प्रकाश : परावर्तन

3
अध्याय

सूची

- प्रकाश की प्रकृति
- प्रकाश का परावर्तन
- प्रकाश के परावर्तन के नियम
- प्रतिबिम्ब की प्रकृति
- समतल दर्पण से परावर्तन
- गोलीय दर्पणों से परावर्तन
- किरण चित्र विधि से प्रतिबिम्ब बनाने के नियम
- विभिन्न स्थितियों में गोलीय दर्पणों से प्रतिबिम्ब का बनना
- गोलीय दर्पणों में आंकिक विधि
- गोलीय दर्पण द्वारा बने प्रतिबिम्ब का संक्षेपण

➢ प्रकाश की प्रकृति

प्रकाश ऊर्जा का एक रुप होता है, जिसकी उपस्थिति द्वारा हम वस्तुओं को देखते है।

(A) प्रकाश की प्रकृति के बारे में सिद्धांत :

(i) प्रकाश की कण प्रकृति (न्यूटन का कणिका सिद्धांत) :

न्यूटन के अनुसार प्रकाश अंतरिक्ष में बहुत तेज चाल से बहुत छोटे कणों के पुंज के रूप में गति करता है, जिन्हें कारपसल्स (कणिका) कहते हैं। पर यह सिद्धांत प्रकाश के व्यतिकरण एवं विवर्तन को समझाने में असफल रहा था। इसलिए प्रकाश का तरंग सिद्धांत खोजा गया।

(ii) प्रकाश का तरंग प्रकृति का सिद्धांत :

प्रकाश तरंगें विद्युत चुम्बकीय तरंगें होती हैं इसलिए इन तरंगों के संचरण के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है। वे निर्वात में भी गति कर सकती हैं।

हवा में या निर्वात में इन तरंगों की चाल अधिकतम होती है जो कि 3×10^8 m/s हैं।

तरंग सिद्धांत से प्रकाश विद्युत प्रभाव को नहीं समझाया गया था। इसलिए प्लांक ने एक नया सिद्धांत दिया जिसे प्रकाश का क्वांटम सिद्धांत कहते हैं।

(iii) प्रकाश का क्वांटम सिद्धांत :

जब प्रकाश की किरण धातुओं जैसे सीजियम, पोटेशियम इत्यादि पर गिरती है, तो इलेक्ट्रॉन बाहर निकलते हैं। ये इलेक्ट्रॉन फोटो इलेक्ट्रॉन कहलाते है और यह घटना "प्रकाश विद्युत प्रभाव" कहलाती हैं। इसे आइंसटीन के द्वारा समझाया गया था। प्लांक के अनुसार प्रकाश पैकेट्स का या ऊर्जा के क्वांटा का बना होता है जिसे फोटोन्स कहते हैं। फोटोन का विराम द्रव्यमान शून्य होता है।

प्रत्येक क्वान्टा $E = h\nu$ ऊर्जा रखता हैं।

$h \rightarrow$ प्लांक नियतांक $= 6.6 \times 10^{-34}$ J-s.

$\nu \rightarrow$ प्रकाश की आवृत्ति

कुछ परिघटनाएँ जैसे प्रकाश का व्यतिकरण, प्रकाश के विवर्तन को प्रकाश के तरंग सिद्धांत से समझाया जाता है लेकिन तरंग सिद्धांत प्रकाश विद्युत प्रभाव को

समझाने में असफल रहा। इसे क्वांटम सिद्धांत की सहायता से समझाया जाता हैं।

इसलिए प्रकाश की द्वैत प्रकृति कही जाती है –

(i) तरंग प्रकृति (ii) कण प्रकृति

(B) प्रकाश के स्त्रोत

- वह वस्तुऐं जो प्रकाश उत्सर्जित करती है **प्रतिदीप्त वस्तुऐं** कहलाती है। यह प्राकृतिक या मानव निर्मित हो सकती है। सूर्य प्रकाश का प्राकृतिक स्त्रोत है तथा विद्युत लैम्प तथा तेल लैम्प इत्यादि मानव निर्मित प्रकाश के स्त्रोत है।
- **अप्रतिदीप्त वस्तुऐं** प्रकाश का उत्सर्जन नहीं करती है। यद्यपि कुछ वस्तुऐं उन पर आपतित प्रकाश के परावर्तन के कारण दृश्य प्रतीत होती है। चन्द्रमा प्रकाश का उत्सर्जन नहीं करता है। यह इस पर आपतित सूर्य के प्रकाश के परावर्तन के कारण दृश्य (visible) प्रतीत होता है।

(C) प्रकाश का संचरण :

प्रकाश एक माध्यम या निर्वात में सरल रेखाओं के अनुदिश गति करता है। प्रकाश का पथ केवल तब परिवर्तित होता है जब इसके पथ पर कोई वस्तु हो या जहाँ माध्यम परिवर्तित हो। निर्वात तथा गैसो के अलावा प्रकाश कुछ द्रवों या ठोसों में से भी गतिमान हो सकता है।

- **पारदर्शी माध्यम:** वह माध्यम जिससे प्रकाश मुक्त रुप से लम्बी दूरी तक गुजर सकता है, पारदर्शी माध्यम कहलाता है।.

  उदाहरण: पानी, ग्लिसरीन, काँच तथा स्पष्ट प्लास्टिक पारदर्शी है।
- **अपारदर्शी:** वह माध्यम जिससे प्रकाश नहीं गुजर सकता है, अपारदर्शी कहलाता है।

  उदाहरण: लकड़ी, धातुऐं, ईटें इत्यादि अपारदर्शी है
- **पारभासी:** वह माध्यम जिसमें प्रकाश कुछ दूरी तक गुजरता है किन्तु इसकी तीव्रता तेजी से कम होती जाती है। इस प्रकार के पदार्थ पारभासी कहलाते है।

  उदाहरण : तेल

(D) प्रकाश के अभिलाक्षणिक गुण

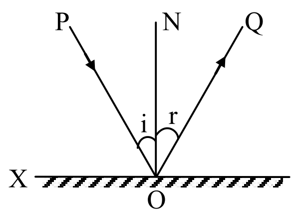
- प्रकाश एक विद्युत चुम्बकीय तरंग है।
- प्रकाश एक सरल रेखा में गतिमान होता है।
- प्रकाश एक अनुप्रस्थ तरंग है तथा गतिमान होने के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है। प्रकाश निर्वात में गति कर सकता है। निर्वात में इसकी चाल 3×10^8 m/s है।
- प्रकाश के वेग में परिवर्तन होता है जब यह एक माध्यम से दूसरे माध्यम में गुजरती है।
- प्रकाश की तरंगदैर्ध्य (λ) में परिवर्तन होता है जब यह एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती है।
- प्रकाश की आवृति (f) सभी माध्यमों में समान रहती है।
- प्रकाश पॉलिशयुक्त पृष्ठों जैस दर्पण, पॉलिशयुक्त धातु पृष्ठ इत्यादि से वापस परावर्तित होकर गुजरता है।
- प्रकाश अपवर्तन (bending) के अधीन होता है। जब यह एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे माध्यम में गुजरता है।
- प्रकाश को गतिमान होने के लिए किसी पदार्थ के माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है। यह निर्वात में भी गतिमान हो सकता है। निर्वात में प्रकाश का वेग 299, 792, 458 m/s मानते है।
- वर्तमान वैज्ञानिक सिद्धांतों के अनुसार, कोई भी पदार्थ का कण निर्वात में प्रकाश की चाल से अधिक चाल से गति नहीं कर सकता है।

