# " परावर्तन & अपवर्तन "

**प्रकाश :** 'तरंग का रूप' → ~~अनुदैर्ध्य तरंग~~

Light प्रकाश की दोहरी प्रकृति अर्थात तरंग और कण को दर्शाता है।

अनुप्रस्थ तरंग ( Transverse wave)

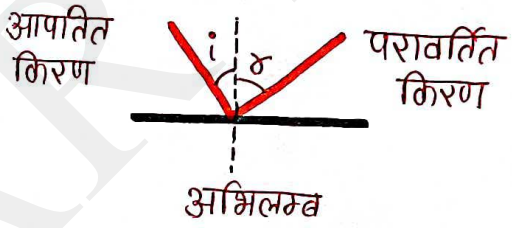
यह निर्वात में भी चल सकती है।

प्रकाश का ध्रुवीकरण किया जा सकता है। (ध्वनि ✗)

**प्रकाश का परावर्तन :** प्रकाश किरण का चिकने तल से टकराकर वापस उसी माध्यम में लौटना।

**परावर्तन के नियम :** ① परावर्तन कोण, आपतन कोण के बराबर होता है।

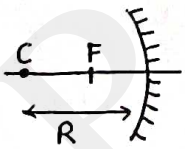
$\angle i = \angle r$



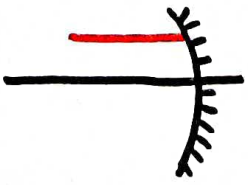

② आपतित किरण, परावर्तित किरण और आपतन बिंदु पर अभिलंब सभी एक ही तल में होते हैं जो परावर्तक सतह के तल के लंबवत होता है।

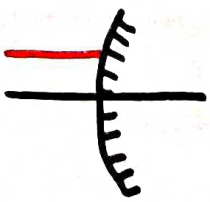
**दर्पण के प्रकार :**

- समतल दर्पण
- गोलीय दर्पण
  - अवतल दर्पण → जिसका परावर्तक पृष्ठ अंदर की ओर घुमावदार है।
  - उत्तल दर्पण → जिसका परावर्तक पृष्ठ बाहर की ओर घुमावदार है।




