

ई-पाठशाला

12TH PHYSICS

II किताब

१-७

५

किरण प्रकाशिकी एवं प्रकाशिक यंत्र

ONE SHOT

पूरा चैप्टर एक ही क्लास में ...

((●)) LIVE | 07 OCT | 5:00 PM



आइयम मे प्रकाश वेग

$$V_m = \frac{c}{h}$$

$h = 3.14 \times 10^{-34}$

x

↓ ↑

दृश्य क्षेत्र
400nm - 800nm

VI B R G V I B R G V I B R G

↓ ↑

प्रस्तावना

मानव नेत्र विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के एक लघु परिसर को संसूचित करता है इस विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम से संबंधित विकिरणों को दृश्य-प्रकाश कहते हैं।

प्रकाश का निर्वात में वेग सर्वाधिक होता है।



$$C = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

निर्वात

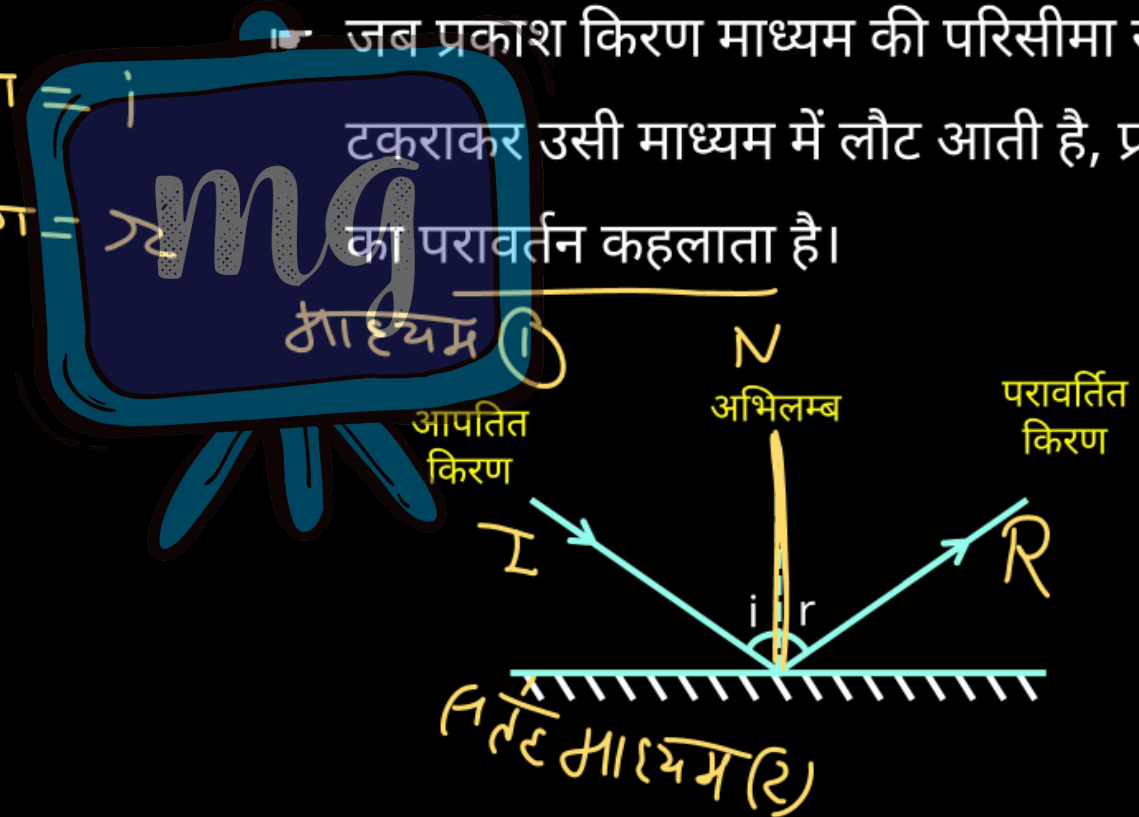
प्रकाश का पथ ऋजुरेखीय या सरल रेखीय होता है।



गोलीय दर्पणों द्वारा प्रकाश का परावर्तन

आपतन कोण = i
परावर्तित कोण = r

जब प्रकाश किरण माध्यम की परिसीमा से टकराकर उसी माध्यम में लौट आती है, प्रकाश का परावर्तन कहलाता है।

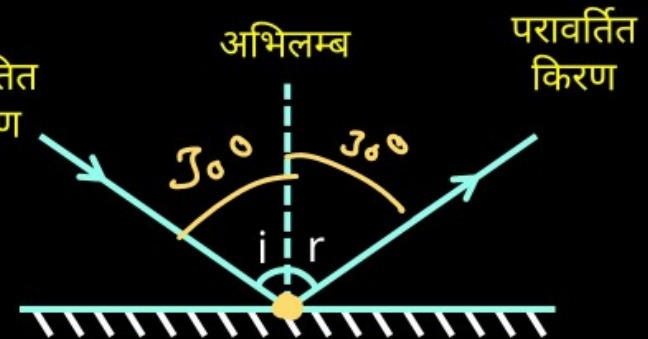


परावर्तन के नियम

- i. आपतित किरण, परावर्तित किरण और अभिलम्ब तीनों एक ही तल पर स्थित होते हैं।
- ii. आपतन कोण एवं परावर्तन कोण का मान बराबर होता है।

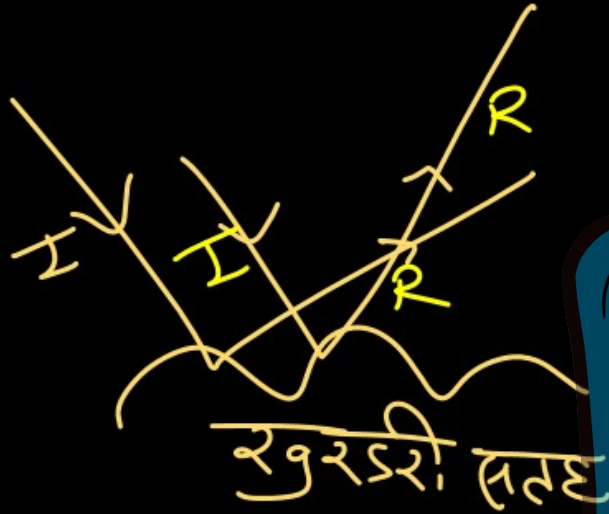
$$\angle i = \angle r$$

आपतित
किरण



परावर्तन के प्रकार

- i. नियमित परावर्तन: यदि परावर्तन किसी चिकनी समतल सतह से होता है तो यह नियमित परावर्तन कहलाता है।



नियमित परावर्तन



अनियमित परावर्तन

अनियमित

ii. विसरित परावर्तन : यदि परावर्तन खुरदरे

धरातल से होता है तब यह विसरित या

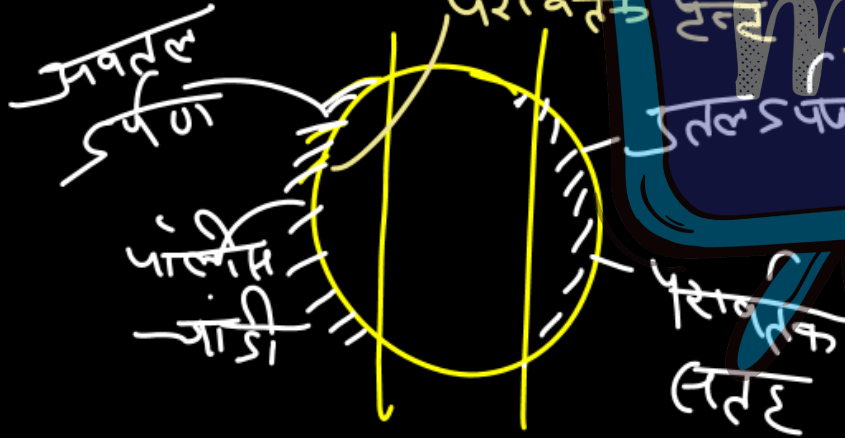
अनियमित परावर्तन कहलाता है।



गोलीय दर्पण

① अवतल दर्पण

② उत्तल दर्पण



वे दर्पण जो वक्रित पृष्ठ के होते हैं, गोलीय दर्पण कहलाते हैं।

दर्पण दो प्रकार के होते हैं :-

i. अवतल दर्पण :