➢ प्रकाश का परावर्तन

- **परिभाषा:** जब प्रकाश किरणे एक अपारदर्शी पॉलिशयुक्त पृष्ठ (माध्यम) पर आपतित होती है, तो यह उसी माध्यम में पुनः लौट जाती है।

  समान माध्यम में प्रकाश की किरण के लौटने की परिघटना प्रकाश का परावर्तन कहलाता है।

कुछ सम्बन्धित पदों की परिभाषाऐ:



- **परावर्तक पृष्ठ:** वह सतह जिससे प्रकाश परावर्तित होता है, परावर्तित पृष्ठ कहलाती है। चित्र में, XY परावर्तित पृष्ठ है।
- **आपतन बिन्दु:** एक परावर्तक पृष्ठ पर वह बिन्दु जिस पर प्रकाश किरणें टकराती है, आपतन बिन्दु कहलाता है। चित्र में, आपतन बिन्दु O है।
- **अभिलम्ब :** परावर्तक पृष्ठ पर आपतन बिन्दु के लम्बवत् रेखा अभिलम्ब कहलाती है। चित्र में ON अभिलम्ब है।
- **आपतित किरण:** वह प्रकाश की किरण जो परावर्तक पृष्ठ से आपतन बिन्दु पर टकराती है। आपतित किरण कहलाती है। चित्र में, PO आपतित किरण है।
- **परावर्तित किरण:** वह प्रकाश की किरण जो परावर्तक पृष्ठ से आपतन बिन्दु से परावर्तित हो जाती है, परावर्तित किरण कहलाती है। चित्र में, OQ परावर्तित किरण है।
- **आपतन कोण:** वह कोण जो आपतित किरण अभिलम्ब के साथ बनाती है, आपतन कोण कहलाता है। यह संकेत i द्वारा प्रदर्शित है। चित्र में, कोण PON आपतन कोण है।
- **परावर्तन कोण:** वह कोण जो परावर्तित किरण अभिलम्ब के साथ बनाती है, परावर्तन कोण कहलाता है। यह संकेत r द्वारा प्रदर्शित है। चित्र में, $\angle QON$ परावर्तन कोण है।
- **आपतन तल:** वह तल जिसमें अभिलम्ब एवं आपतित किरण रहती है, आपतन तल कहलाता है। चित्र में, किताब पृष्ठ का तल आपतन तल कहलाता है।
- **परावर्तक तल :** वह तल जिसमें अभिलम्ब एवं परावर्तित किरण रहती है, परावर्तक तल कहलाता है। चित्र में, किताब के पृष्ठ का तल परावर्तक तल हैं।

➤ प्रकाश के परावर्तन के नियम

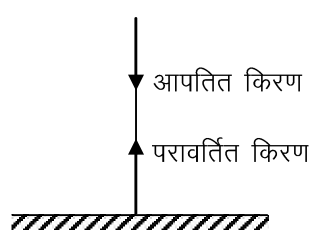
- **प्रथम नियम:** आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा अभिलम्ब आपतन बिन्दु पर सभी एक ही तल में होते है।
- **द्वितीय नियम:** परावर्तन कोण ($\angle r$) सदैव आपतन कोण ($\angle i$) के बराबर होता है।

अर्थात् $\angle r = \angle i$

(अभिलम्ब आपतन के लिए $i = 0$, $r = 0$ हैं किरण अभिलम्ब के अनुदिश पुनः परावर्तित हो जाती है)

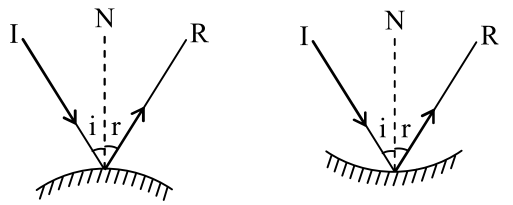
(i) एक प्रकाश किरण पृष्ठ पर लम्बवत् आपतित होती है, उसके मार्ग का पुनः अनुसरण करती हैं।

जब एक प्रकाश किरण एक सतह पर लम्बवत् आपतित होती है, तब आपतन कोण शून्य होता है अर्थात् $\angle i = 0$, परावर्तन के नियम अनुसार, $\angle r = \angle i$, $\therefore \angle r = 0$ अर्थात् परावर्तित किरण सतह के लम्बवत् होती है। इस प्रकार, एक पृष्ठ के लम्बवत् आपतित किरण चित्रानुसार उसके पथ का पुनः अनुसरण करती हैं।



लम्बवत् आपतन

(ii) परावर्तन के नियम तब भी लागू होते हैं जब प्रकाश चित्रानुसार (a) व (b) में गोलीय या वक्र पृष्ठ से परावर्तित होता है।

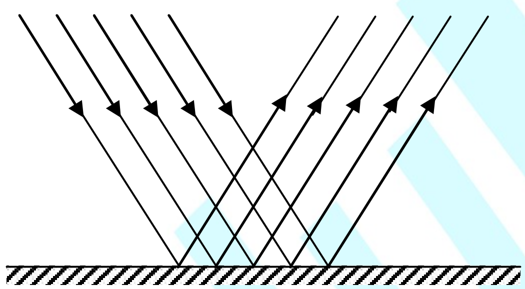


(a) (b)

वक्र सतह से परावर्तन

(iii) नियमित या अनियमित परावर्तन

नियमित परावर्तन : ऐसी परिघटना जिसके कारण किसी माध्यम में से जाता हुआ एक समान्तर प्रकाश पुँज एक चिकनी पोलिश की गयी सतह पर टकराने के बाद इससे एक समान्तर पुँज के रूप में किसी दूसरी निश्चित दिशा में निकलता है, इसे नियमित परावर्तन कहते हैं।

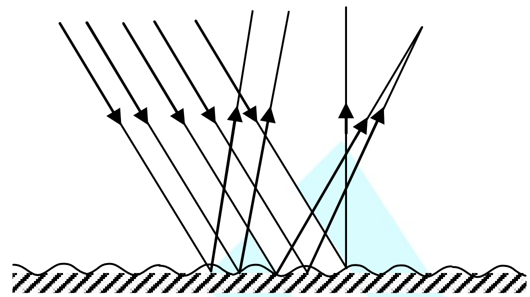


नियमित परावर्तन

नियमित परावर्तन उन पदार्थो से होता है जैसे देखने का शीशा, शांत जल, तेल, उच्च रूप से पोलिश की गयी धात्विक सतहें इत्यादि।

नियमित परावर्तन प्रतिबिम्ब बनाने में उपयोगी है, जैसे कि हम एक दर्पण में हमारा चेहरा केवल नियमित परावर्तन के कारण देखते हैं। यद्यपि यह हमारी आँखों पर बहुत प्रबल चकाचौंध डालता हैं।

अनियमित परावर्तन या विसरित परावर्तन :



अनियमित या विसरित परावर्तन

अनियमित परावर्तन : परिघटना, जिसके कारण किसी माध्यम में गति करता हुआ एक समान्तर प्रकाश पुँज किसी खुरदरी सतह से टकराने पर विभिन्न सम्भावित दिशाओं में परावर्तित हो जाता हैं, अनियमित परावर्तन या विसरीत परावर्तन कहलाता हैं।

परावर्तन जो जमीन से, दीवारों से, पेड़ से, हवा में लटके कणों से और विभिन्न प्रकार की बहुत सी वस्तुओं जो बहुत चिकनी नहीं है, से होता है। अनियमित परावर्तन कहलाता हैं।

