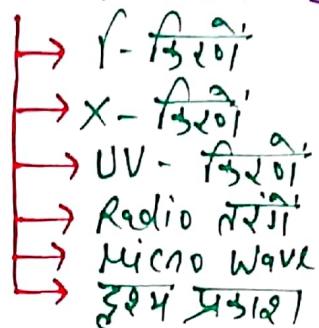


## प्रकाशिकी (Optics)

प्रकाशिकी (Optics) :- भौतिक विज्ञान की वह शाखा है जिसमें जटिल प्रकाश तथा इसकी विभिन्न घटनाओं का अध्ययन किया जाता है, प्रकाशिकी उद्दलानी है।

प्रकाश (Light) :- प्रकाश एवं विद्युत-चुम्बकीय तरंगे हैं।



दृश्य प्रकाश (तरंगदैर्घ्य 3900 - 7800 Å)

V = Violet

I = Indigo

B = Blue

G = Green

Y = Yellow

O = Orange

R = Red

Note:- (1) प्रकाश संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है।

(2) प्रकाश उँचाई पर निर्भर उत्तरता है।

(3) प्रकाश  $3 \times 10^8$  m/sec की चाल से चलता है।

प्रकाशिकी के प्रकार (Types of Optics) :- प्रकाशिकी के निम्नलिखित दो प्रकार हैं:-

(1) किरण प्रकाशिकी (Ray Optics)

[प्रकाश का परावर्तन, अपवर्तन]

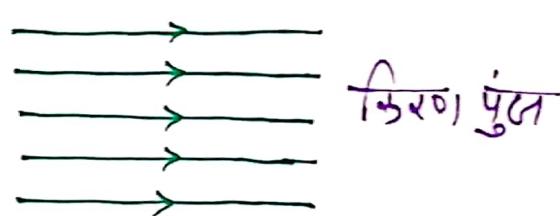
(2) तरंग प्रकाशिकी (Wave Optics)

[प्रकाश का ध्रुव, व्यतिकरण, विवरण]

Note :- (i) प्रकाश सीधी रेखा में चलता है।

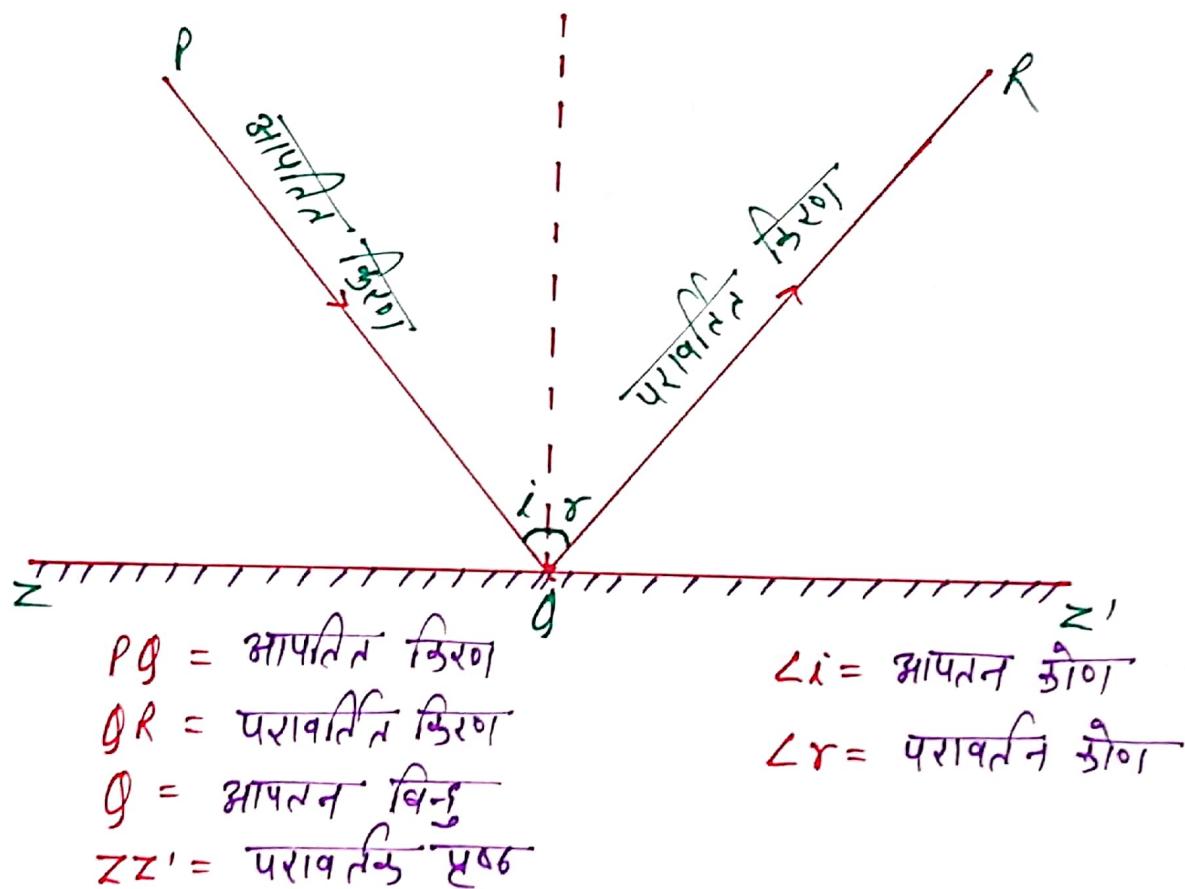
(ii) प्रकाश के सरल रैखिक पथ को 'किरण' कहते हैं। → किरण

(iii) किरणों के समूह को 'किरण पुंज' कहते हैं।



प्रकाश और परावर्तन तथा गोलीय दर्पण  
(Reflection of Light and Spherical Mirror)