$C = 2F$

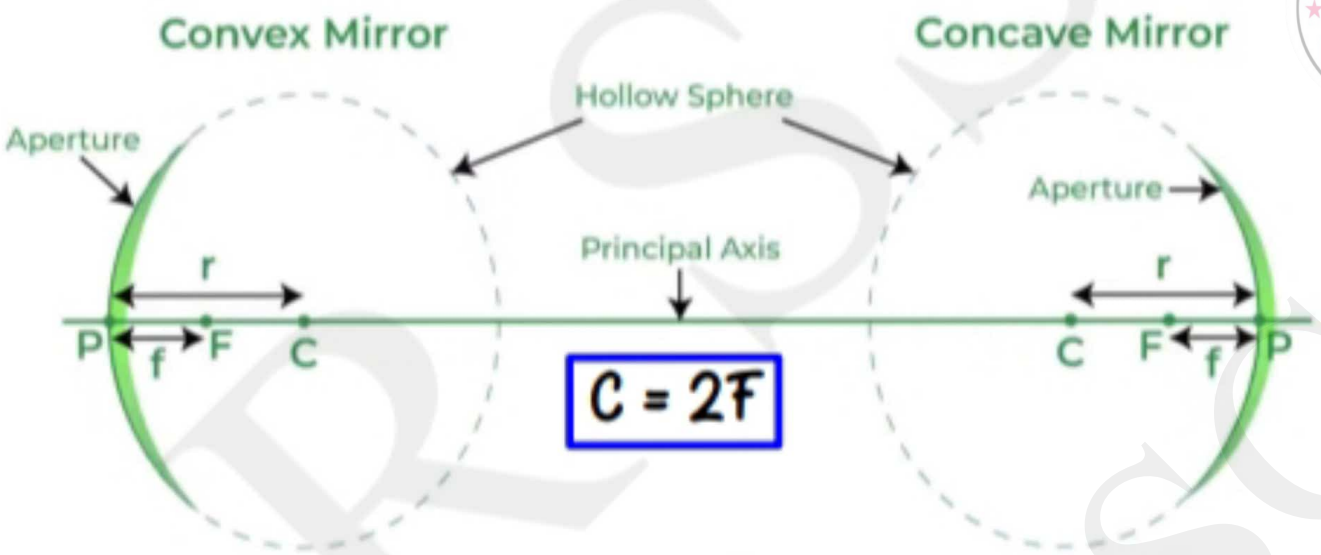




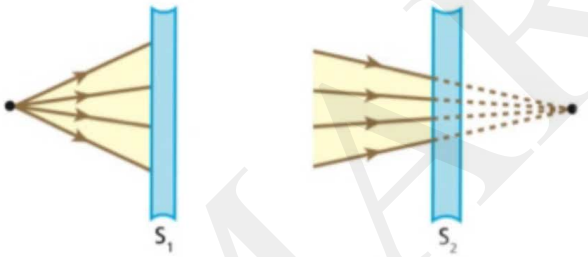
**प्रतिबिम्ब के प्रकार :**

1. वास्तविक → वास्तविक प्रतिबिम्ब स्क्रीन पर बनता है। → उल्टा
2. आभासी → ✗ → सीधा

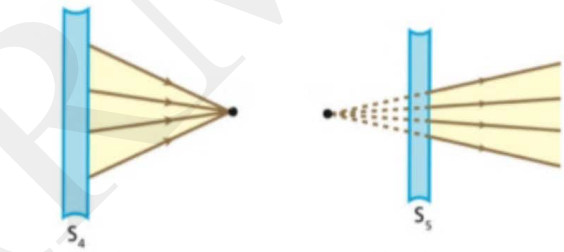
PARMAR SSC




Here, F = Focal Point ; C = Center of Curvature ;
f = Focal Length ; r = Radius of Curvature ;
P = Pole

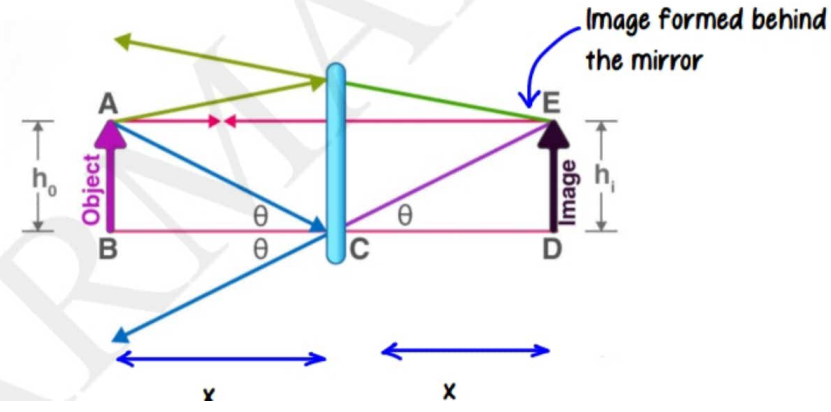



Real object Virtual object




Real image Virtual image

## Image Formation



## प्रतिबिम्ब का बनना :

### समतल दर्पण :

- प्रतिबिम्ब की दूरी = वस्तु की दूरी
- वस्तु का आकार = प्रतिबिम्ब का आकार
- सीधा → आभासी
- पार्श्व रूप से उल्टा : दायें → बाँये
  बाँये → दायें

### अवतल दर्पण :

| | वस्तु | | प्रतिबिम्ब | प्रकृति |
|---|---|---|---|---|
| 1. | अनन्त | → | फोकस | वास्तविक & उल्टा , बहुत छोटा |
| 2. | Beyond C | → | C & F | " " , छोटा |
| 3. | C पर | → | C पर | " " , बराबर |
| 4. | C & F के बीच | → | Beyond C | " " , बड़ी |
| 5. | F पर | → | अनंत | " " बहुत बड़ी |

