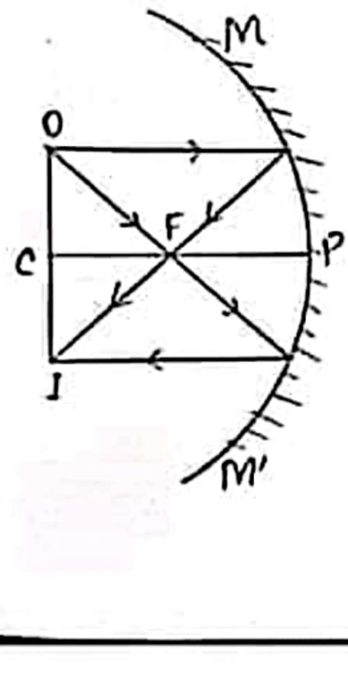
বিম্বের-
অবস্থান : প্রধান ফোকাস
প্রকৃতি : সদ ও উল্টো
আকৃতি : খর্বিত

2. বস্তুর অবস্থান বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে,



বিম্বের-
অবস্থান : বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মাঝে
প্রকৃতি : সদ ও উল্টো
আকৃতি : খর্বিত

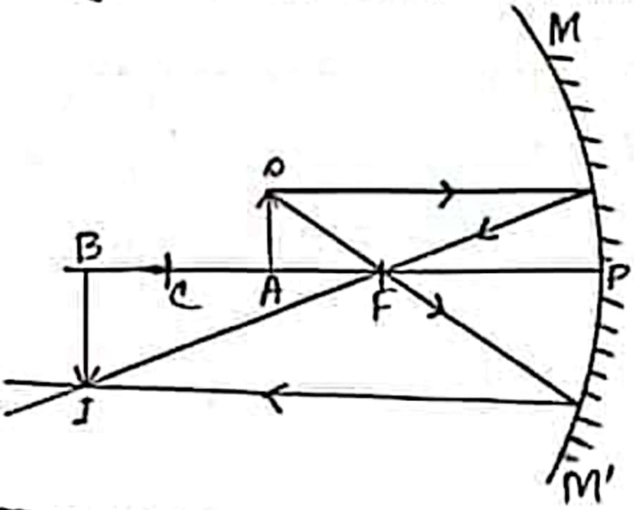
3. বস্তুর অবস্থান বক্রতার কেন্দ্রে,



বিম্বের-
অবস্থান : বক্রতার কেন্দ্রে
প্রকৃতি : সদ ও উল্টো
আকৃতি : সমান

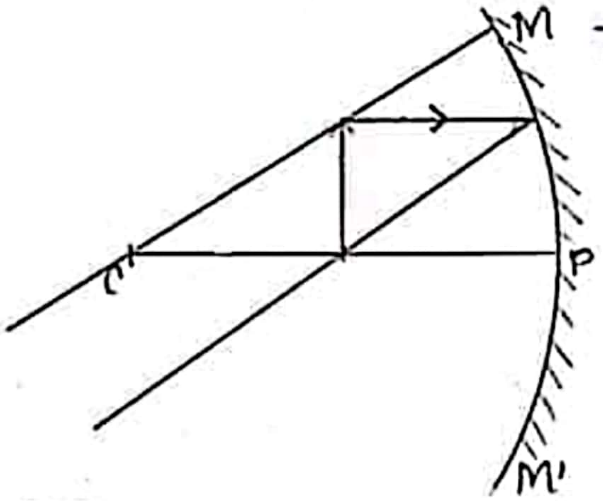
CS CamScanner

4. বস্তুর অবস্থান বক্রতার কেন্দ্র ও প্রধান ফোকাসের মাঝে,



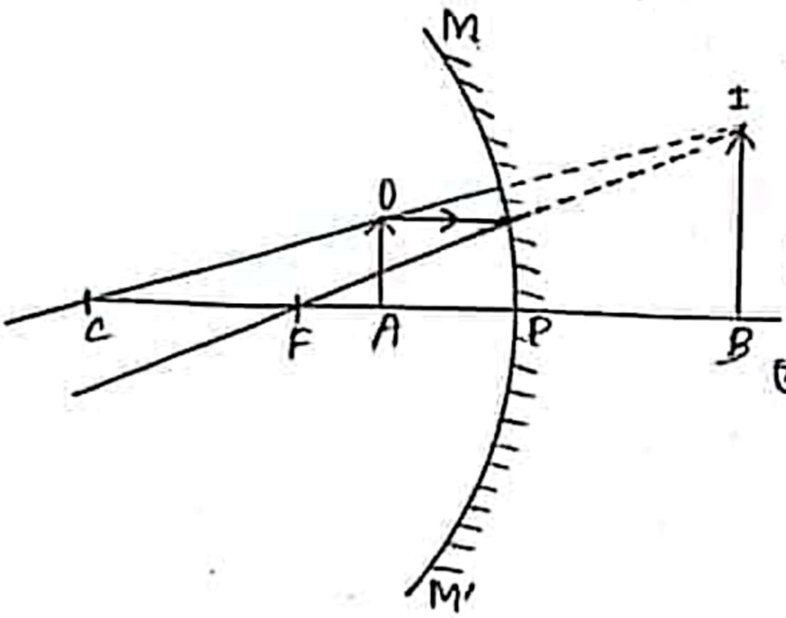
বিম্বের-
অবস্থান: বক্রতার কেন্দ্রের বাইরে
প্রকৃতি: সদ ও উল্টো
আকৃতি: বিবর্ধিত

5. বস্তুর অবস্থান প্রধান ফোকাসে,



বিম্বের-
অবস্থান: অসীমে
প্রকৃতি: সদ ও উল্টো
বা অসদ ও সোজা
আকৃতি: অত্যন্ত বিবর্ধিত

6. বস্তুর অবস্থান প্রধান ফোকাস ও মেরুর মাঝে,



বিম্বের-
অবস্থান: দর্পণের পিছনে
প্রকৃতি: অসদ ও সোজা
আকৃতি: অত্যন্ত বিবর্ধিত

প্রতিবিম্ব - Image

প্রতিবিম্ব: কোনো বিন্দু উৎস থেকে নিঃসৃত আলোকরশ্মি গুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয় যদি দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় (অবতল দর্পণ) বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (উত্তল দর্পণ) তাহলে ঐ দ্বিতীয় বি-কে প্রথম বিন্দুর বিম্ব বা প্রতিবিম্ব বলে।

বিম্ব
↓
- সদ বা বাস্তব (Real)