प्रकाश और परावर्तन (Reflection of Light) :- जब प्रकाश की ऊँची किरण किसी चिकने वा पॉलिश-दार किंवा हुम्म तल से टकराती है तो वह गाप्स उसी माध्यम में लौट आती है, अह धरना प्रकाश और परावर्तन उहलाती है।



प्रकाश के परावर्तन के नियम (Laws of Reflection of Light) :- प्रकाश के परावर्तन के नियम-  
लिखित दो नियम हैं :-

- (1) आपत्ति किरण, परावर्तित किरण तथा आपत्ति विन्दु पर समिक्षक तीनों में ही तल से होते हैं
- (2) परावर्तन कोण  $i$ , सदैन आपत्ति कोण  $r$  के बराबर होता है

$$\angle r = \angle i$$

प्रतिविम्ब (Image) :- अगर प्रकाश की किरणों कस्तु के इसी विन्दु से चलकर परावर्तन के पश्चात् इसी दूसरे विन्दु पर लाइट मिलती है, अथवा इसी दूसरे विन्दु से आती हुई प्रतीक होती है, तो हम इसरे विन्दु जो पहले विन्दु का प्रतिविम्ब होते हैं।

प्रतिविम्ब के प्रकार (Types of Image) :- प्रतिविम्ब के प्रकार के होते हैं :-

- (1) वास्तविक प्रतिविम्ब
- (2) आभासी प्रतिविम्ब

(1) वास्तविक प्रतिविम्ब (Real Image) :- अगर इसी विन्दु कस्तु से चलने वाली किरणों परावर्तन के पश्चात् इसी विन्दु पर वास्तव में मिलती है, तो इस विन्दु जो विन्दु का 'वास्तविक-प्रतिविम्ब' कहते हैं।

(2) आभासी प्रतिविष्ट (Virtual Image) :- यदि विन्दु वस्तु से चलने वाली छिरणों परावर्तन के पश्चात् किसी दूसरे विन्दु से जाती हुई प्रतीत होती है इस विन्दु को विन्दु-क्षेत्र का आभासी प्रतिविष्ट कहते हैं।

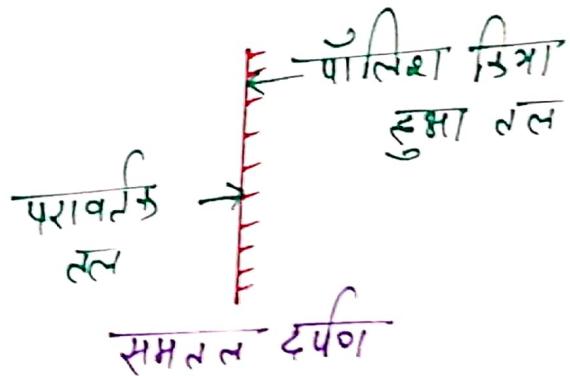
दर्पण (Mirror) :- वह त्रिकोणीय प्रायिकी की हुई सरह जिससे प्रकाश का परावर्तन होता है, दर्पण कहलाती है।

दर्पण के प्रकार (Types of Mirror) :- दर्पण त्रिमत्रिकृत वा प्रकार के होते हैं:-

(1) समतल दर्पण

(2) गोलीय दर्पण

(1) समतल दर्पण (Plane Mirror) :- वह दर्पण त्रिमत्रिकृत प्रकार समतल होता है, समतल दर्पण कहलाता है।



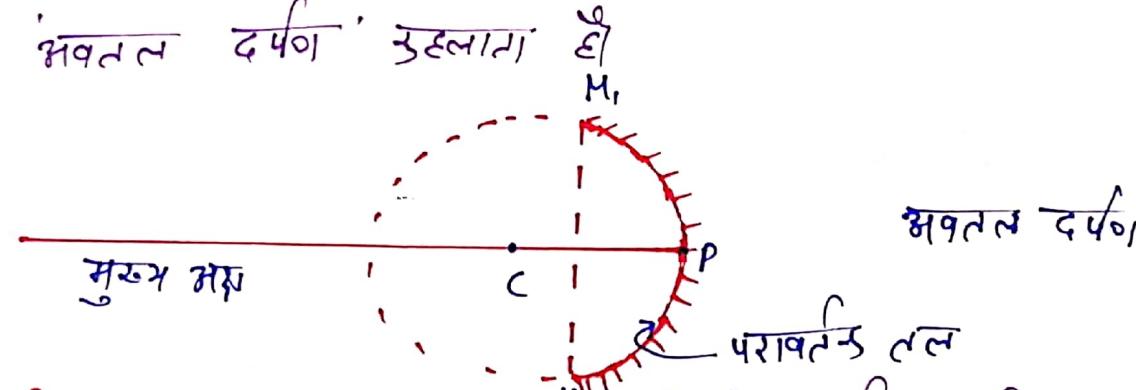
(2) गोलीय दर्पण (Spherical Mirror) :- वह दर्पण जिसका परावर्तन तल क्रियत होता है, गोलीय दर्पण कहलाते हैं।

गोलीय दर्पण के प्रकार (Types of Spherical Mirror) :- गोलीय दर्पण निम्नलिखित प्रकार के होते हैं :-

(1) अवतल दर्पण

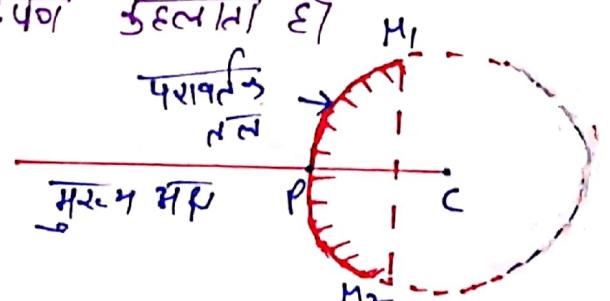
(2) उत्तल दर्पण

(1) अवतल दर्पण (Concave Mirror) :- वह गोलीय दर्पण जिसमें परावर्तन दबे हुए तल से होता है, अवतल दर्पण कहलाता है।