यदि दर्पण का परावर्तक पृष्ठ अन्दर की ओर धंसा होता है तो इसे अवतल दर्पण कहते हैं।

गुह्यपुर्ण

■ अवतल दर्पण आपतित प्रकाश किरणों को एक बिन्दु पर केन्द्रित करता है। इसलिए यह अभिसारी दर्पण कहलाता है।



← परावर्तक पृष्ठ

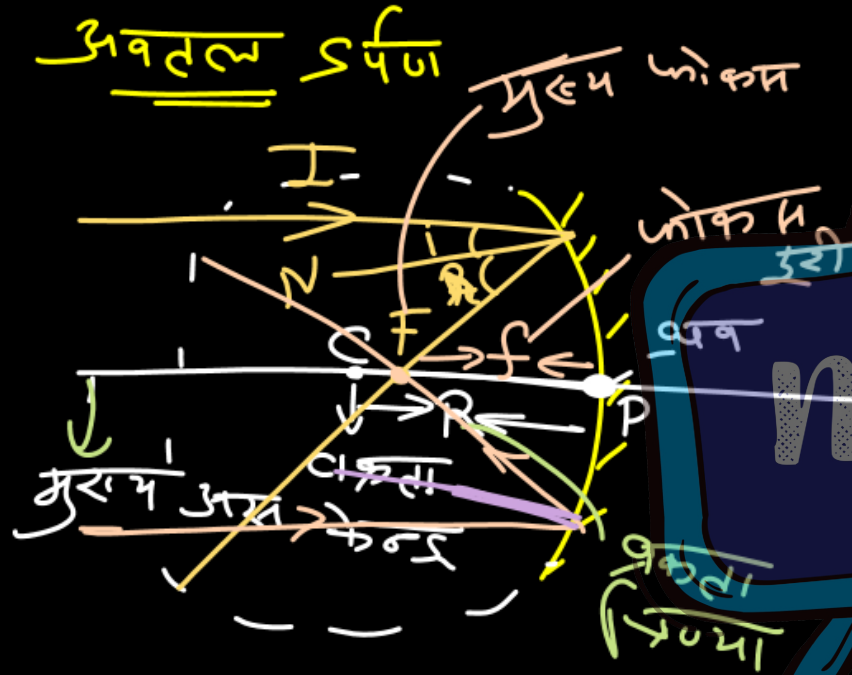
ii. उत्तल दर्पण :

यदि आन्तरिक वक्रित पृष्ठ को पॉलिश और बाह्य वक्रित पृष्ठ से परावर्तन कराया जाये तो इसे उत्तल दर्पण कहते हैं।

उत्तल दर्पण पर आपतित प्रकाश की समान्तर किरणें फैल जाती है तो इसे अपसारी दर्पण कहते हैं।

परावर्तक पृष्ठ →





परिवर्तक पृष्ठ का मध्य बिन्दु दर्पण का ध्रुव कहलाता है।

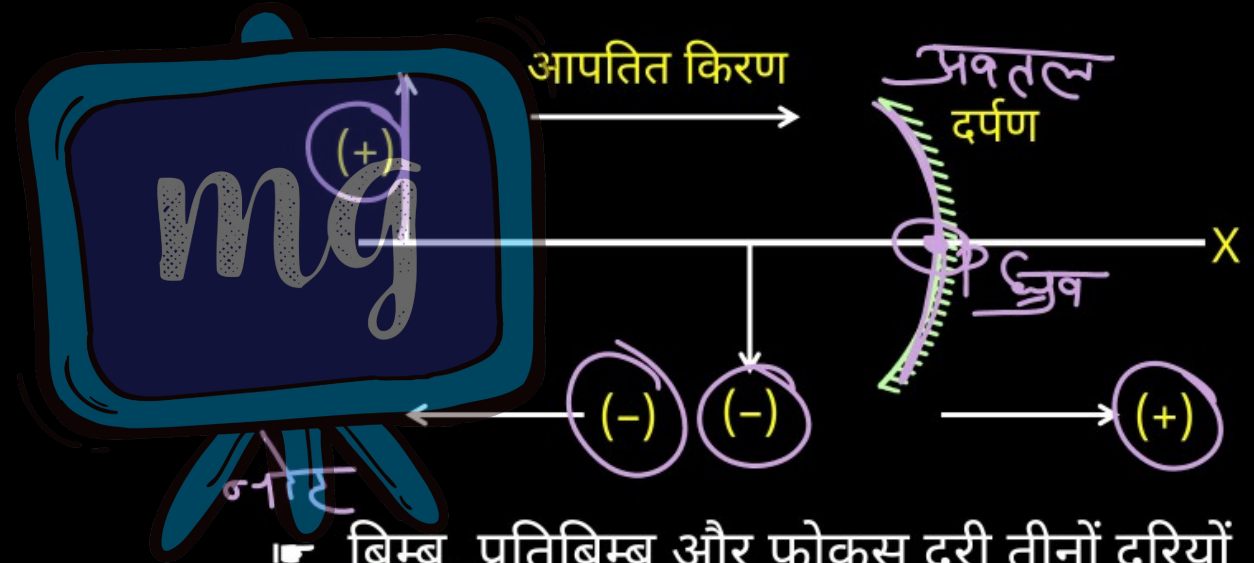
■ खोखले गोले के विकृत भाग का केन्द्र विकृता
केन्द्र कहलाता है।

• दर्पण के ध्रुव व वक्रता केन्द्र के मध्य की दुरी
वक्रता त्रिज्या (R) कहलाती है।

■ दर्पण के ध्रुव व वक्रता केन्द्र को मिलाने वाली रेखा को मुख्य अक्ष कहते हैं।

- मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली प्रकाश की किरणें दर्पण से परावर्तन के पश्चात जिस बिन्दु पर मिलती है या मिलती हुई प्रतीत होती है उसे मुख्य फोकस या फोकस बिन्दु (F) कहते है।
- दर्पण के ध्रुव व मुख्य फोकस के मध्य की दूरी को फोकस दूरी कहते हैं।

चिन्ह परिपाटी

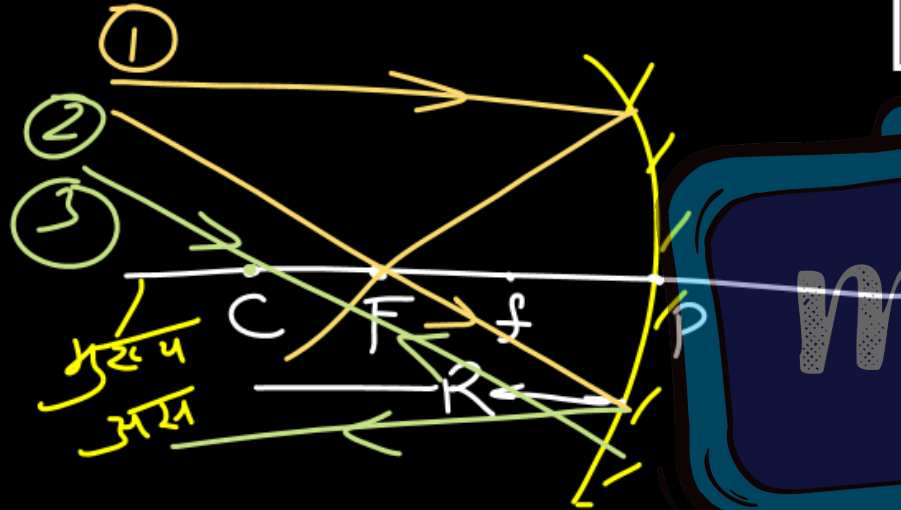


- बिम्ब, प्रतिबिम्ब और फोकस दूरी तीनों दूरियों की गणना दर्पण के ध्रुव से की जाती है।