### उत्तल दर्पण :

| | वस्तु | | प्रतिबिम्ब | प्रकृति |
|---|---|---|---|---|
| 1. | अनंत पर | → | F पर | आभासी, सीधा , बहुत छोटी |
| 2. | अनंत और पोल P के बीच | → | P & F के बीच | " " , छोटी |

- f = फोकस दूरी — अवतल - -ve, उत्तल - +ve
- R = वक्रता त्रिज्या
- u = वस्तु की दूरी (P से) → -ve
- v = प्रतिबिम्ब की दूरी

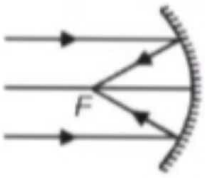
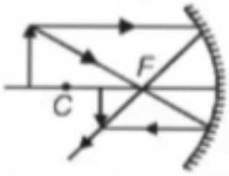
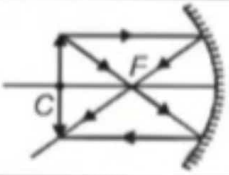
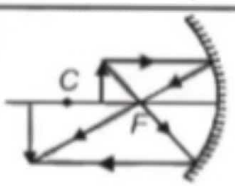
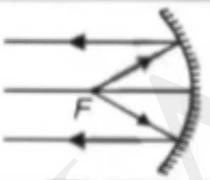
दर्पण सूत्र :

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

PARMAR SSC

**Location, size and nature of image formed by Spherical Mirrors**

**Concave Mirror**

| Position of object | Figure | Position of image | Nature of image |
|---|---|---|---|
| 1. At infinity |   | At the principal focus or in the focal plane | Real, inverted, extremely diminished in size |
| 2. Beyond the centre of curvature |   | Between the principal focus and centre of curvature | Real, inverted and diminished |
| 3. At the centre of curvature |   | At the centre of curvature | Real, inverted and equal to object |
| 4. Between focus and centre of curvature |   | Beyond centre of curvature | Real, inverted and bigger than object. |
| 5. At the principal focus |   | At infinity | Extremely magnified |
| * 6. Between the pole and principal focus | | Behind the mirror | Virtual, erect and magnified |

| Position of the object | Position of the image | Size of the image | Nature of the image |
|---|---|---|---|
| At infinity | At the focus F, behind the mirror | Highly diminished, point-sized | Virtual and erect |
| Between infinity and the pole P of the mirror | Between P and F, behind the mirror | Diminished | Virtual and erect |

प्रश्न: 4 cm आकार की एक वस्तु को 15 सेमी फोकल लंबाई के अवतल दर्पण के सामने 25 cm की दूरी पर रखा गया है। स्पष्ट छवि प्राप्त करने के लिए स्क्रीन को दर्पण से कितनी दूरी पर रखना चाहिए?

$u = -25\ cm$

$f = -15\ cm$

$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \rightarrow \frac{1}{v} + \frac{1}{(-25)} = -\frac{1}{15}$

$v = -\frac{75}{2} = -37.5\ cm$ ✓

↳ वास्तविक, उल्टी

## आवर्धन सूत्र:

$$\frac{\text{प्रतिबिम्ब की ऊंचाई}}{\text{वस्तु की ऊंचाई}} = -\frac{v}{u}$$

$\frac{h_i}{4} = +\frac{(-37.5)}{+25}$ $\quad h_i = -\frac{37.5 \times 4}{25}$

$h_i = -6\ cm$ ✓

## दर्पण का प्रयोग:

| अवतल (बढाकर दिखाना) | उत्तल (छोटा दिखाना) |
|---|---|
| → शेविंग दर्पण | → Side Mirror |
| → टॉर्च लाइट | → सुरक्षा के लिए - ATM में |
| → दांत का डॉक्टर | → चश्मा (Sunglasses) |
| | → स्ट्रीट लाइट के परावर्तक |