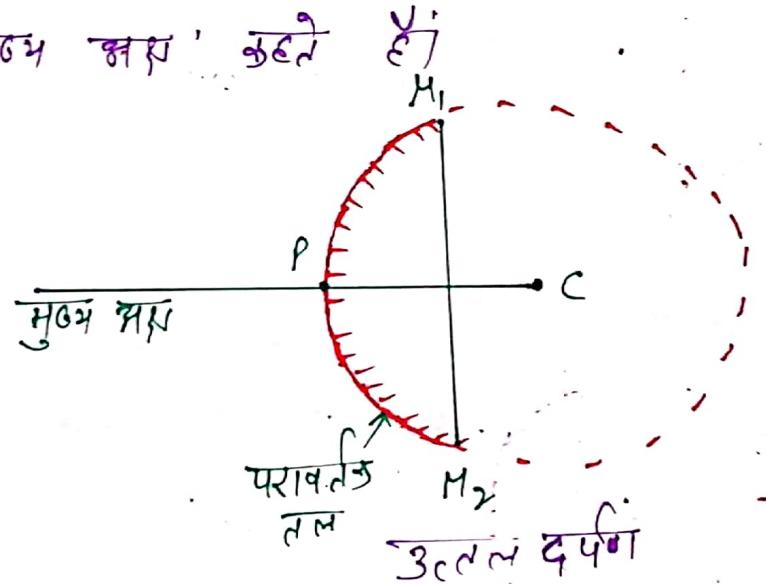
अवतल दर्पण

(2) उत्तल दर्पण (Convex Mirror) :- वह गोलीय दर्पण जिसमें परावर्तन उभे होने वाले तल से होता है, उत्तल दर्पण कहलाता है।



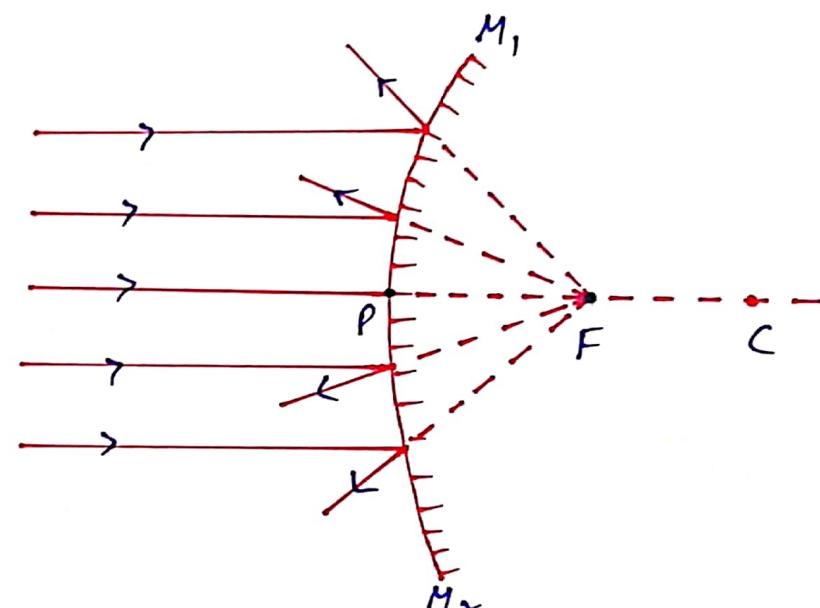
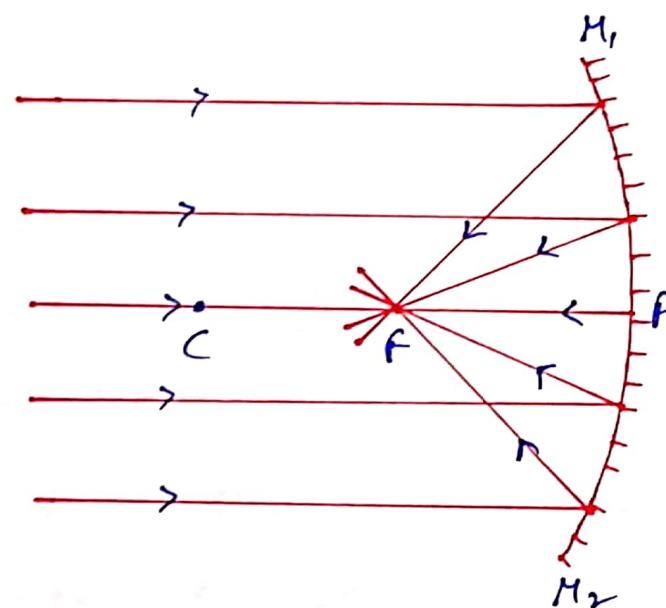
गोलीय दर्पण से सम्बंधित कुछ परिभ्राष्टाएँ (few definitions Regarding spherical mirrors) :-

- (1) केंद्रा केन्द्र (Centre of Curvature) :- गोलीय दर्पण के लिए जो अंतर्गत गोले का आग है, उसका केन्द्र 'केंद्रा केन्द्र' कहलाता है जिसमें विन्दु C, दर्पण का केंद्रा केन्द्र है।
- (2) केंद्रा विमा (Radius of Curvature) :- उस गोले की विमा को लिखकर किंदर्पण का आग है, दर्पण की 'केंद्रा विमा' कहते हैं। जिसमें दूरी CP, दर्पण की केंद्रा विमा है।
- (3) दूष (Pole) :- दर्पण के परावर्तन तल के मध्य विन्दु की दर्पण का 'दूष' कहते हैं। जिसमें विन्दु P, दर्पण का दूष है।
- (4) मुख्य अक्ष (Principal axis) :- दर्पण के दूष तथा केंद्रा केन्द्र की मिलाने वाली रेखा की दर्पण की 'मुख्य अक्ष' कहते हैं।