■ आपतित प्रकाश की दिशा में दूरी को धनात्मक लेते हैं।

■ आपतित प्रकाश से विपरित दिशा में दूरी को ऋणात्मक लेते हैं।

■ मुख्य अक्ष से ऊपर की ओर दूरी को धनात्मक व मुख्य अक्ष से नीचे की ओर दूरी को ऋणात्मक लेते हैं।



गोलीय दर्पण से परावर्तन के नियम

- i. मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित प्रकाश की किरण दर्पण से परावर्तन के पश्चात सदैव मुख्य फोकस से गुजरती है या गुजरती हुई प्रतीत होती है।
- ii. मुख्य फोकस से आने वाली या आती हुई प्रतीत होने वाली प्रकाश की किरण दर्पण से परावर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती है।

iii. दर्पण के वक्रता केन्द्र से आपतित प्रकाश
किरण परावर्तन के पश्चात अपने पथ की
पुनरावृत्ति करती है।

iv. दर्पण के ध्रुव पर आपतित प्रकाश किरण
परावर्तन के नियम का पालन करती है।

दर्पण सूत्र

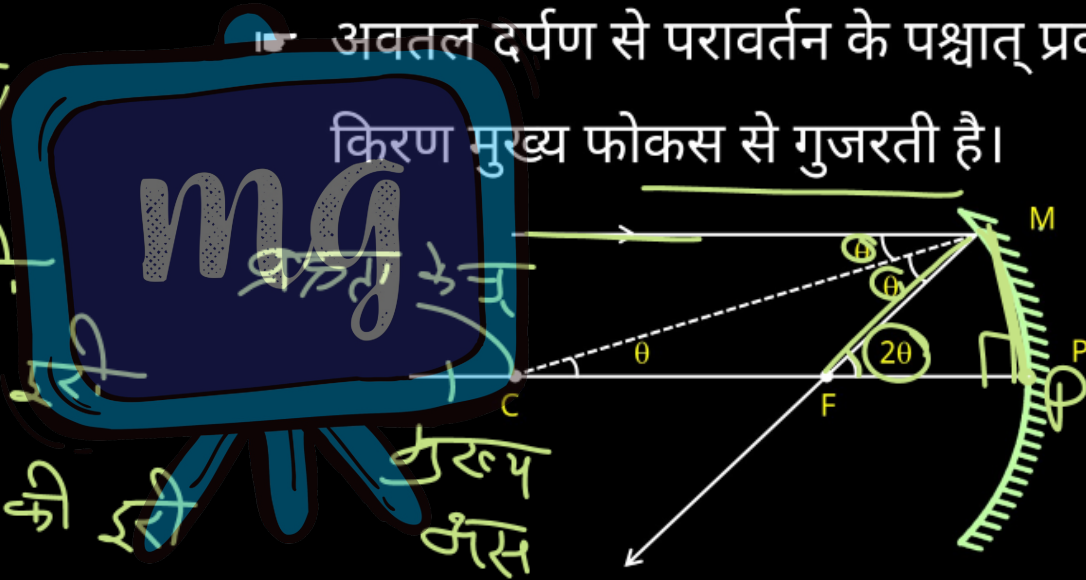
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

f = फोकस दूरी
 u = वस्तु की दूरी
 v = प्रतिबिम्ब की दूरी

जानना

गोलीय दर्पण की फोकस दूरी

- अवतल दर्पण से परावर्तन के पश्चात् प्रकाश किरण मुख्य फोकस से गुजरती है।



- माना आपतन कोण θ है तथा MP मुख्य अक्ष से लम्बवत है।

यदि $0 < \theta < 5^\circ$

$$\sin \theta \approx \theta$$

$$\cos \theta \approx 1$$

$$\tan \theta \approx \theta$$

$$\angle MCP = \theta \text{ और } \angle MFP = 2\theta$$

$$\tan \theta = \frac{MP}{CP}$$

$$\tan 2\theta = \frac{MP}{FP}$$

θ अल्प होने पर,

$$\tan \theta \approx \theta$$

$$\tan 2\theta \approx 2\theta$$

$$2(\theta) = 2\theta$$

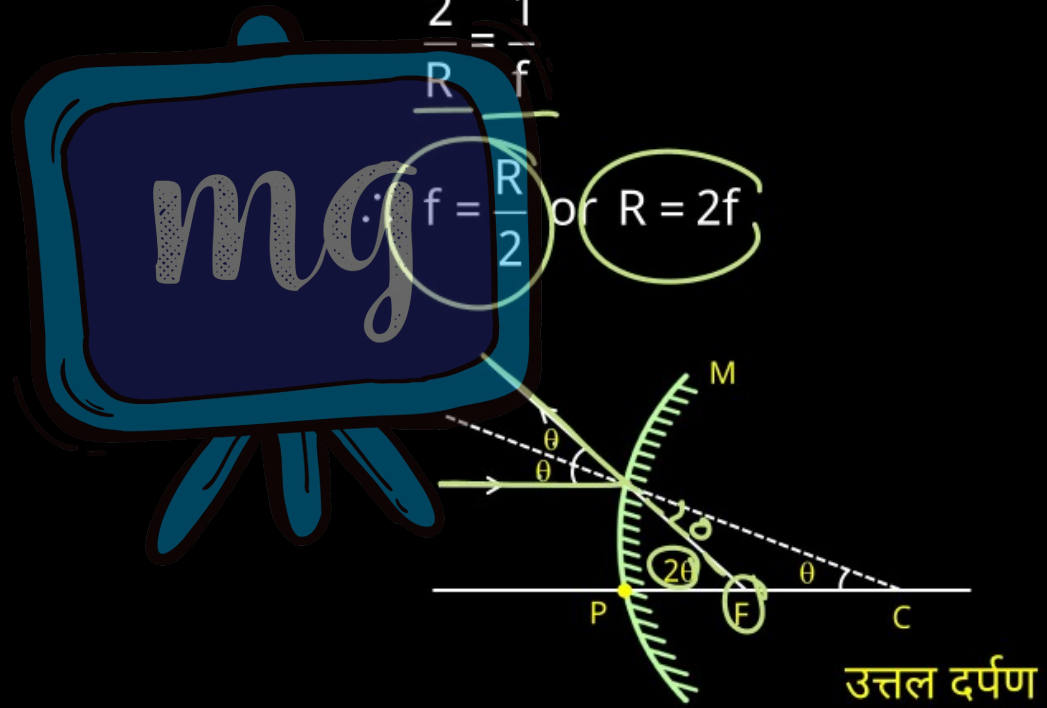
$$2 \left(\frac{MP}{CP} \right) = \frac{MP}{FP}$$

$$\frac{2}{CP} = \frac{1}{FP}$$

जहाँ, $CP = R$, $FP = f$

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore f = \frac{R}{2} \text{ or } R = 2f$$