## प्रकाश का अपवर्तन:

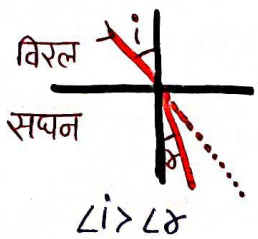
जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती है तो यह अपने मार्ग से विचलित हो जाती है।

" प्रकाश के किरण का अपने मार्ग से विचलित हो जाना प्रकाश का अपवर्तन कहलाता है। "

## माध्यम के प्रकार:

1. विरल माध्यम
2. सघन माध्यम

① ②




$\angle i > \angle r$

$\angle i < \angle r$

PARMAR SSC

# अपवर्तन के नियम :

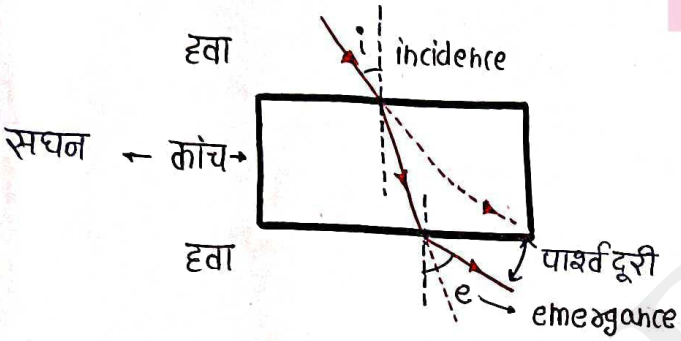
1. आपतित किरण, अपवर्तित किरण और आपतन बिंदु पर अभिलंब तीनों एक ही समतल में होते है।

2. $\frac{\sin i}{\sin r}$ = नियतांक

| Material medium | Refractive index | Material medium | Refractive index |
|---|---|---|---|
| Air | 1.0003 | Canada Balsam | 1.53 |
| Ice | 1.31 | | |
| Water | 1.33 | Rock salt | 1.54 |
| Alcohol | 1.36 | | |
| Kerosene | 1.44 | Carbon disulphide | 1.63 |
| Fused quartz | 1.46 | Dense flint glass | 1.65 |
| Turpentine oil | 1.47 | Ruby | 1.71 |
| Benzene | 1.50 | Sapphire | 1.77 |
| Crown glass | 1.52 | Diamond | 2.42 |

Densest medium

## कांच के स्लैब के माध्यम से अपवर्तन :




$\angle i = \angle e$

## अपवर्तक सूचकांक :

$\mu$

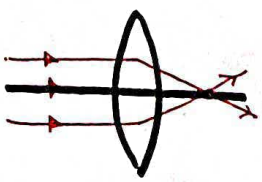
$$n = \frac{\text{निर्वात / हवा में प्रकाश की चाल} \longrightarrow 3\times10^8\ m/s}{\text{दिये गये माध्यम में प्रकाश की चाल}}$$

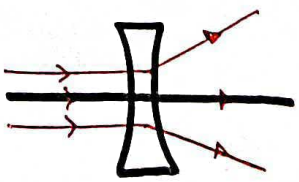
ध्वनि = 343 m/s

## गोलीय लेंस :

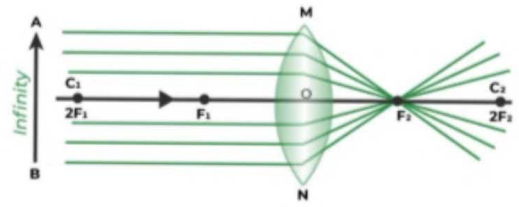
उत्तल

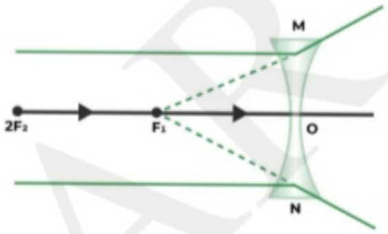
अवतल


अभिसारी


अपसारी

- उत्तल दर्पण = अवतल लेंस
- अवतल दर्पण = उत्तल लेंस



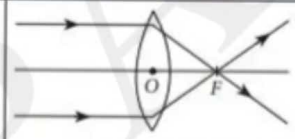
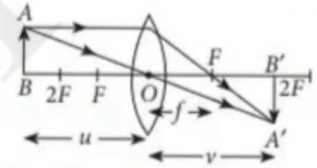