(5) दर्पण का छारक (Aperture of Mirror) :- दर्पण के परावर्तन तल के व्यास को 'दर्पण का छारक' कहते हैं, चिंग में ऐसा  $M_1 M_2$  दर्पण का छारक है।

(6) मुख्य ओक्टस (Principal Focus) :- दर्पण की मुख्य छारक के समानुरूप छाने वाली प्रक्रिया की तिरंगे दर्पण से परावर्तन के पश्चात् इस बिन्दु पर मिलती हैं या इस बिन्दु से भागी हुई प्रतीत होती हैं, उस बिन्दु को 'दर्पण का मुख्य ओक्टस' कहते हैं।



(7) ओक्टस दूरी (Focal Length) :- दर्पण के द्वारा से मुख्य ओक्टस तल की दूरी को 'दर्पण की ओक्टस दूरी' कहते हैं चिंग में दूरी  $PF$ , दर्पण की ओक्टस दूरी है।

वर्धन की वक्रता विभाग तथा उपर्युक्त दूरी के सम्बन्ध :- यदि दर्पण तथा वक्रता विभाग छोटा होगा है, तो उपर्युक्त दूरी, वक्रता विभाग की ओर होती है। यदि दर्पण की उपर्युक्त दूरी f तथा वक्रता विभाग R है तो -

$$f = \frac{R}{2}$$

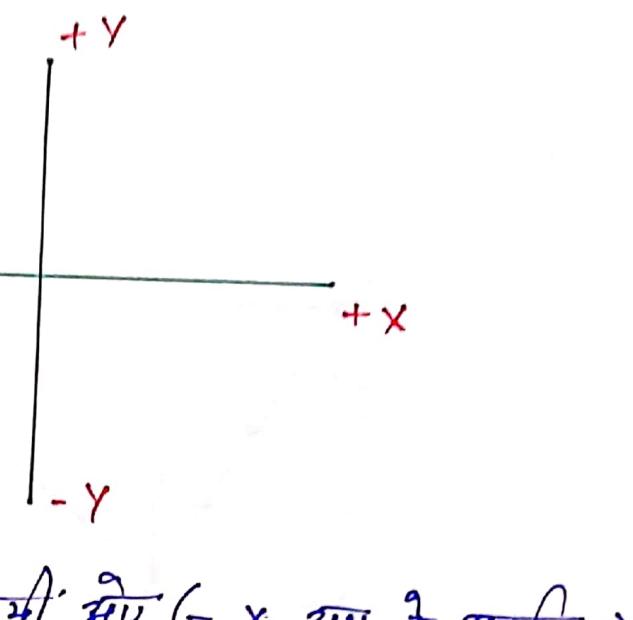
Note :- समतल दर्पण की उपर्युक्त दूरी ज्ञानन्तर होती है।

इरियों नामके से विद्युतिकार्य उपर्युक्त की विवरण :-

(1) दर्पण छाया दूर विद्युतिकार्य लाता है, तथा मुख्य अक्ष X ली जाती है, दूर से उत्तरोत्तर बाली रेखा जी मुख्य अक्ष के लम्बवर्त है, Y-अक्ष ली जाती है।

(2) समस्त इरियों दर्पण के दूर से मुख्य अक्ष के मनुष्यिका तथा लम्बवर्त निम्न प्रकार नामी जाती हैं :-

(i) दूर से दायीं ओर (+X अक्ष के मनुष्यिका) मुख्य अक्ष के मनुष्यिका नामी जीने वाली इरियों घनात्मक विवर के साथ तथा बायीं ओर (-X अक्ष के मनुष्यिका) की इरियों घनात्मक विवर के साथ ली जाती हैं।



(ii) प्रतिविष्ट तथा वस्तु की लम्बाईयों मुख्य अवधि से ऊपर की ओर (+x अवधि के अनुदिश) धनात्मक चिन्ह के साथ ली जाती है तथा गच्छ की ओर (-x अवधि के अनुदिश) अवगति ली जाती है।

Note:- चिन्ह परिणामों के नियमों से निम्न नियष्ट नियति हैं :-

(i) उक्तल दर्पण की ओरेंस इर्सी तथा बक्ता लिया धनात्मक होता।

(ii) भवतल दर्पण की ओरेंस इर्सी तथा बक्ता लिया अवगति होता।

(iii) सीधे (भास्तवी) प्रतिविष्टों के लिए भावधनि अवगति तथा उलटे (वास्तविक) प्रतिविष्टों के लिए अवगति होता।

अवतल दर्पण के लिए u, v तथा f में सम्बन्ध :-

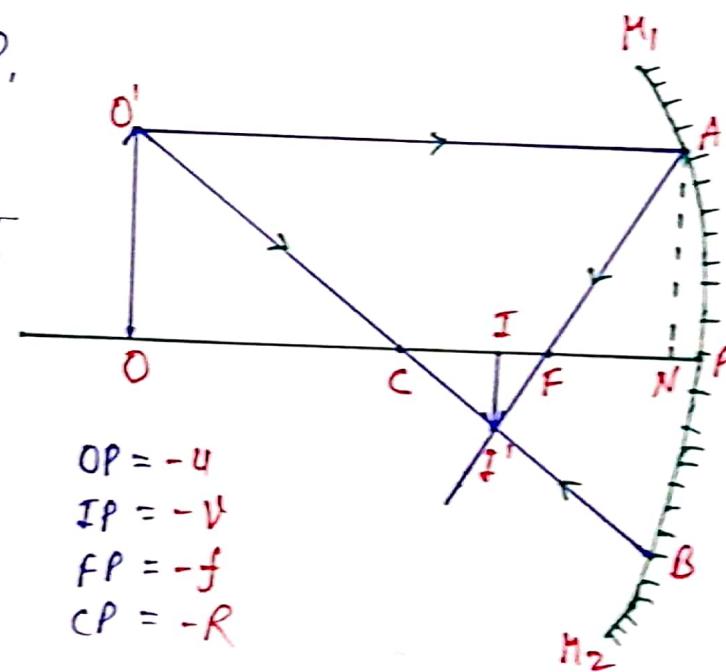
माना कि भवतल दर्पण  $H_1 H_2$  है, जिसका द्रुति  $P$ ,