नोट यह करना है।

अवतल दर्पण की फोकस दूरी ऋणात्मक व उत्तल

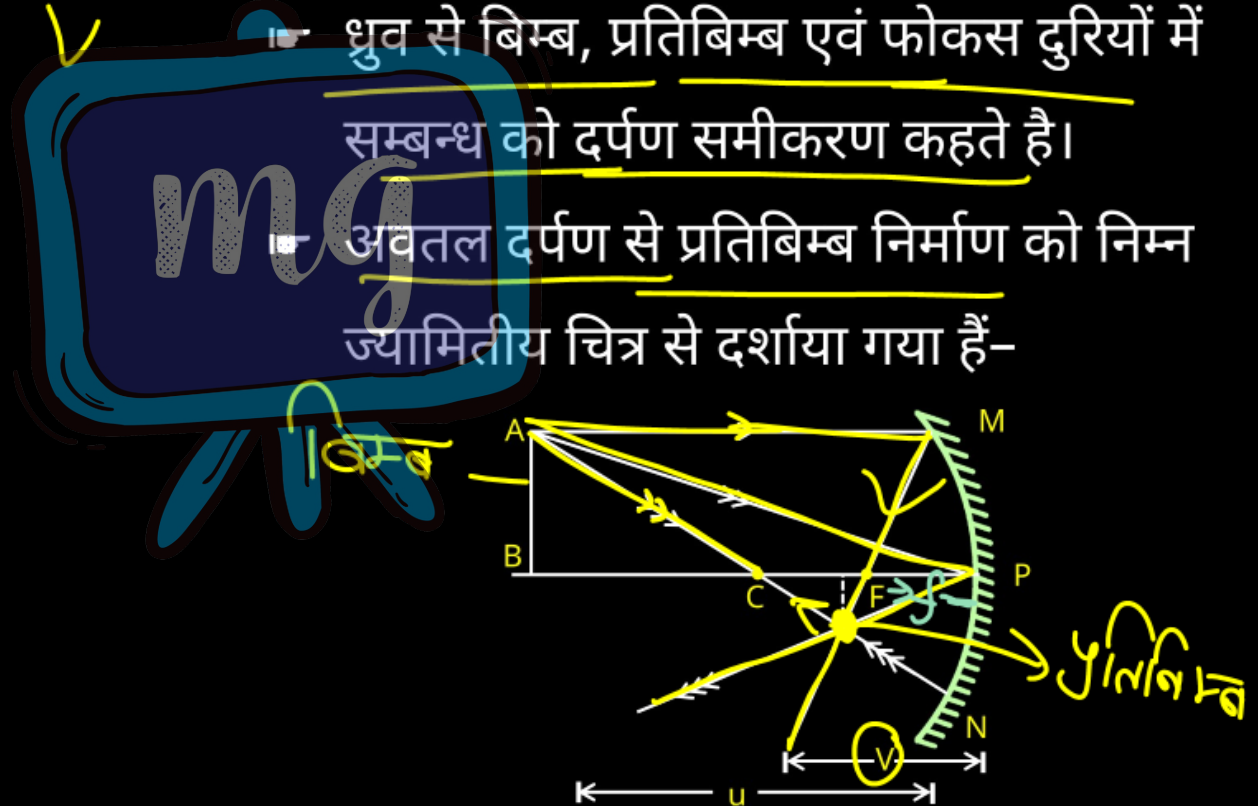
दर्पण की फोकस दूरी धनात्मक होती है।



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

दर्पण समीकरण या दर्पण सूत्र

- ध्रुव से बिम्ब, प्रतिबिम्ब एवं फोकस दूरियों में सम्बन्ध को दर्पण समीकरण कहते हैं।
- अवतल दर्पण से प्रतिबिम्ब निर्माण को निम्न ज्यामितीय चित्र से दर्शाया गया है-



$$\triangle ABP \sim \triangle A'B'P$$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{BP}{B'P} = \frac{-u}{-v}$$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{u}{v} \dots\dots\dots (i)$$

$$\triangle MPF \sim \triangle A'B'F$$

$$\frac{MP}{A'B'} = \frac{FP}{B'F}$$

$$MP \approx AB$$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{f}{v-f} \dots\dots\dots (ii)$$

समीकरण (i) व (ii) से

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

$$uv - uf = vf$$

$$\frac{vf}{uv} = \frac{uv}{uvf} - \frac{uf}{uvf}$$

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

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

यह दर्पण समीकरण कहलाता है।

रैखिक आवर्धन

प्रतिबिम्ब व बिम्ब दोनों के आकारों का अनुपात

रैखिक आवर्धन कहलाता है।

mg

m =

प्रतिबिम्ब का आकार

बिम्ब का आकार

$$m = \frac{h_2}{h_1} = \frac{A'B'}{AB}$$

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

■ यदि प्रतिबिम्ब वास्तविक व उल्टा है -

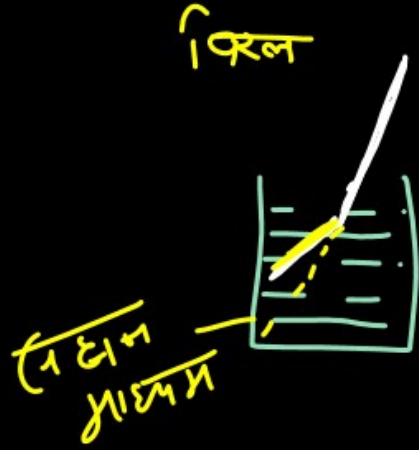
$$m = -\frac{v}{u} \text{ (ऋणात्मक)}$$

कारणिक

■ यदि प्रतिबिम्ब आभासी व सीधा है

$$m = \frac{v'}{u} \text{ (धनात्मक)}$$

अपवर्तन



जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करती है तब दोनों माध्यमों को पृथक करने वाली सतह पर यह अपने मूल मार्ग से विचलित हो जाती है।

विचलन की यह घटना प्रकाश का अपवर्तन कहलाती है।



■ अपवर्तन का मुख्य कारण – वेग में परिवर्तन होना।

अपवर्तन के नियम –

i. आपतित किरण, अपवर्तित किरण एवं अभिलम्ब तीनों एक ही बिन्दु पर स्थित होते हैं।

ii. एकवर्णीय प्रकाश के लिए आपतन कोण की

ज्या व अपवर्तन कोण की ज्या दोनों का

अनुपात एक नियतांक के बराबर होता है

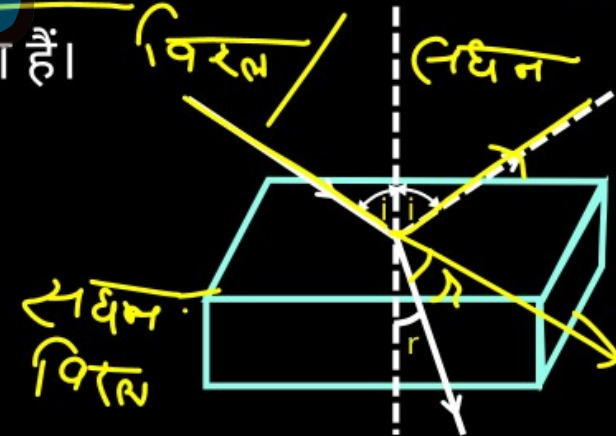
जिसे पहले माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम

का अपवर्तनांक कहते हैं। यह स्नेल का नियम

कहलाता हैं।

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{नियतांक}$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \mu_{21}$$