अनियमित परावर्तन प्रकाश ऊर्जा को एक बड़े क्षेत्र में फैलाने में मदद करता है और इसकी तीव्रता भी कम करता है। इस प्रकार यह स्थान के सामान्य प्रतिदीप्ती में हमारी सहायता करता है और हमारे चारों ओर स्थित वस्तुओं को देखने में हमारी मदद करता हैं।

- **निर्देश :** परावर्तन के नियम हमेशा मान्य होते है, इससे कोई फर्क नहीं पड़ता कि परावर्तन नियमित है अथवा अनियमित।

➤ प्रतिबिम्ब की प्रकृति

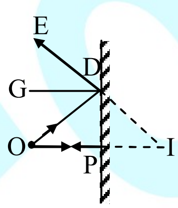
- **परिभाषा :** एक बिन्दु बिम्ब से आपतित किरणें एक दर्पण से परावर्तित होती है, या तो वास्तव में एक बिन्दु पर मिले या एक बिन्दु से आती हुई प्रतीत हो तब वह बिन्दु प्रतिबिम्ब कहलाता है।

वास्तविक प्रतिबिम्ब	आभासी प्रतिबिम्ब
1. एक वास्तविक प्रतिबिम्ब बनता है, जब दर्पण के सामने दो और अधिक परावर्तित किरणें एक बिन्दु पर मिलती है।	1. एक आभासी प्रतिबिम्ब बनता है जब दो या दो से अधिक किरणें दर्पण के पीछे से एक बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती है।
2. एक वास्तविक प्रतिबिम्ब एक पर्दे पर प्राप्त किया जा सकता है।	2. एक आभासी प्रतिबिम्ब एक पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता।
3. एक वास्तविक प्रतिबिम्ब बिम्ब के सापेक्ष उल्टा होता है।	3. एक आभासी प्रतिबिम्ब एक बिम्ब के सापेक्ष सीधा होता है।

➤ समतल दर्पण से परावर्तन

समतल दर्पण से, बिम्ब की दूरी तथा प्रतिबिम्ब की दूरी के मध्य सम्बन्ध यह है कि दोनों बराबर होती हैं।

इसकी जाँच के लिए, चित्र में दर्शायी गई ज्यामितीय संरचना पर विचार कीजिए। वस्तु O से प्रारम्भ होने वाली किरणें OP तथा OD दर्पण पर आपतित होती है। किरण OP दर्पण के लम्बवत् है तथा PO के अनुदिश पुनः परावर्तित होती है। आपतित किरण OD तथा परावर्तित किरण DE अभिलम्ब DG के साथ समान कोण बनाती है। दोनों परावर्तित किरणे जब पीछे बढ़ायी जाती है तो I पर मिलती है तथा वहाँ एक आभासी प्रतिबिम्ब उत्पन्न करती है।



अब, $\angle EDG = \angle DIO$ (DG || IO),

$\angle EDG = \angle GDO$ (परार्वतन के नियम),

और

$\angle GDO = \angle DOI$ (DG || IO).

इस प्रकार, $\angle DIO = \angle DOI$

$\therefore$ OD = DI

अब $OP^2 = OD^2 - DP^2$, और

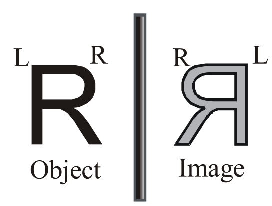
$PI^2 = DI^2 - DP^2$

समी. (i) से जबकी OD = DI, $OP^2 = PI^2$ or OP = PI.

अतः एक समतल दर्पण की स्थिति में, प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे उसी दूरी पर बनता है जिस दूरी पर दर्पण के सामने वस्तु हैं।

◈ समतल पृष्ठों से परावर्तन के बारे में कुछ महत्वपूर्ण परिणाम

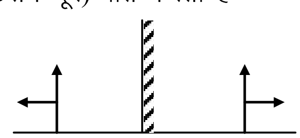
◆ **पार्श्व व्युत्क्रम :** जब आप एक ऊर्ध्वाधर समतल दर्पण में अपना प्रतिबिम्ब देखते है जो की एक अलमारी में फिक्स है। प्रतिबिम्ब में सिर ऊपर तथा पैर नीचे है, समान प्रकार से जैसे की आप वास्तविक रुप से फर्श पर खडे होते है। इस प्रकार प्रतिबिम्ब एक सीधा प्रतिबिम्ब कहलाता है। यद्यपि यदि आप अपना दायाँ हाथ गतिमान करते है, यह दिखाई देगा जैसे आपका प्रतिबिम्ब का बायाँ हाथ गति कर रहा हो। यदि आप एक समतल दर्पण के सामने एक मुद्रित पृष्ठ रख देते है। अक्षरों का प्रतिबिम्ब सीधा दिखाई देगा किन्तु पार्श्व रुप से उल्टा या किनारो की ओर दिखाई देगा। इस प्रकार का व्युत्क्रमण पार्श्व व्युत्क्रम कहलाता है।



◆ **वस्तु एवं प्रतिबिम्ब की सापेक्षिक गति:**

स्थिति I :

यदि एक वस्तु v चाल से समतल दर्पण की ओर (या उसमें दूर) गति करती है–



प्रतिबिम्ब भी v चाल से उसकी ओर (उससे दूर) जाऐगा

वस्तु के सापेक्ष प्रतिबिम्ब की चाल होगी $v - (-v) = 2v$.

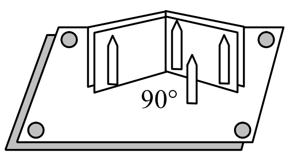
स्थिति II:

यदि दर्पण वस्तु की ओर (या उससे दूर) v चाल से गति करता है।

प्रतिबिम्ब 2v चाल से वस्तु की ओर (या उससे दूर) गति करेगा।

◆ **बहु परावर्तन**

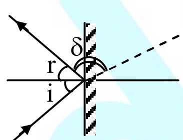
दो समतल दर्पणों के कारण बनने वाले प्रतिबिम्बों की संख्या उनके मध्य कोण θ पर निर्भर करती है।



यदि दर्पणों के मध्य कोण 90° हो तो कुल तीन प्रतिबिम्ब प्राप्त होते है।

◆ **विचलन (Deviation) :** इसे δ से व्यक्त करते है। जो आपतित किरण एवं निर्गत किरण की दिशाओं के मध्य कोण है अतः यदि प्रकाश i आपतन के कोण पर आपतित होता है,

$\delta = 180^\circ - (\angle i + \angle r) = (180^\circ - 2i)$ [as $\angle i = \angle r$]



अतः यदि प्रकाश 30º कोण पर आपतित होता है,

$\delta = (180^\circ - 2 \times 30^\circ) = 120^\circ$ तथा अभिलम्ब आपतन के लिए $\angle i = 0^\circ, \delta = 180^\circ$

एक समतल दर्पण द्वारा बनाये गये प्रतिबिम्ब के अभिलाक्षिक गुण :

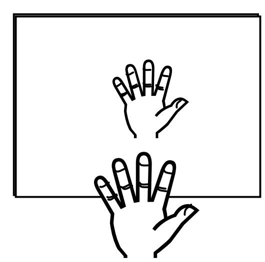
(i) एक समतल दर्पण द्वारा बनाया गया प्रतिबिम्ब आभासी होता है।

(ii) एक समतल दर्पण द्वारा बनाया गया प्रतिबिम्ब सीधा होता है।

(iii) एक समतल दर्पण द्वारा बनाया गया प्रतिबिम्ब का आकार वह होता है जो कि बिम्ब का है। यदि बिम्ब 10 cm ऊँचा हो तो बिम्ब का प्रतिबिम्ब भी 10 cm ऊँचा होगा।