उसके द्वारा बक्ता दूरी है।

इसकी मुख्य अवधि के लिए विन्दु पर उक्त वस्तु  $O'$  है, जिसका अवतल दर्पण के कारण प्रतिविष्ट  $I I'$  बनता है।

$\triangle O'C$  तथा  $\triangle C I' I$  समान हैं।

$$\therefore \frac{O'}{I I'} = \frac{C O}{I C} - 1$$



इसी प्रकार,  $\Delta II'F$  तथा  $\Delta ANF$  की समानता है, मुख्य अन्त पर A से खींचा गया लाइन  $ANF$ ,

$$\therefore \frac{NA}{II'} = \frac{NF}{FI}$$

But -  $NA = 0O'$

$$\therefore \frac{0O'}{II'} = \frac{NF}{FI} \quad - \textcircled{2}$$

समी. ① व ② से -

$$\frac{CO}{JC} = \frac{NF}{FI}$$

माना बिंदु A, दर्पण के द्वारा P के बहुत समीप है, तब -

$$NF = PF \text{ (लगातार)}$$

$$\therefore \frac{CO}{JC} = \frac{PF}{FI}$$

$$\frac{PO - PC}{PC - PI} = \frac{PF}{PI - PF}$$

निम्न समीकरण मान रखने पर -

$$\frac{-4 - (-R)}{-R - (-v)} = \frac{-f}{-v - (-f)}$$

$$8vf - R = 2f$$

∴  $\frac{-4 + 2f}{-2f + v} \times \frac{-f}{-v + f}$

$$4v - 4f - 2fv + 2f^2 = 2f^2 - fv$$

$$\text{मा, } 4v - 4f - 2fv + 2f^2 - 2f^2 + fv = 0$$

$$\text{मा, } 4v - 4f - fv = 0$$

$uvf$  से  $\frac{4}{uvf}$  भरने पर -

$$\frac{4v}{uvf} - \frac{4f}{uvf} - \frac{fv}{uvf} = 0$$

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{v} - \frac{1}{4} = 0$$

$$\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{4} + \frac{1}{v}}$$

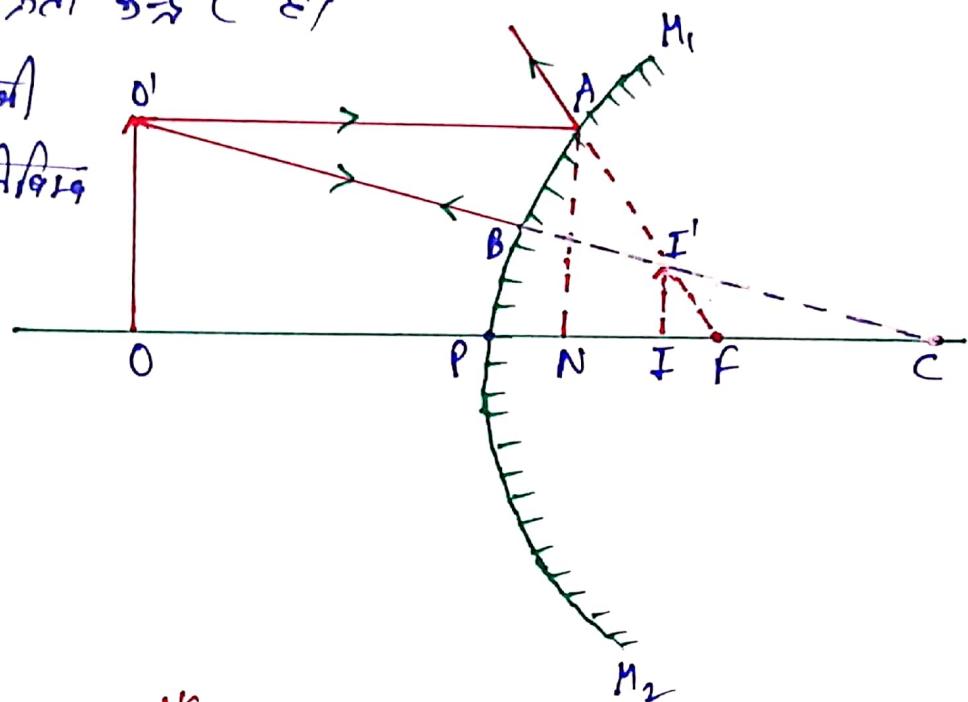
उल्लं दर्पण के लिए 4, v तथा f में संबंध :-

माना हि  $H_1, H_2$  एवं गोली में उल्लं दर्पण है,

जिसका द्रुत  $P$ , मुख्य दौड़ा  $f$  तथा बन्ता दौड़  $C$  है,

इसी मुख्य माध्य पर जो वक्तु  $OO'$  रखी हुई है, जिसका दर्पण के द्वारा प्रतिक्रिया  $II'$  बनता है।