माध्यम का अपवर्तनांक निर्भर करता है-

प्रकाश की
तरंगदैर्घ्य

तापमान

माध्यम की
प्रकृति

■ अपवर्तनांक मात्रकहीन व विमाहीन राशि है।

■ यदि $n_{21} > 1$ या $r < i$ अपवर्तित प्रकाश की किरण अभिलम्ब की ओर मुड़ती है।

■ यदि $n_{21} < 1$ या $r > i$ अपवर्तित प्रकाश की किरण अभिलम्ब से दूर हटती है।

■ जब प्रकाश की किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम की ओर गुजरती है तब यह अभिलम्ब की ओर मुड़ती है। ($\angle i > \angle r$)

■ जब प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम की ओर गुजरती है तब यह अभिलम्ब से दूर हटती है। ($\angle i < \angle r$)

■ यदि माध्यम (1) हवा है तथा माध्यम (2) काँच है

तब, $a^n_g \times g^n_a = 1$

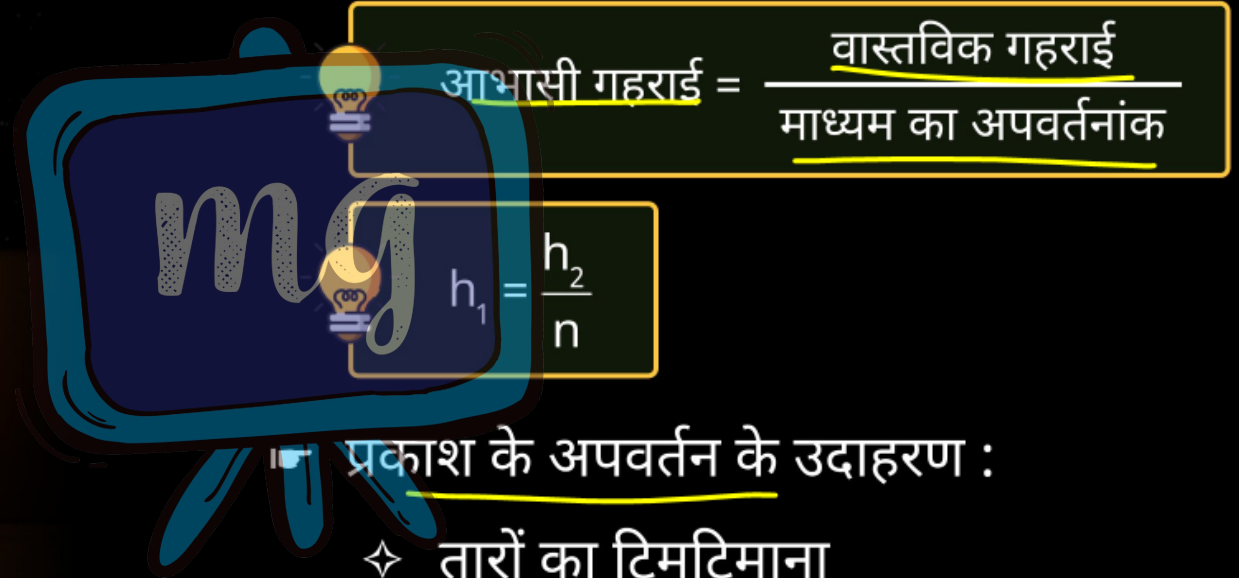
■ अपवर्तनांक :

काँच : 1.5 या $\frac{3}{2}$

जल : 1.33 या $\frac{4}{3}$

$n_{21} = \frac{\text{पहले माध्यम में प्रकाश का वेग}}{\text{दूसरे माध्यम में प्रकाश का वेग}} = \frac{v_1}{v_2}$

काँच के लिए आपेक्षिक अपवर्तनांक $n = \frac{c}{v}$



आभासी गहराई = $\frac{\text{वास्तविक गहराई}}{\text{माध्यम का अपवर्तनांक}}$

$h_1 = \frac{h_2}{n}$

प्रकाश के अपवर्तन के उदाहरण :

- ✧ तारों का टिमटिमाना
- ✧ सूर्योदय या सूर्यास्त के पश्चात् आभासी सूर्य का दिखाई देना

पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (TIR)

जब प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में गुजरती है तो यह अभिलम्ब से दूर हटती है। आपतन कोण का मान बढ़ाने पर अपवर्तन कोण के मान में वृद्धि होती है।

वह आपतन कोण जिसके संगत अपवर्तन कोण का मान 90° हो जाता है तथा अपवर्तित किरण पृथक्कारी पृष्ठ के समान्तर हो जाती है, क्रान्तिक कोण कहलाता है।

■ यदि प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में संचरित होती हुई क्रान्तिक कोण से अधिक कोण पर आपतित होती है तब प्रकाश की किरण उसी माध्यम में परावर्तित हो जाती है, यह घटना प्रकाश का पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहलाती है।



पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की शर्तें -

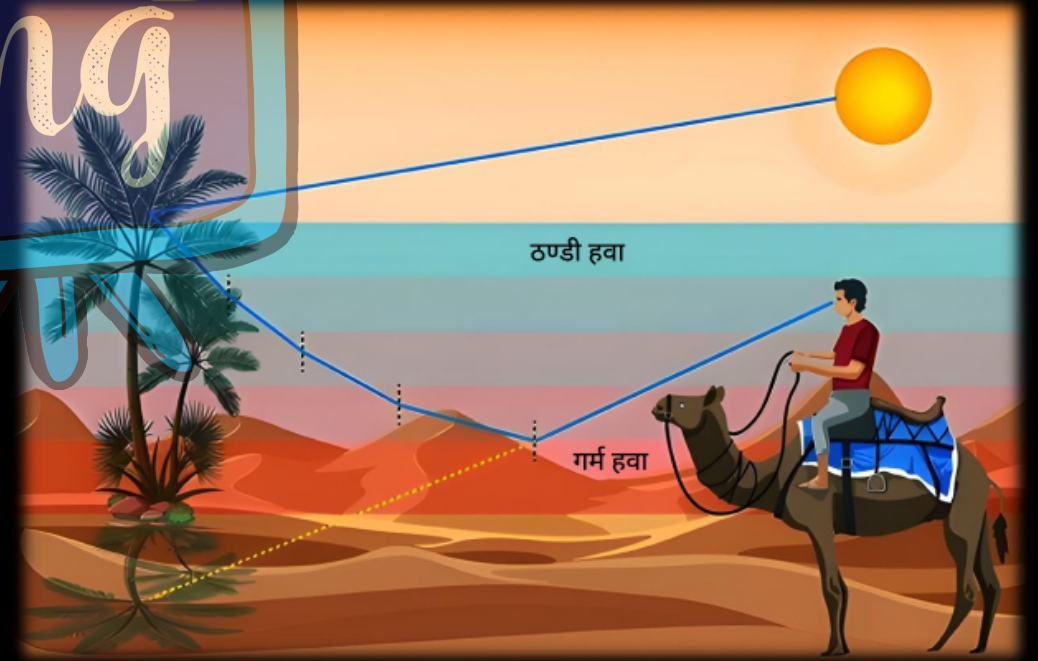
- i. आपतन कोण का मान क्रान्तिक कोण से अधिक होना चाहिए।
- ii. प्रकाश की किरण सघन से विरल माध्यम में संचरित होना चाहिए।
- iii. क्रान्तिक कोण (i_c) व अपवर्तनांक (n) में