- অসদ বা অবাস্তব (Virtual)

সদ বিম্ব	অসদ বিম্ব
কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোকরশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দুতে মিলিত হলে সদ বিম্ব গঠিত হয়।	কোনো বিন্দু থেকে নিঃসৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হলে অসদ বিম্ব গঠিত হয়।
প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত আলোক রশ্মিগুলোর প্রকৃত মিলন হয়।	প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত আলোক রশ্মিগুলোর প্রকৃত মিলন হয় না।
চোখে দেখা যায় ও পর্দাতেও ফেলা যায়।	চোখে দেখা যায় কিন্তু পর্দাতে ফেলা যায় না।
অবতল দর্পণ ও উত্তল লেন্সে উৎপন্ন হয়।	সবরকম দর্পণ ও লেন্সে উৎপন্ন হয়।

CamScanner

➤ বিম্বের পূর্ণ বিবরণ:

অবস্থান: দর্পন থেকে এর দূরত্ব

প্রকৃতি: (i) সোজা বা উল্টো

(ii) সদ বা অসদ

আকৃতি: বিবর্ধিত বা খর্বিত বা লক্ষ্যবস্তুর সমান

◻ রৈখিক বিবর্ধন: প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাত কে রৈখিক বিবর্ধন বা বিবর্ধন বলে।

বিবর্ধনকে m দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

সুতরাং,

$$\text{বিবর্ধন}, m = \frac{\text{প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য } l'}{\text{লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য } l}$$

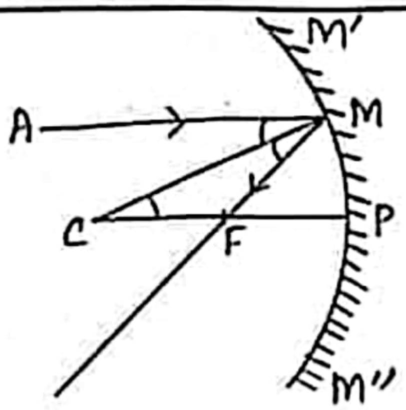
$$\text{বিবর্ধন}, m = \frac{\text{প্রতিবিম্বের দূরত্ব}, v}{\text{লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব}, u}$$