$$PO = -4, \quad PI = 8$$



$\triangle OO'C$  एवं  $\triangle CI'I$  समान हैं।

$$\frac{OO'}{II'} = \frac{OC}{IC} - ①$$

इसी प्रकार,  $\triangle ANF$  एवं  $\triangle II'F$  समान हैं।

$$\frac{AN}{II'} = \frac{NF}{IF}$$

$$\text{But } AN = OO'$$

$$\therefore \frac{OO'}{II'} = \frac{NF}{IF}$$

माना कि विद्युत A, दर्पण के द्वारा P के बहुत समीप है, तब -

$$NF = PF \quad (\text{लगाएंगा})$$

$$\therefore \frac{OO'}{IF'} = \frac{PF}{IF} \quad - ②$$

समी० ① व ② से -

$$\frac{CO}{IC} = \frac{PF}{IF}$$

$$\frac{PC + PO}{PC - PI} = \frac{PF}{PF - PI}$$

चिन्ह सहित मान रखने पर -

$$\frac{R + (-4)}{R - v} = \frac{f}{f - v}$$

$$\text{अ}, \quad \frac{R - 4}{R - v} = \frac{f}{f - v}$$

$$B4f - R = 2f$$

$$\therefore \frac{2f-4}{2f-v} > \frac{f}{f-v}$$

$$2\pi, 2f^2 - 2fv - 4f + \cancel{4v} = 2f^2 - fv$$

$$2\pi, 2f^2 - 2fv - 4f + 4v - 2f^2 + fv = 0 \\ -fv - 4f + 4v = 0$$

$4vf$  ଥିଲେ କରି ହୁଏ -

$$\frac{-f^2}{4vf} - \frac{4f}{4vf} + \frac{4v}{4vf} = 0 \\ -\frac{1}{u} - \frac{1}{v} + \frac{1}{f} = 0$$

$$2\pi, \frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u}$$

ଏହା ଗୋଲିଯ 'ତ୍ରୈତୀ ଦୟା' କି ସମ୍ଭବ ନାହିଁ

संयुगी डोडस मध्यवासंयुगी विन्दु (Conjugate foci or Conjugate Points) :-

उन दो विन्दुओं की संयुगी डोडस उहते हैं, जिनमें से एक विन्दु पर रखी वस्तु का प्रतिबिंब दूसरे विन्दु पर बनता है,

संयुगी डोडस का मतलब यह होता है कि अदि वस्तु और प्रतिबिंब का स्थान अलग दिया जाए तब भी प्रतिबिंब उसी स्थान पर बनता है।

Not:- संयुगी डोडस उक्त अवलम्बन दर्पण में ही संभव है, उल्लम्ब दर्पण में नहीं।

रेखीय आवधि (Linear Magnitude) :-

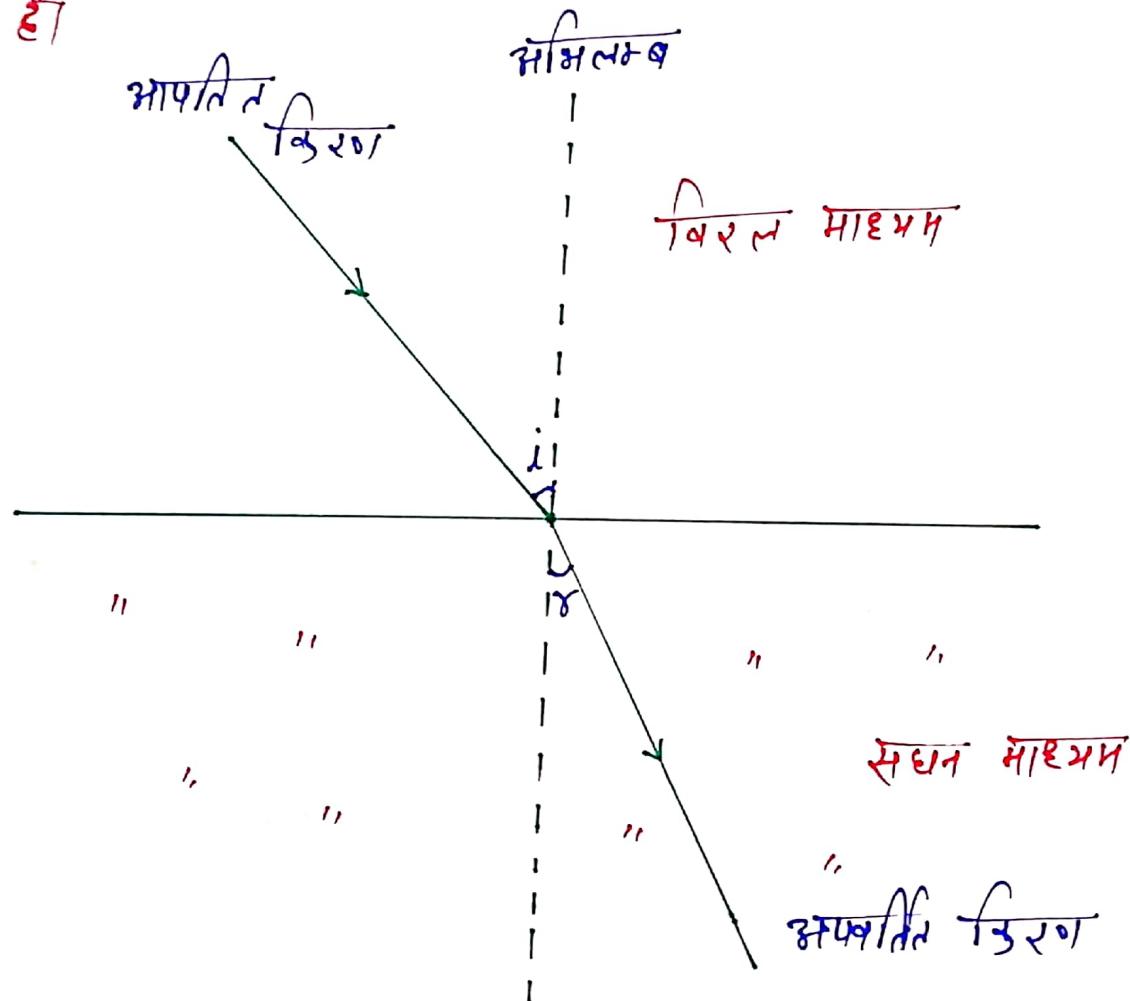
प्रतिबिंब की लम्बाई तथा वस्तु की लम्बाई के अनुपात की रेखीय आवधि ( $m$ ) कहते हैं, जिन्हें दोनों लम्बाइयों मुख्य अध तक लम्बवर्त नाम जारी होते हैं।

$$\text{रेखीय आवधि} (m) = \frac{\text{प्रतिबिंब की लम्बाई} (z)}{\text{वस्तु की लम्बाई} (0)}$$