**Convex Lens** = **Concave Mirror**
*(Converging Lens)*

**Concave Lens** = **Convex Mirror**
*(Diverging Lens)*

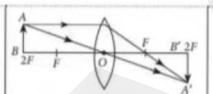
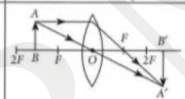
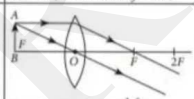
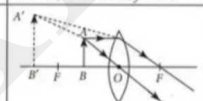
## Image Formation in Convex Lens

Same as Concave Mirror

▸ **Image formation by lenses :**

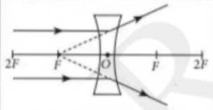
| Convex lens | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Ray diagram** | **Position of object** | **Position of image** | **Nature of image** |
| (a) |  $u$ = −ve, $v$ = +ve and $f$ = +ve | At infinity | At $F$ | Real, inverted and highly diminished |
| (b) |  $u$ = −ve, $v$ = +ve and $f$ = +ve | Between infinity and 2$F$ | Between $F$ and 2$F$ | Real, inverted and diminished |

Beuond C (same)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| (c) |  $u$ = −ve, $v$ = +ve and $f$ = +ve | At 2$F$ | At 2$F$ | Real, inverted and same sized |
| (d) |  $u$ = −ve, $v$ = +ve and $f$ = +ve | Between $F$ and 2$F$ | Beyond 2$F$ | Real, inverted and enlarged |
| (e) |  $u$ = −ve, $v$ = +ve and $f$ = +ve | At $F$ | At infinity | Real, inverted and enlarged |
| (f) |  $u$ = −ve, $v$ = −ve and $f$ = +ve | Between $F$ and $O$ | On the same side of the lens | Virtual, erect and enlarged |

## Image Formation of Concave Lens

Same as Convex Mirror

| Concave lens | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Ray diagram** | **Position of object** | **Position of image** | **Nature of image** |
| (a) |  $u$ = −ve, $v$ = −ve and $f$ = −ve | At infinity | At $F$ | Virtual, erect and highly diminished |
| (b) | $u$ = −ve, $v$ = −ve and $f$ = −ve | Between infinity and $O$ | Between $F$ and $O$ | Virtual, erect and diminished |

PARMAR SSC

## उपयोग :

| अवतल दर्पण | उत्तल दर्पण |
|---|---|
| मायोपिया (Myopia) | Hypertropia |
| Solar furnace | बढ़ाकर देखने के लिए |

**प्रश्न:** एक अवतल लेंस की फोकस दूरी 15 cm है वस्तु को लेंस से कितनी दूरी पर रखा जाना चाहिए ताकि उसकी छवि लेंस से 10 cm पर बने ?

→ $f = -15\,cm$

$u = ?$

$v = -10cm$

लेंस सूत्र = $\boxed{\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}}$

आवर्धन सूत्र (m), $\boxed{\frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}}$

$-\frac{1}{15} = -\frac{1}{10} - \frac{1}{u}$

$+\frac{1}{u} = -\frac{1}{30} \rightarrow u = -30cm$ Ans

$m = \frac{-10}{-30} = \frac{1}{3}$

$m = 1 \Rightarrow$ वस्तु का आकार = प्रतिबिम्ब का आकार

$m < 1 \Rightarrow h_o > h_i$ (छोटा)

$m > 1 \Rightarrow h_o < h_i$ (बड़ा)

## लेंस की क्षमता :

क्षमता/शक्ति = $\frac{1}{\text{फोकल दूरी}} = \frac{1}{m} = m^{-1}$ = डायोप्टर

लेंस के क्षमता का SI मात्रक

फोकल दूरी → +ve उत्तल, -ve अवतल

PARMAR SSC