सम्बन्ध $n_{21} = \frac{1}{\sin i_c}$

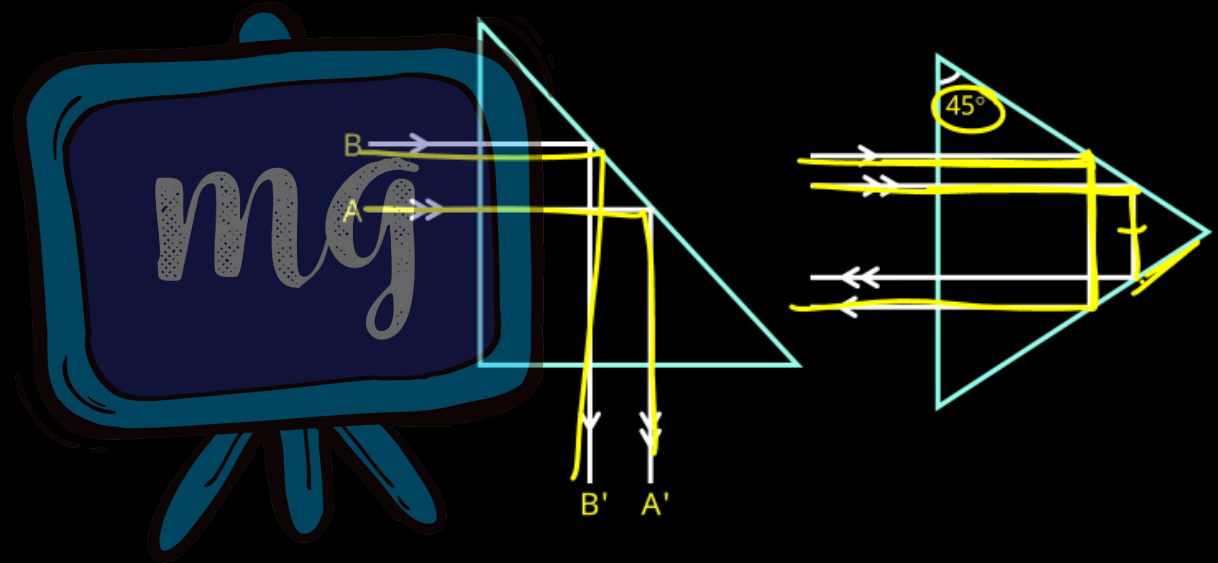
पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के उदाहरण -

❏ हीरे का चमकना।

❏ मरीचिका



परावर्तक प्रिज्म :



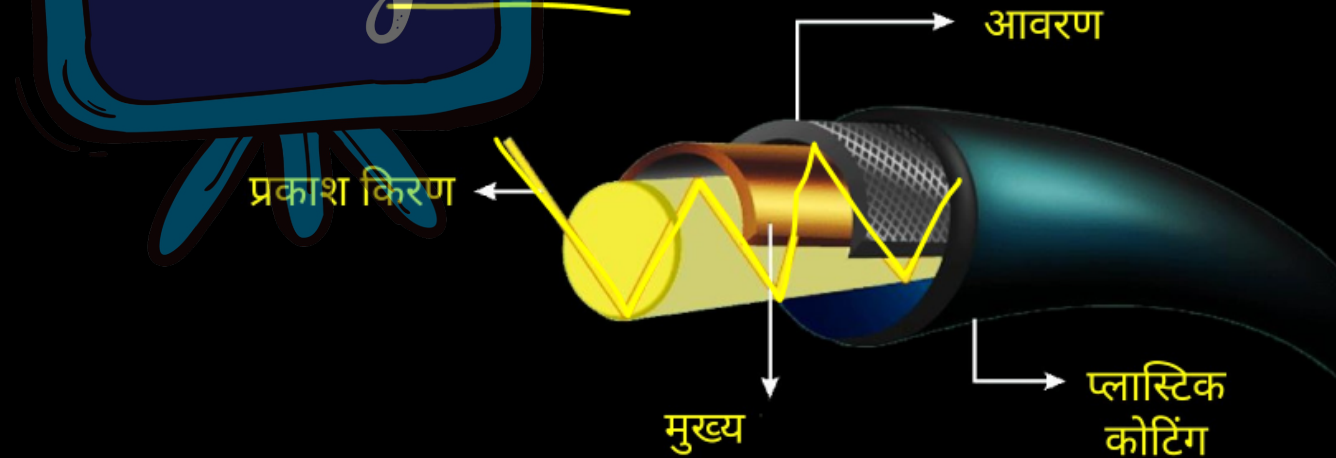
■ यह एक समकोणिक प्रिज्म है जिसमें एक कोण 90° तथा शेष दोनों कोण 45° है।



■ प्रकाश किरणों को बिना प्रिज्म का आकार बदले, मोड़ने के लिए 90° या 180° के कोण पर आपतित करवाते हैं।

ऑप्टिकल फाइबर या प्रकाशिक तन्तु

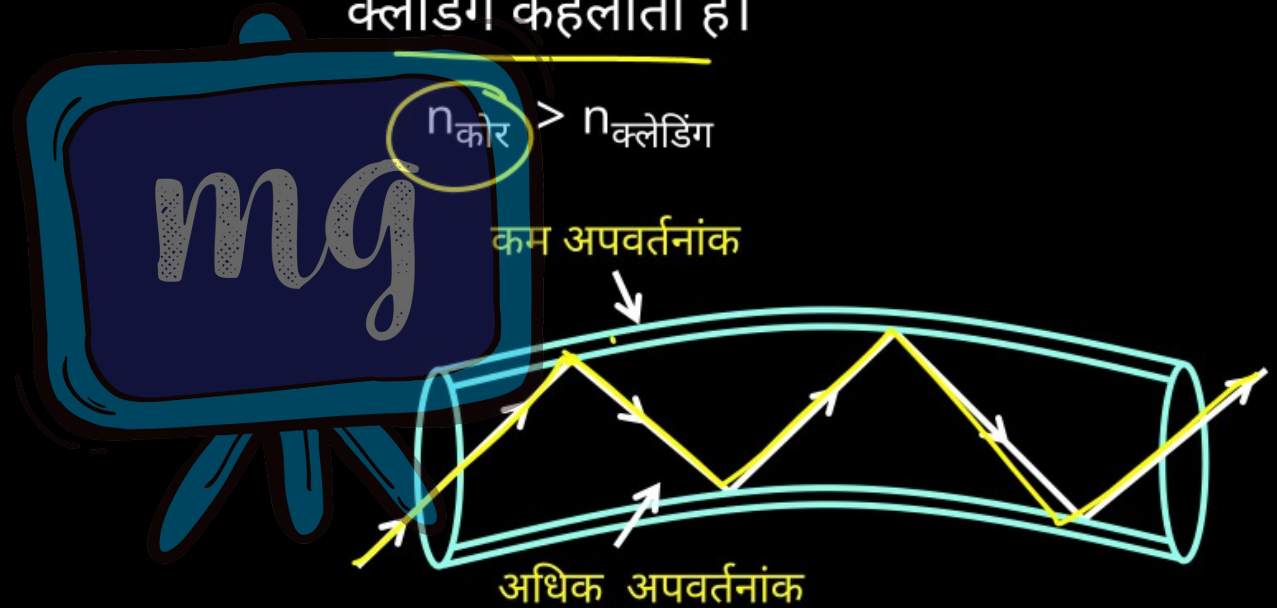
- लम्बी दूरियों तक ऑडियो और वीडियो के प्रसारण के लिए प्रकाशिक तन्तु का उपयोग किया जाता है।



- यह पूर्ण आन्तरिक परावर्तन पर निर्भर करता है।
- यह उच्च क्वालिटी के काँच या क्वार्ट्ज का बना होता है जिसमें एक बेलनाकार तार होता है जिसका व्यास बाल के व्यास के बराबर (0.1 mm) होता है।