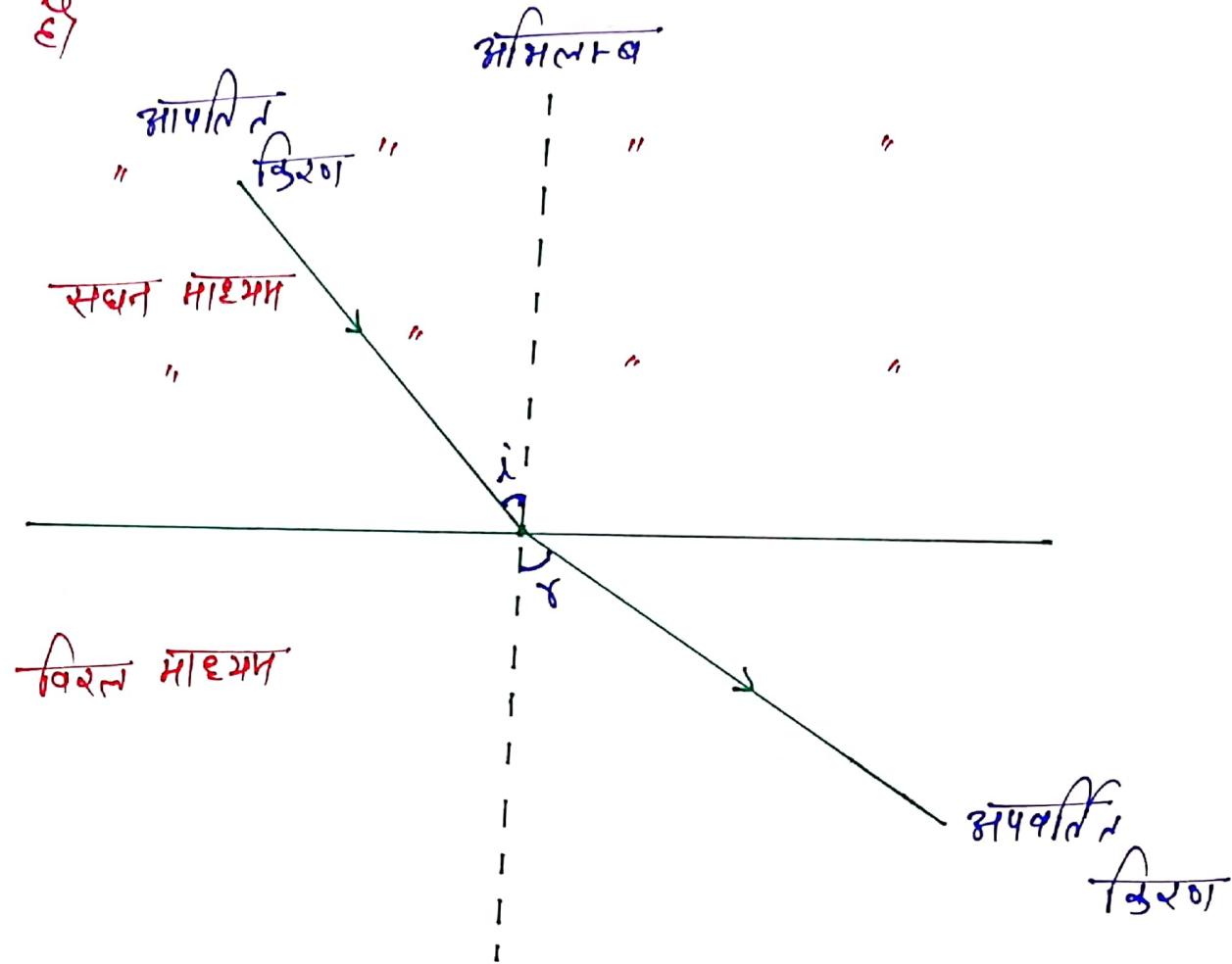
$$m = -\frac{v}{u}$$

प्रकाश का अपवर्तन (Refraction of Light) :- जब प्रकाश की किरण एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे पारदर्शी माध्यम में जाती है, तो इसके माध्यम में जाने पर इसका कोरा तथा लिंग बदल जाती है, इस घटना 'प्रकाश का अपवर्तन' कहलाती है।

(i) जब प्रकाश की किरण किरण माध्यम से संघन माध्यम में जाती है तो वह अभिलम्ब की ओर झुक जाती है।



(ii) अब प्रकाश की निरण सघन माध्यम से विरल माध्यम से जाती है तो वह अभिलाघ से दूर हट जाती है



प्रकाश के अपत्ति त्रिकोण के नियम :- प्रकाश के अपत्ति त्रिकोण के नियम इन्हें हैं :-

(1) आपत्ति त्रिकोण, अपत्ति त्रिकोण तथा सापत्ति त्रिकोण एवं अभिलाघ त्रिकोण एवं त्रिकोण होते हैं