(iv) एक समतल दर्पण द्वारा बनाये गये प्रतिबिम्ब की दर्पण के पीछे वही दूरी होगी जो कि बिम्ब की दर्पण के सामने होती है। मान लीजिए एक बिम्ब एक समतल दर्पण के सामने 5 cm पर रखा जाता है। तब इसका प्रतिबिम्ब समतल दर्पण के पीछे 5 cm पर होगा।

(v) एक समतल दर्पण द्वारा बनाया गया है प्रतिबिम्ब पार्श्व रूप से व्युत्क्रमित होता है। अर्थात् बिम्ब का दाया पक्ष प्रतिबिम्ब के बायें पक्ष के रूप में नजर आयेगा एवं बिम्ब का बायां पक्ष प्रतिबिम्ब के दायें पक्ष के रूप में नजर आयेगा।

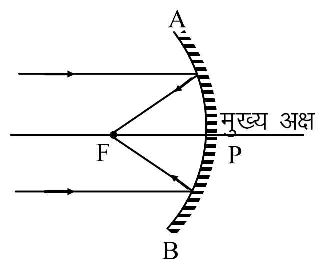


पार्श्व व्युत्क्रमण

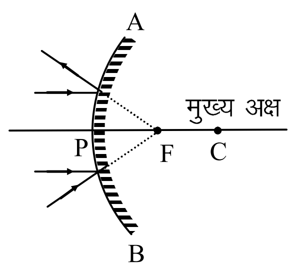
गोलीय दर्पण से परावर्तन

◈ **परिचय :** गोलीय दर्पण दो प्रकार के होते है

(i) अवतल दर्पण:



(ii) उत्तल दर्पण :



◈ **गोलीय दर्पणो से सम्बंधित कुछ पदः**

◆ **द्वारक:** दर्पण की वृत्ताकार रिम का व्यास होता है। चित्र में AB दर्पण का द्वारक है।

◆ **ध्रुव (Pole):** दर्पण की गोलीय सतह का केन्द्र दर्पण का ध्रुव कहलाता है। यह सतह पर होता है। आरेख में, दर्पण का ध्रुव P है।

◆ **वक्रता केन्द्र:** गोलीय कोश का केन्द्र जिसका दर्पण एक भाग है, दर्पण का वक्रता केन्द्र कहलाता है। यह सतह के बाहर होता है। दर्पण सतह का प्रत्येक बिन्दु इसमें समान दूरी पर होता है। चित्र में दर्पण का वक्रता केन्द्र C होता है।

◆ **मुख्य अक्ष:** दर्पण के वक्रता केन्द्र तथा ध्रुव से गुजरने वाली सरल रेखा दर्पण का मुख्य अक्ष कहलाता है।

◆ **मुख्य फोकस:** यह दर्पण के मुख्य अक्ष पर स्थित एक बिन्दु होता है, इस तरह से कि मुख्य अक्ष के समान्तर दर्पण पर आपतित होने वाली किरणें, परावर्तन के बाद वास्तव में इस बिन्दु पर मिलती है। (अवतल दर्पण के सन्दर्भ में) अथवा इससे आती हुई प्रतीत होती है (उत्तल दर्पण के सन्दर्भ में) चित्र में, F दर्पण का मुख्य फोकस है।

◆ **वक्रता त्रिज्या:** दर्पण के वक्रता केन्द्र तथा ध्रुव के मध्य दूरी को वक्रता त्रिज्या कहते है। यह गोलीय कोश जो दर्पण का एक भाग है, की त्रिज्या के बराबर होती है। चित्र में, दर्पण की वक्रता त्रिज्या PC है। इसे संकेत R द्वारा प्रदर्शित करते है।

◆ **फोकस दूरी :** ध्रुव तथा दर्पण के मुख्य अक्ष के मध्य दूरी दर्पण की फोकस दूरी कहलाती है। चित्र में, दर्पण की फोकस दूरी PF हैं इसे संकेत f द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

$F = + R/2$ उत्तल दर्पण के लिए

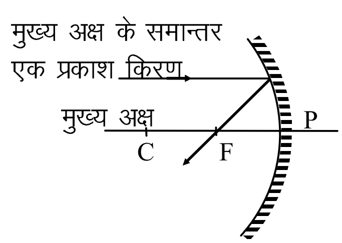
$F = - R/2$ अवतल दर्पण के लिए

◆ **मुख्य भाग:** एक समतल जो इसके वक्रता केन्द्र तथा दर्पण के ध्रुव से गुजर रहा है, से काटे गए गोलीय दर्पण का भाग दर्पण का मुख्य भाग कहलाता है। यह मुख्य अक्ष रखता है। चित्र में, कागज पृष्ठ के तल द्वारा काटे गए दर्पण का मुख्य भाग APB है।

गोलिय दर्पण में प्रतिबिम्ब निर्माण के नियम

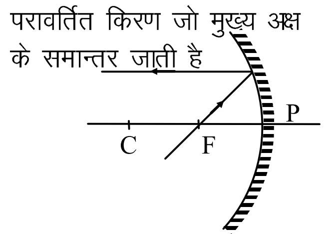
◈ **अवतल दर्पण से प्रतिबिम्ब निर्माण के लिए नियम**

(a) *जब प्रकाश किरण मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित होती है।*

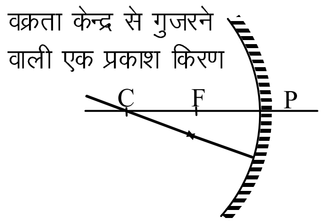


या

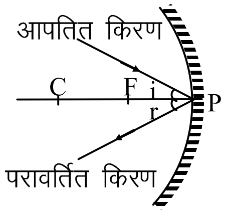
जब प्रकाश किरण फोकस की ओर आपतित होती है



(b) जब प्रकाश किरण वक्रता केन्द्र की ओर आपतित होती है

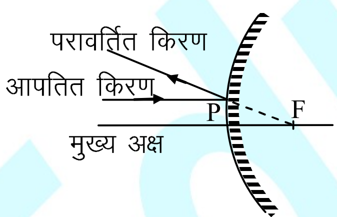


(c) जब प्रकाश किरण दर्पण के ध्रुव पर आपतित होती है।



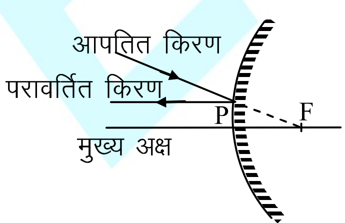
◈ **उत्तल दर्पण से बनने वाले प्रतिबिम्ब के लिए नियम**

(a) जब प्रकाश किरण मुख्यअक्ष के समान्तर आपतित होती है।

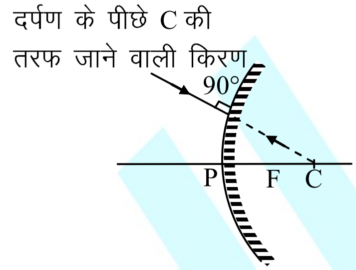


या

जब प्रकाश किरण फोकस की तरफ आपतित होती है



(b) जब वक्रता केन्द्र की ओर निर्देशित प्रकाश किरण दर्पण पर आपतित होती है



◈ **चिन्ह परिपाटी :**

(a) **विवरण :** यह एक ऐसी परिपाटी है जो मापी गई भिन्न दूरियों के चिन्ह निर्धारित करती है। यह चिन्ह परिपाटी नयी कार्तीय चिन्ह परिपाटी कहलाती है। यह निम्न नियम दर्शाती है।