इसकी आन्तरिक परत कोर तथा बाह्य परत
क्लेडिंग कहलाती है।

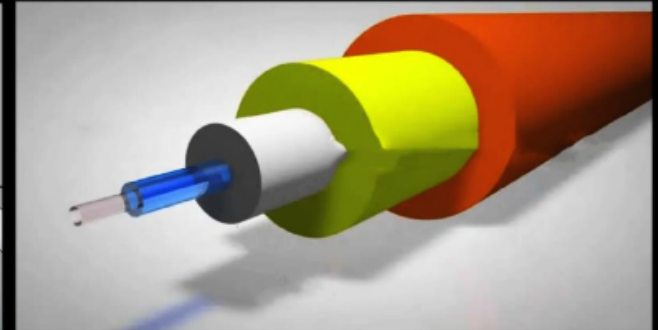
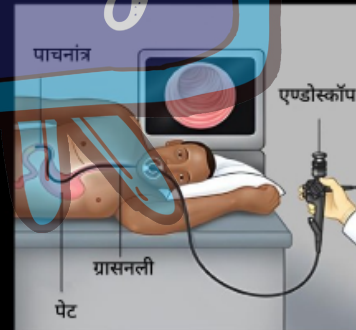


■ आन्तरिक कोर का व्यास इतना कम होता है कि जब प्रकाशिक संकेत को कोर व क्लेडिंग की उभयनिष्ठ सतह पर क्रान्तिक कोण से अधिक कोण पर आपतित कराया जाता है तब संकेतों का पूर्ण आन्तरिक होता है।

■ ऑप्टिकल फाइबर इस प्रकार से डिजाइन किये जाते हैं कि वक्रित सतह से प्रकाशिक संकेतों का पूर्ण आन्तरिक परावर्तन लम्बाई के अनुदिश होता है।

ऑप्टिकल फाइबर के उपयोग

- विद्युतीय संकेतों में।
- चिकित्सा क्षेत्र में जैसे एण्डोस्कोपी
- सजावटी लैम्प



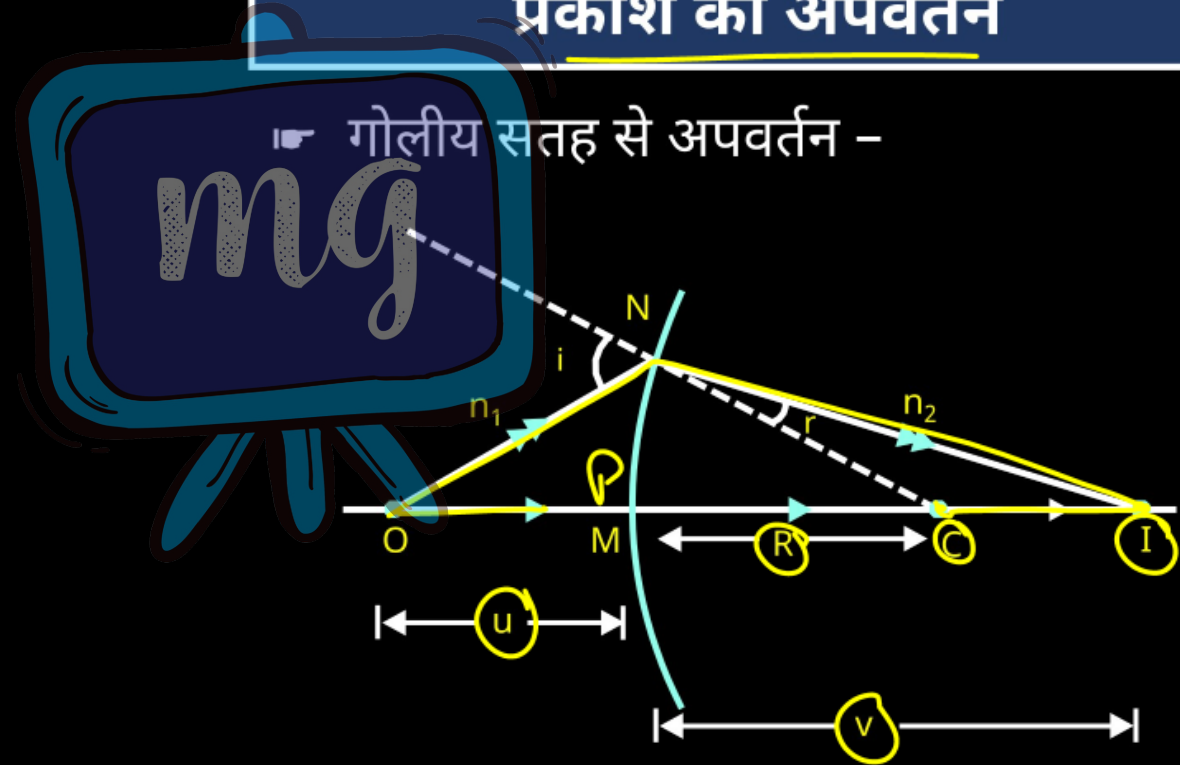
विशेष तथ्य

- ऑप्टिकल फाइबर में प्रकाशिक संकेत की तीव्रता में कोई ऊर्जा हानि नहीं होती है।



लेंस द्वारा और गोलीय सतह से प्रकाश का अपवर्तन

गोलीय सतह से अपवर्तन -



ज्यामितीय चित्र से, $\tan \angle NOM = \frac{MN}{OM}$

$$\tan \angle NCM = \frac{MN}{MC}$$

$$\tan \angle NIM = \frac{MN}{MI}$$



अब, i , $\angle NOC$ के लिए एक बहिष्कोण है।

$$\therefore i = \angle NOM + \angle NCM$$

$$i = \frac{MN}{OM} + \frac{MN}{MC} \dots\dots\dots(i)$$

इस प्रकार,

$$r = \angle NCM - \angle NIM$$

$$r = \frac{MN}{MC} - \frac{MN}{MI} \dots\dots\dots(ii)$$

सनेल के नियम से,

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

लघु कोणों के लिए

$$n_1 i = n_2 r$$

। i व r के मान समीकरण (i) व (ii) से,

$$n_1 \left(\frac{MN}{OM} + \frac{MN}{MC} \right) = n_2 \left(\frac{MN}{MC} - \frac{MN}{MI} \right)$$

$$\frac{n_1}{OM} + \frac{n_1}{MC} = \frac{n_2}{MC} - \frac{n_2}{MI}$$

$$\frac{n_1}{OM} + \frac{n_2}{MI} = \frac{n_2 - n_1}{MC}$$

चिन्ह परिपाटी से,

$$OM = -u, MI = +v, MC = +R$$

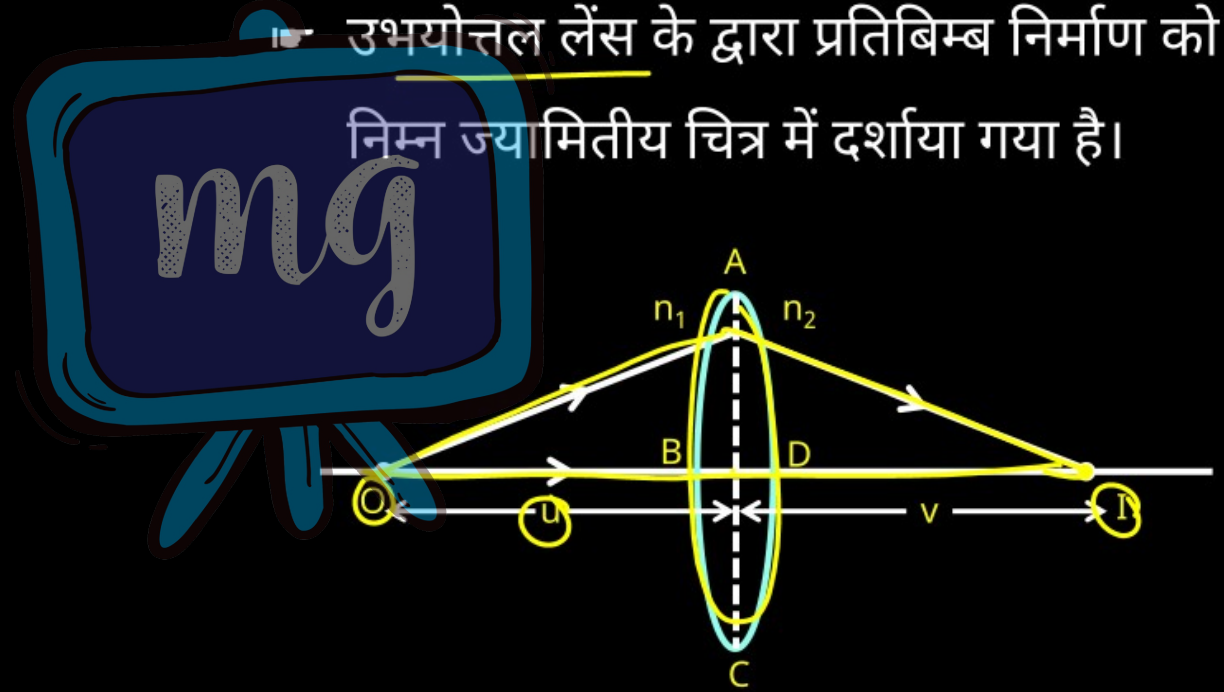
$$\frac{n_1}{-u} + \frac{n_2}{v} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