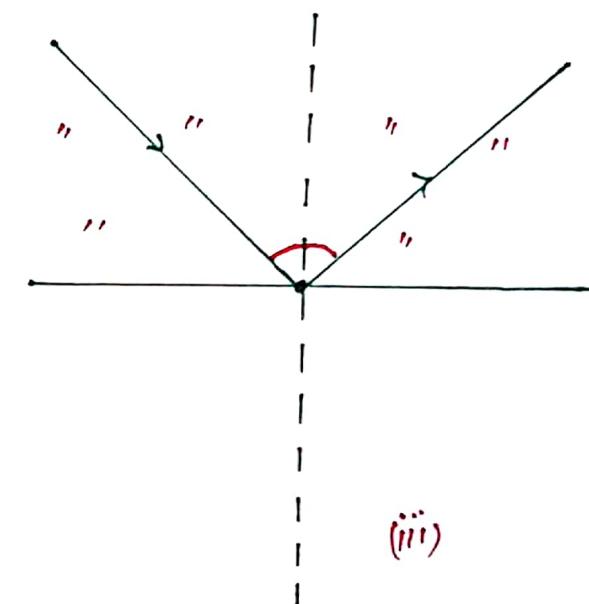
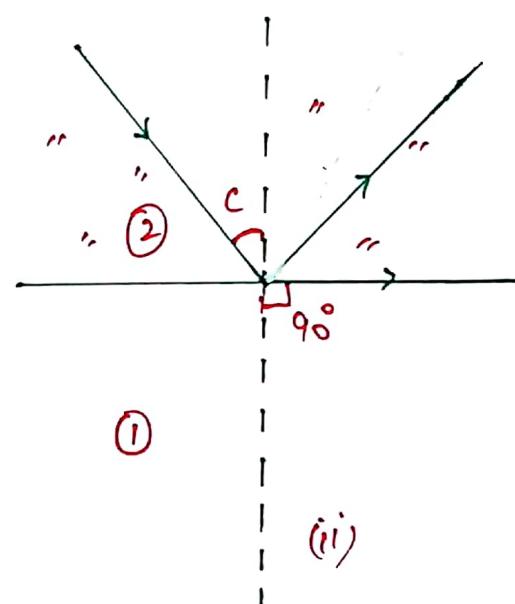
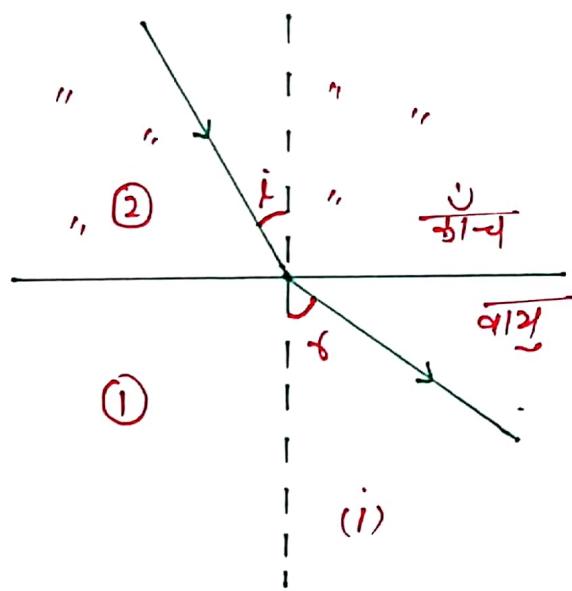
(ii) आपत्ति कोण की दशा ( $\sin i$ ) तथा स्पर्शता कोण की दशा ( $\sin r$ ) का अनुपात एवं निम्नांक होता है, जिस पहले माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम का स्पर्शनांक कहते हैं।

**अधिक -**  $\frac{\sin i}{\sin r} = n_2 = \text{constant}$

इसे 'स्नेल का नियम' कहते हैं।

Note :- किसी माध्यम में प्रकाश का वेग ( $v$ ) =  $\frac{c}{n}$

क्रांतिक कोण (Critical Angle) :- क्रांतिक कोण सघन माध्यम में वह कोण का है, जिसके लिए विरल माध्यम में स्पर्शता कोण  $90^\circ$  होता है। इसे 'C' से प्रदर्शित करते हैं।



यदि विल माध्यम की , व सघन माध्यम की 2 से प्रभावित हो तो सूत्र के निम्न से सघन माध्यम के सापेक्ष विल माध्यम का अपवर्तन :-

$$_2\eta_1 = \frac{\sin i}{\sin r}$$

But -  $i = c$  then  $r = 90^\circ$

$$\therefore _2\eta_1 = \frac{\sin c}{\sin 90^\circ} = \sin c$$

$$\underline{\text{But}} \quad _2\eta_1 = \frac{1}{_1\eta_2}$$

$$\therefore \frac{1}{_1\eta_2} = \sin c$$

$$_1\eta_1 \quad _1\eta_2 = \frac{1}{\sin c}$$

अतः प्रकाश को दो बाहु तें द्वारा ही दो बाहु के सापेक्ष ऊपर का अपवर्तन -

$$_1\eta_2 = \frac{1}{\sin c}$$

- Note:- (i) ऊँच-वायु के लिए कोंट्रिक्यून 41°49' तथा जल-वायु के लिए  $48^{\circ}39'$  होता है।
- (ii) कोंट्रिक्यून का मान लाल रंग के लिए अधिकम् तथा बींगनी रंग के लिए भूनतम् होता है।
- पूर्ण आंतरिक प्रावर्तन (Total Internal Reflection) :- यदि संधन माद्यम में मापतन कोण का मान, कोंट्रिक्यून से घोशा सा अधिक उर दिया जाये तो प्रकाश विरल माद्यम में विलुप्त नहीं जाता, बल्कि सभूर्प प्रकाश प्रवर्तन होकर संधन माद्यम में ही जाता है, इस घटना प्रकाश का 'पूर्ण आंतरिक प्रावर्तन' कहलाती है।
- पूर्ण आंतरिक प्रावर्तन की शर्तेः :- पूर्ण आंतरिक प्रावर्तन की निम्नलिखित दी शर्तेः हैं:-
- प्रकाश का संधन माद्यम से विरल माद्यम में जाना चाहिए।
  - मापतन कोण का मान, कोंट्रिक्यून से अधिक होना चाहिए।