Notes:

- $m > 1$ হলে; বিম্ব $>$ লক্ষ্যবস্তু।
- $m = 1$ হলে; বিম্ব $=$ লক্ষ্যবস্তু।
- $m < 1$ হলে; বিম্ব $<$ লক্ষ্যবস্তু

CamScanner

◻ প্রমাণ কর যে, $f = \frac{r}{2}$



⇒ পাশের চিত্রে, M'M'' একটি গোলীয় দর্পণ। C দর্পণের বক্রতার কেন্দ্র এবং P এর মেরু। F হচ্ছে দর্পণের প্রধান ফোকাস।

প্রমাণ করতে হবে যে, $f = \frac{r}{2}$

প্রমাণ:

i. $\angle AMC = \angle CMF$ [প্রতিফলনের সূত্রানুসারে]

$AM \parallel CP$; MC এদের ছেদক।

$\therefore \angle AMC = \angle MCF$ [একান্তর কোণ]

বা, $\angle CMF = \angle MCF$

অর্থাৎ, MCF একটি সমবাহু ত্রিভুজ।

সুতরাং, $MF = FC$

ii. একইভাবে, $CF = FP$ [M, P বিন্দু নিকটবর্তী হওয়ায় $MF = PF$]

অতএব, F, PC এর মধ্যবিন্দু

সুতরাং, $PF = \frac{1}{2}PC$

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

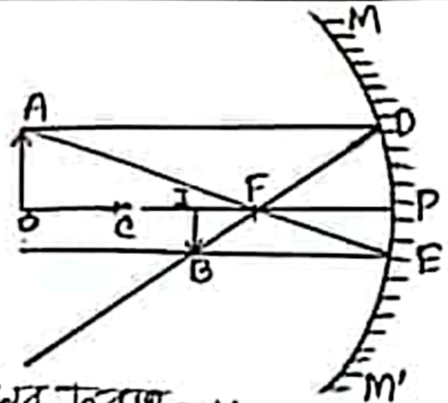
$\therefore f = \frac{1}{2}r$

$\Rightarrow f = \frac{r}{2}$ ◻

অনুরূপভাবে, উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রেও $f = \frac{r}{2}$।

■ প্রমাণ কর যে, $\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}$

⇒ পাশের চিত্রে MM' একটি গোলীয় দর্পণ যার বক্রতার কেন্দ্র C, মেরু P এবং প্রধান ফোকাস F।



এখানে,

লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্য = OA ; বস্তু থেকে দর্পণের দূরত্ব = u

বিম্বের দৈর্ঘ্য = IB; বিম্ব থেকে দর্পণের দূরত্ব = v

প্রমাণ:

i. $\triangle AOF$ এবং $\triangle PEF$ এ

$$\frac{OF}{PF}=\frac{OA}{PE}=\frac{AF}{EF}$$ [∵ ত্রিভুজদ্বয় সদৃশকোণী]

$$\Rightarrow \frac{OP-PF}{PF}=\frac{OA}{IB}$$ [∵ OP∥BE; সুতরাং PE = IB]

$$\therefore \frac{u-f}{f}=\frac{OA}{IB} \cdots (i)$$

ii. $\triangle IBF$ এবং $\triangle PDF$ এ

$$\frac{PF}{IF}=\frac{PD}{IB}=\frac{DF}{BF}$$ [∵ ত্রিভুজদ্বয় সদৃশকোণী]

$$\Rightarrow \frac{PF}{IP-PF}=\frac{OA}{IB}$$ [∵ OP∥AD; সুতরাং PD = OA]

$$\therefore \frac{f}{v-f}=\frac{OA}{IB} \cdots (ii)$$

(i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

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

$$\Rightarrow (u-f)(v-f)=f^2$$

$$\Rightarrow uv-uf-vf-f^2=f^2$$

$$\Rightarrow uv=uf+vf$$

$$\Rightarrow \frac{uv}{uvf}=\frac{uf}{uvf}+\frac{vf}{uvf}$$ [উভয়পক্ষকে $\frac{1}{uvf}$ দ্বারা গুণ]

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

CS CamScanner