1. सभी दूरियाँ दर्पण के ध्रुव से मापी गई है।
2. आपतित प्रकाश की दिशा की समान दिशा में मापी गई दूरियों को धनात्मक लिया जाता है।
3. आपतित प्रकाश की दिशा के विपरीत दिशा में मापी गई दूरियाँ ऋणात्मक ली जाती है।
4. मुख्य अक्ष के लम्बवत् एवं ऊपर की ओर मापी गई दूरियाँ धनात्मक ली जाती है
5. मुख्य अक्ष के लम्बवत् एवं नीच की ओर मापी गई दूरियाँ ऋणात्मक ली जाती है

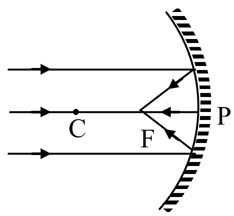
➢ विभिन्न स्थितियों में गोलीय दर्पणों द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना

परिचय : दर्पण सूत्र से, हम पाते है कि निश्चित फोकस दूरी f के एक दर्पण के लिए जैसे-जैसे बिम्ब की दूरी u परिवर्तित होती है, प्रतिबिम्ब की दूरी v भी परिवर्तित होती है।

(A) अवतल दर्पण द्वारा :

(1) : अनन्त पर बिम्ब हो

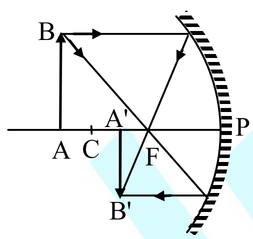
(i) एक बिन्दु बिम्ब मुख्य अक्ष पर अनन्त दूरी पर स्थित होता है। किरणें मुख्य अक्ष के समान्तर आती है तथा दर्पण से परावर्तन के पश्चात् वास्तविक रुप से F फोकस पर मिलती है। प्रतिबिम्ब F पर बनता है। यह वास्तविक तथा बिन्दु के आकार का होता है।



चित्र : अन्नत पर बिन्दु बिम्ब, फोकस पर प्रतिबिम्ब

(2) वक्रता केन्द्र से दूर बिम्ब

वास्तविक बिम्ब AB, फोकस तथा वक्रता केन्द्र के मध्य इसका प्रतिबिम्ब A′B′ बनाता है। प्रतिबिम्ब वास्तविक–उल्टा एवं घटता हुआ दिखता है।

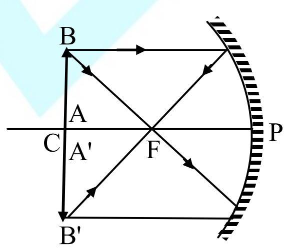


चित्र : वक्रता केन्द्र से दूर बिम्ब, फोकस तथा वक्रता केन्द्र के मध्य प्रतिबिम्ब

(3) वक्रता केन्द्र पर बिम्ब

वास्तविक वस्तु AB वक्रता केन्द्र पर इसका प्रतिबिम्ब A′B′ रखता है।

प्रतिबिम्ब वास्तविक–उल्टा तथा बिम्ब के समान आकार का है।

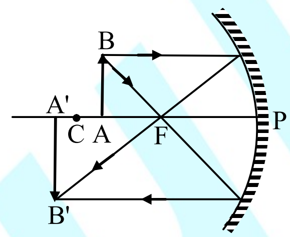


चित्र : वक्रता केन्द्र पर बिम्ब, वक्रता केन्द्र पर प्रतिबिम्ब

(4) वक्रता केन्द्र तथा फोकस के मध्य बिम्ब :

वास्तविक बिम्ब AB वक्रता केन्द्र से दूर अपना प्रतिबिम्ब A′B′ बनाता है।

प्रतिबिम्ब वास्तविक–उल्टा तथा दीर्घ होता है। (बिम्ब के आकार से बड़ा)

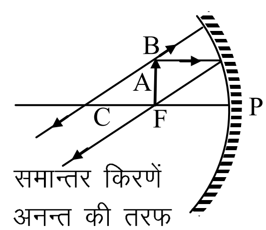


चित्र : वक्रता केन्द्र तथा फोकस के मध्य बिम्ब, वक्रता केन्द्र से दूर प्रतिबिम्ब

(5) फोकस पर रखे बिम्ब द्वारा :

वास्तविक बिम्ब AB अनन्त पर अपना प्रतिबिम्ब बनाता है।

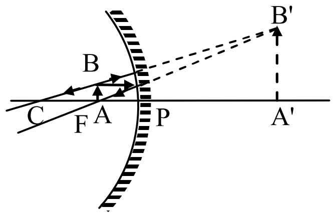
प्रतिबिम्ब काल्पनिक उल्टा (परावर्तित किरणें नीचे की ओर जाती हुई) तथा दीर्घतम आकार का होना चाहिए।



चित्र : बिम्ब फोकस पर, प्रतिबिम्ब अनन्त पर

(6) फोकस तथा ध्रुव के मध्य बिम्ब :

वास्तविक बिम्ब AB दर्पण के पीछे की ओर अपना प्रतिबिम्ब A′B′ बनाता है। प्रतिबिम्ब आभासी, सीधा, बड़ा होता है।



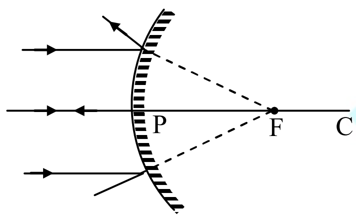
चित्र : ध्रुव तथा फोकस के मध्य बिम्ब, दर्पण के पीछे प्रतिबिम्ब

(B) उत्तल दर्पण द्वारा :

(1) अनन्त पर बिम्ब

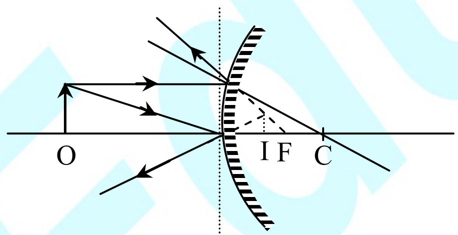
◆ एक बिन्दु वस्तु मुख्य अक्ष पर होती है। किरणे मुख्य अक्ष के समान्तर आती है तथा दर्पण से परावर्तन के पश्चात् दर्पण के पीछे फोकस F से अपसारित होती हुई दिखाई देती है। प्रतिबिम्ब F पर बनता है।

प्रतिबिम्ब आभासी तथा बिन्दु के आकार का है।



चित्र : बिन्दु बिम्ब अनन्त पर, आभासी प्रतिबिम्ब फोकस पर

(2) बिम्ब मुख्य अक्ष पर कहीं भी हो



प्रतिबिम्ब आभासी और बिन्दु आकार का है।

➢ गोलीय दर्पण में आंकिक विधि

(A) दर्पण सूत्र

◆ **परिभाषा :** बिम्ब दूरी (u), प्रतिबिम्ब दूरी (v) और दर्पण की फोकस दूरी (f) को सम्बन्धित करने वाली समीकरण दर्पण सूत्र कहलाती है।

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

◆ **मानी गयी अवधारणाएँ :**

(i) दर्पण का **छोटा द्वारक** होता है।

(ii) बिम्ब दर्पण के मुख्य अक्ष के निकट होता है।

(iii) आपतित किरण दर्पण की सतह से या मुख्य अक्ष से **छोटा कोण** बनाती है।

(B) गोलीय दर्पणों के लिए रेखीय आवर्धन

◆ **परिभाषा :** दर्पण से परावर्तन के कारण बने प्रतिबिम्ब के आकार का बिम्ब के आकार से अनुपात दर्पण द्वारा उत्पन्न रेखीय आवर्धन कहलाता है। इसे संकेत m से दर्शाते है।

$$m=-\frac{v}{u}=\frac{\text{प्रतिबिम्ब की ऊँचाई}}{\text{बिम्ब की ऊँचाई}}$$

(C) दर्पण की शक्ति

$$\text{दर्पण की शक्ति [डायोप्टर में]} = \frac{1}{f\,(\text{मीटर में})}$$

➢ गोलीय दर्पण द्वारा बने प्रतिबिम्ब का संक्षेपण

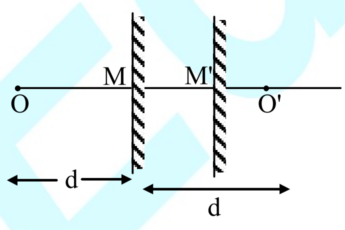
बिम्ब की स्थिति	प्रतिबिम्ब की स्थिति	प्रतिबिम्ब का आकार	प्रतिबिम्ब की प्रकृति
अवतल दर्पण के लिए			
अनन्त पर	फोकस पर	बहुत अधिक छोटा	वास्तविक एवं उल्टा
C से दूर	F व C के मध्य में	छोटा	वास्तविक एवं उल्टा
C पर	C पर	समान आकार का	वास्तविक एवं उल्टा

F व C के मध्य	C से दूर	बड़ा	वास्तविक एवं उल्टा
F पर	अनन्त पर	बहुत बड़ा	वास्तविक एवं उल्टा
P व F के मध्य	दर्पण के पीछे	बड़ा	आभासी व सीधा
उत्तल दर्पण के लिए			
अनन्त पर	फोकस पर	अत्यधिक छोटा	आभासी, बिन्दू आकार का
मुख्य अक्ष पर कहीं भी	ध्रुव व फोकस के मध्य	छोटा	आभासी व सीधा

✦ दृष्टांतीय उदाहरण ✦

Ex.1 एक वस्तु समतल दर्पण के सामने स्थित हैं यदि दर्पण को वस्तु से आगे की ओर x दूरी तक गति कराया जाता है, तो प्रतिबिम्ब कितनी दूरी तक गतिमान होगा ?

हल. माना की वस्तु O चित्र में दर्शाए अनुसार समतल दर्पण M से d दूरी पर प्रारम्भ में था O’ पर बना प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे d दूरी पर बनता है। अब दर्पण को x से M' तक विस्थापित किया जाता है ताकि M' से वस्तु की दूरी d + x हो जाए तो अब प्रतिबिम्ब O” पर बनता है। जो M' से (d + x) दूरी पर भी है।



इसलिए, $OM = MO' = d$

$OM' = M'O'' = d + x$

$OO'' = OM' + M'O'' = 2(d + x)$ ...(1)

जब $OO' = OM + MO' = 2d$ ...(2)

$\therefore \quad O'O'' = OO'' - OO'$

$= 2(d + x) - 2d$

$= 2x$

इस प्रकार प्रतिबिम्ब 2x दूरी द्वारा O' से O" तक विस्थापित हो जाता है।

Ex.2 एक कीट समतल दर्पण से 1.5m दूरी पर हैं निम्न की गणना कीजिए ?

(i) वह दूरी जिस पर कीट का प्रतिबिम्ब बनता है।

(ii) कीट एवं इसके प्रतिबिम्ब के मध्य दूरी

हल. (i) दर्पण से कीट की दूरी = 1.5 m

∴ दर्पण से कीट की दूरी 1.5 m के बराबर है। प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे 1.5 m दूरी पर बनता है।

(ii) कीट व प्रतिबिम्ब के मध्य दूरी

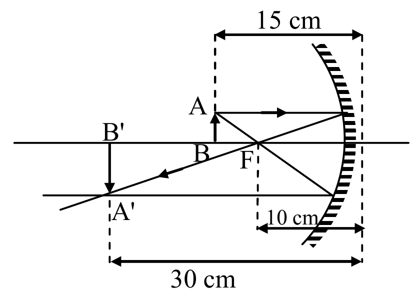
$= 1.5 + 1.5 = 3m$

Ex.3 एक अवतल दर्पण 30 cm त्रिज्या के एक खोखले काँच गोले के एक भाग को काटकर बनाया गया है। दर्पण की फोकस दूरी की गणना कीजिए।

हल. दर्पण की वक्रता त्रिज्या = 30 cm

अतः दर्पण की फोकस दूरी = $\frac{30cm}{2} = 15cm$

Ex.4 एक वस्तु 10 cm फोकस दूरी वाले अवतल दर्पण से 15 cm की दूरी पर रखी हुई है। प्रतिबिम्ब की स्थिति ज्ञात करो।



हल. u = –15 cm तथा f = –10 cm

सूत्र, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ का प्रयोग करने पर हम प्राप्त करते है

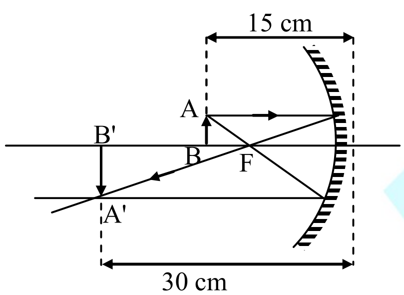
$$\frac{1}{v} + \frac{1}{-15} = \frac{1}{-10}$$

or $$\frac{1}{v} = \frac{1}{15} - \frac{1}{10} = -\frac{1}{30}$$

or $\qquad v = -30$ cm

अतः प्रतिबिम्ब दर्पण से 30 cm दूरी पर बनता है। इसलिए v ऋणात्मक चिन्ह रखता है, प्रतिबिम्ब दर्पण के बायीं ओर बनता है अर्थात दर्पण के सामने (चित्रानुसार) दर्शाया गया है।

Ex.5 3 cm लम्बी एक वस्तु एक अवतल दर्पण के मुख्य अक्ष के लम्बवत् रखी हुई है। दर्पण से वस्तु की दूरी 15 cm है तथा इसका प्रतिबिम्ब दर्पण से 30 cm की दूरी पर बनता है, दर्पण के उसी तरफ जिस तरफ वस्तु है। बनाए गए प्रतिबिम्ब की ऊँचाई गणना करे।



Sol. यहाँ $u = -15$ cm तथा $v = -30$ cm

वस्तु का आकार, h = 2 cm

आवर्धन, $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u}$

या $\qquad \frac{h'}{h} = -\frac{(-30)}{(-15)} = 2$

या $\qquad h' = -2 \times h = -2 \times 3$

$\qquad = -6$ cm

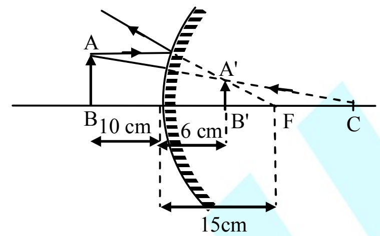
अतः प्रतिबिम्ब की ऊँचाई 6 cm है। ऋणात्मक चिन्ह यह दर्शाता है की यह मुख्य अक्ष के नीचले भाग पर है अर्थात् प्रतिबिम्ब उल्टा है।

Ex.6 1.4 cm लम्बी वस्तु 15 cm फोकस दूरी के उत्तल दर्पण के मुख्य अक्ष के लम्बवत् इससे 10 cm की दूरी पर रखी हुई है। निम्न की गणना कीजिए:

(i) प्रतिबिम्ब की स्थिति

(ii) प्रतिबिम्ब की ऊँचाई

(iii) प्रतिबिम्ब की प्रकृति



Sol. (i) उत्तल दर्पण के लिए फोकस दूरी धनात्मक है।

इसलिए , f = +15 cm और u = –10 cm

सम्बन्ध, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ का प्रयोग करके हम पाते है कि

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{-10} = \frac{1}{15}$$

या $\qquad \frac{1}{v} = \frac{1}{15} + \frac{1}{10} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6}$

या $\qquad v = 6$ cm

अतः v धनात्मक है, दर्पण से 6 cm की दूरी पर दायीं ओर प्रतिबिम्ब बनता है।

(ii) आवर्धन,

या $\qquad m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u}$

$\qquad \frac{h'}{h} = \frac{-6}{-10} = +0.6$

या $\qquad h' = +0.6 \times h_0 = 0.6 \times 1.4$

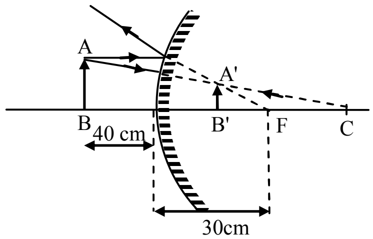
$\qquad = 0.84$ cm.

इसलिए प्रतिबिम्ब की ऊँचाई 0.84 cm है

(iii) चूँकि h' धनात्मक है, प्रतिबिम्ब मुख्य अक्ष पर उसी तरफ होगा जिस तरफ वस्तु हैं।

अतः प्रतिबिम्ब आभासी, सीधा तथा छोटा होगा।

Ex.7 एक वस्तु 30cm फोकस दूरी वाले एक उत्तल दर्पण से 40cm की दूरी पर स्थित है। प्रतिबिम्ब तथा इसकी प्रकृति की स्थिति ज्ञात कीजिए।



हल. यहाँ, वस्तु दूरी $u = -40$ cm

उत्तल दर्पण की फोकस दूरी f = +30 cm

अब दर्पण सूत्र के उपयोग से $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{-40} = \frac{1}{30}$$

or $$\frac{1}{v} = \frac{1}{40} + \frac{1}{30} = \frac{7}{120}$$

or $$v = \frac{120}{7} = 17.1 \text{ cm}$$

धनात्मक चिन्ह यह दर्शाता है की प्रतिबिम्ब दाँयी दाँयी ओर बनता है अर्थात् दर्पण के पीछे।

अब आवर्धनता

$$m = -\frac{v}{u} = -\frac{120}{7\times(-40)} = +\frac{3}{7} = +0.42$$

अतः आवर्धनता धनात्मक है, प्रतिबिम्ब सीधा है। इसी प्रकार प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे 17.1 cm पर बनता है। प्रतिबिम्ब आभासी, सीधा, छोटा होता है।

Ex.8 एक 3 cm ऊँचा बिम्ब एक अवतल दर्पण से 30 cm की दूरी पर रखा जाता हैं। दर्पण से 60 cm पर एक वास्तविक प्रतिबिम्ब बनता हैं। दर्पण की फोकस दूरी व प्रतिबिम्ब के आकार की गणना करो।

Sol. बिम्ब दूरी, $u = -30$

प्रतिबिम्ब की दूरी, $v = -60$

(वास्तविक प्रतिबिम्ब उसी दिशा में बनता है)

अब, दर्पण सूत्र का प्रयोग करके, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ हम पाते है कि

$$\frac{1}{-60} + \frac{1}{-30} = \frac{1}{f}$$

या $$\frac{1}{f} = -\frac{3}{60} = -\frac{1}{20}$$

या $f = -20$ cm

$\therefore$ दर्पण की फोकस दूरी है = 20 cm

आवर्धन $$m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u}$$

या $$\frac{h'}{3} = -\frac{(-60)}{(-30)}$$

या $$h' = 3 \times (-2) = -6 \text{ cm}$$

प्रतिबिम्ब की ऊँचाई 6 cm है ऋणात्मक चिन्ह दर्शाता है कि प्रतिबिम्ब उलटा हैं।

Ex.9 1cm ऊँचाई वाली एक वस्तु 15cm फोकस दूरी वाले एक अवतल दर्पण के सामने 20cm पर स्थित है। प्रतिबिम्ब की स्थिति एवं प्रकृति ज्ञात कीजिए।

Sol. $u = -20$ cm, $f = -15$ cm, $h_0 = 1$ cm

दर्पण सूत्र का प्रयोग करके, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ हम पाते है कि

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{-20} = \frac{1}{-15}$$

या $$\frac{1}{v} = -\frac{1}{15} + \frac{1}{2v} = -\frac{1}{60}$$

$\therefore$ $v = -60$ cm

प्रतिबिम्ब दर्पण से 60 cm पर बनता है। चूँकि u व v के चिन्ह समान है, वस्तु व प्रतिबिम्ब दर्पण के समान साइड़ पर बनते है। इसलिए प्रतिबिम्ब वास्तविक है

अब आवर्धन $$m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} = -\frac{-60\text{ cm}}{-20\text{ cm}} = -3$$

$\therefore$ $h' = -3h = -3 \times 1 \text{ cm} = -3\text{cm}$

ऋणात्मक चिन्ह यह दर्शाता है की प्रतिबिम्ब उल्टा है। इसी प्रकार प्रतिबिम्ब वास्तविक, उल्टा तथा

3 cm आकार वाला तथा दर्पण के समाने 60 cm पर बनता है।

Ex.10 4cm ऊँचाई वाली एक वस्तु 15cm फोकस दूरी वाले एक अवतल दर्पण के सामने 25cm पर स्थित है। पर्दा दर्पण से कितनी दूरी पर होना चाहिए ताकि प्रतिबिम्ब तीक्ष्ण प्राप्त हो ?

हल. यहाँ, u = –25 cm, f = –15 cm, h = + 4 cm

दर्पण सूत्र का प्रयोग करने पर, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$, हम पाते है कि

या $\frac{1}{v}+\frac{1}{-25}=\frac{1}{-15}$

या $\frac{1}{v}=\frac{1}{-15}-\frac{1}{-25}=-\frac{1}{15}+\frac{1}{25}=-\frac{2}{75}$

या $v=\frac{-75}{2}=-37.5$ cm

अतः पर्दा दर्पण से 37.5cm पर उसी भाग में होना चाहिए जिसमें वस्तु है।

अब आवर्धन, $m=\frac{h'}{h}=-\frac{v}{u}$

$\frac{h'}{4.0\,cm}=-\frac{(-37.5)}{(-25)}=-1.5$

or $h'=-1.5\times 4=-6$ cm

ऋणात्मक चिन्ह दर्शाता है की प्रतिबिम्ब उल्टा है। अतः प्रतिबिम्ब वास्तविक, उल्टा व 6 cm आकार का है।

Ex.11 5 cm ऊँची एक वस्तु 30cm वक्रता त्रिज्या के उत्तल दर्पण से 20cm की दूरी पर रखी जाती है। प्रतिबिम्ब की स्थिति, प्रकृति तथा आकार ज्ञात कीजिए।

Sol. यहाँ, u = –20 cm, h = 5 cm

वक्रता त्रिज्या, r = +30 cm

$\therefore$ फोकस दूरी, $f=\frac{r}{2}=+\frac{30}{2}=+15$ cm

दर्पण सूत्र का प्रयोग करने पर, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ हम पाते है कि

$\frac{1}{v}+\frac{1}{-20}=\frac{1}{+15}$

या $\frac{1}{v}=\frac{1}{15}+\frac{1}{20}=\frac{7}{60}$

या $v=\frac{60}{7}$ cm = 8.5 cm.

प्रतिबिम्ब दर्पण से 8.5cm पर बनता है। धनात्मक चिन्ह दर्शाता है की प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे या दूसरी साइड पर बनता है। अतः प्रतिबिम्ब आभासी है। आवर्धनता

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

or $\frac{h'}{5}=-\frac{60/7}{(-20)}=+\frac{60}{7\times 20}=\frac{3}{7}$

or $h'=5\times\frac{3}{7}=\frac{15}{7}=2.1$ cm

प्रतिबिम्ब की ऊँचाई 2.1cm है। धनात्मक चिन्ह दर्शाता है की प्रतिबिम्ब सीधा है।

Ex.12 एक ऑटोमोबाइल में 3m वक्रता त्रिज्या का उत्तल दर्पण उपयोग में लाया जाता है। यदि एक बस दर्पण से 5m पर है, तो प्रतिबिम्ब की स्थिति, प्रकृति एवं आकार ज्ञात कीजिए।

Sol. यहाँ, u = –5 m, r = +3m

$\therefore$ $f=\frac{r}{2}=+\frac{3}{7}$ 1.5 m

सूत्र का प्रयोग करके, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ हम पाते है कि

या $\frac{1}{v}+\frac{1}{-5}=\frac{1}{1.5}$

या $\frac{1}{v}=\frac{1}{1.5}+\frac{1}{5}=+1.15$ m

प्रतिबिम्ब दर्पण के 1.15 m पीछे बनता है।

आवर्धन $m = \frac{h'}{h} = -\frac{v}{u} = -\frac{1.15}{(-5)} = +0.23$

इसी प्रकार प्रतिबिम्ब आभासी, सीधा तथा वस्तु से छोटे आकार का होता है।

◈ याद रखने योग्य महत्वपूर्ण बिन्दु

- **परावर्तन के नियम :**

(a) आपतन कोण, परावर्तन कोण के बराबर होता है

(b) आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा अभिलम्ब सभी समान तल में स्थित होते है।

- **दर्पण :** एक चिकनी, उच्च पॉलिशयुक्त परावर्तक सतह दर्पण कहलाती है। दर्पण दो प्रकार के होते है

  (a) समतल दर्पण (b) वक्रीय दर्पण
  वक्रीय दर्पण वर्गीकृत किये जाते हैं जैसे गोलीय दर्पण या परवलयिक दर्पण जो दर्पण की वक्रता पर निर्भर करते हैं।

- **अवतल दर्पण:** एक गोलीय दर्पण जिसकी आन्तरिक खोखली सतह परावर्तक सतह है, अवतल दर्पण कहलाता हैं। एक अवतल दर्पण एक वस्तु का वास्तविक एवं उल्टा प्रतिबिम्ब बनाता है। यदि वस्तु F के बाहर किसी स्थान पर रखी जाये, यद्यपि जब वस्तु F व P के मध्य रखी जाती है, तो प्रतिबिम्ब सीधा तथा आभासी बनता है।

- **उत्तल दर्पण:** एक गोलीय दर्पण जिसकी सतह का बाहरी उभार (bluging) परावर्तक सतह है, उत्तल दर्पण कहलाता है। उत्तल दर्पण द्वारा बना हुआ प्रतिबिम्ब सदैव सीधा, आभासी एवं वस्तु से छोटा होता है चाहे वस्तु की स्थिति कुछ भी हो। एक उत्तल दर्पण ऑटोमोबाइल में साइड़ दर्पण (चालक के दर्पण) के रुप में उपयोग में लिया जाता है।

- **दर्पण का द्वारक:** एक गोलीय दर्पण जिससे परावर्तन होता है, की प्रभावी चोड़ाई इसका द्वारक कहलाती है।

- **ध्रुव:** वक्रीय दर्पण का केन्द्र इसका ध्रुव कहलाता है।

- **वक्रता केन्द्र:** खोखला गोला जिसका गोलीय दर्पण एक भाग है, का केन्द्र वक्रता केन्द्र कहलाता है। अवतल दर्पण का वक्रता केन्द्र इसके सामने होता है जबकी उत्तल दर्पण का पीछे।

- **वक्रता त्रिज्या :** खोखले गोले जिसका दर्पण एक भाग है, की त्रिज्या वक्रता त्रिज्या कहलाती है।

- **मुख्य अक्ष:** गोलीय दर्पण के ध्रुव तथा वक्रता केन्द्र से गुजरने वाली सरल रेखा तथा इसका मुख्य अक्ष कहलाती है।

- **फोकस:** एक दर्पण के मुख्य अक्ष पर स्थित एक बिन्दु जिस पर अनन्त से आती हुई किरणें मिलती है या मिलती हुई प्रतीत होती है, इसका फोकस कहलाती है। इसे F द्वारा व्यक्त करते है।

- **फोकस दूरी:** एक गोलीय दर्पण के ध्रुव तथा फोकस के मध्य दूरी एक गोलीय दर्पण की फोकस दूरी कहलाती है।

- **वास्तविक प्रतिबिम्ब:** वह प्रतिबिम्ब जो पर्दे पर प्राप्त हो सकता है, एक वास्तविक प्रतिबिम्ब कहलाता है। वास्तविक प्रतिबिम्ब केवल तब बनता है जब परावर्तित या अपवर्तित किरणे वास्तव में एक बिन्दु पर मिलती है।

- **आभासी प्रतिबिम्ब:** वह प्रतिबिम्ब जो दर्पण में देखा जा सकता है किन्तु पर्दे पर प्राप्त नहीं हो सकता है, आभासी प्रतिबिम्ब कहलाता है। एक आभासी प्रतिबिम्ब केवल तब ही बनता है जब परावर्तित या अपवर्तित किरणें एक बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती है।

◆ **गोलीय दर्पणों के लिए चिन्ह परिपाटी:**

दर्पणों के लिए चिन्ह परिमाटी के अनुसार अवतल दर्पण की फोकस दूरी ऋणात्मक है तथा उत्तल दर्पण की धनात्मक है।

◆ **दर्पण सूत्र:** सम्बन्ध $\frac{1}{f}=\frac{1}{v}+\frac{1}{u}$ दर्पण सूत्र कहलाता है।

◆ **आवर्धन :** प्रतिबिम्ब के आकार व वस्तु के आकार का अनुपात आवर्धनता कहलाता है। दर्पण के लिए, आवर्धन (M) द्वारा दिया जाता है –

$$M=-\frac{v}{u}=\frac{h_i}{h_o}.$$

$$\text{शक्ति (डायोप्टर में)}=\frac{1}{f\text{(मीटर में)}}$$

◈ **चिन्ह परिपाटी से निष्कर्ष :**

◆ **गोलीय दर्पण के लिए**

वस्तु की दूरी	u ऋणात्मक है
वास्तविक प्रतिबिम्ब की दूरी	v ऋणात्मक है
आभासी प्रतिबिम्ब की दूरी	v धनात्मक है
फोकस दूरी	f ऋणात्मक है अवतल दर्पण के लिए तथा f धनात्मक है उत्तल दर्पण के लिए
वक्रता त्रिज्या	R ऋणात्मक है अवतल दर्पण के लिए तथा R धनात्मक है उत्तल दर्पण के लिए
वस्तु की ऊँचाई	O धनात्मक है
उल्टी (वास्तविक) प्रतिबिम्ब की ऊँचाई	I ऋणात्मक है
सीधे (आभासी) प्रतिबिम्ब की ऊँचाई	I धनात्मक है