या $\frac{n_2 - n_1}{R} = \frac{n_2}{v} - \frac{n_1}{u}$

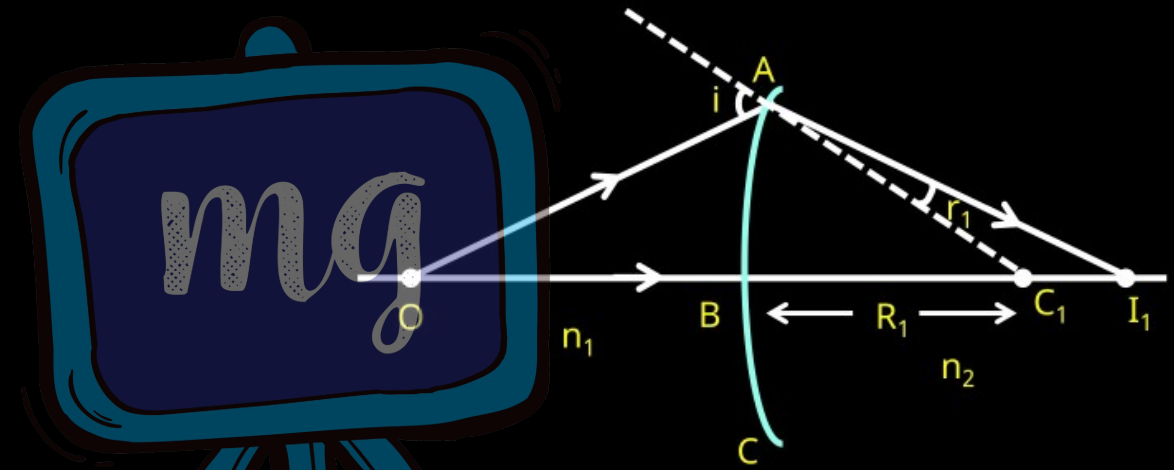
यह समीकरण गोलीय सतह की वक्रता त्रिज्या, माध्यम के अपवर्तनांक, बिम्ब व प्रतिबिम्ब दूरियों में सम्बन्ध है।

लेंस द्वारा अपवर्तन

- उभयोत्तल लेंस के द्वारा प्रतिबिम्ब निर्माण को निम्न ज्यामितीय चित्र में दर्शाया गया है।

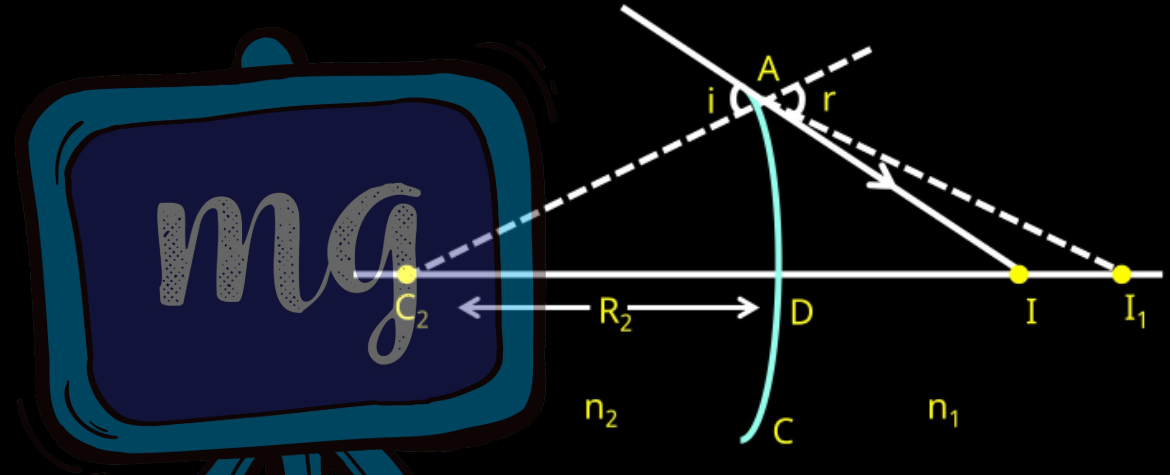


प्रथम अन्तरफलक ABC द्वारा



$$-\frac{n_1}{OB} + \frac{n_2}{BI_1} = \frac{n_2 - n_1}{BC_1} \dots\dots\dots(i)$$

प्रथम अन्तरफलक ADC द्वारा



$$-\frac{n_2}{DI_1} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_1 - n_2}{-DC_2}$$

$$-\frac{n_2}{DI_1} + \frac{n_1}{DI} = \frac{n_2 - n_1}{DC_2} \dots\dots\dots(ii)$$

पतले लेंस के लिए, $BI_1 = DI_1$

समीकरण (i) व (ii) को जोड़ने पर,

$$-\frac{n_1}{OB} + \frac{n_1}{DI} = (n_2 - n_1) \left(\frac{1}{BC_1} + \frac{1}{DC_2} \right)$$

यदि बिम्ब अनन्त पर है तब,

$OB \rightarrow \infty$ और $DI = f$

$$\frac{n_1}{f} = (n_2 - n_1) \left(\frac{1}{BC_1} + \frac{1}{DC_2} \right)$$

$$\frac{1}{f} = (n_{21} - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$R_1 = \text{ive} \quad R_2 = -\text{ive}$$

$$\frac{1}{f} = (n_2 - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

यह लेंसमेकर समीकरण कहलाता है।

दर्पण सूत्र

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

लेंस सूत्र

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

पतले लेंस के लिए, OB = -u, DI = +v

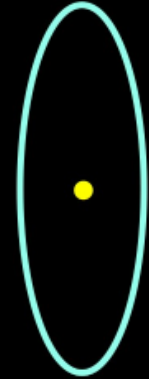
$$\boxed{\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}} \text{ लेंस सूत्र}$$

यह समीकरण लेंस सूत्र कहलाती है।

लेंस : लेंस दो गोलीय वक्र पृष्ठों या कम से कम एक वक्रीय पृष्ठ व दूसरा समतल से घिरा हुआ समांगी पारदर्शी माध्यम होता है।



अवतल लेंस



उत्तल लेंस

लेंस से प्रतिबिम्ब निर्माण :

- i. मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली प्रकाश की किरण लेंस से अपवर्तन के पश्चात द्वितीय मुख्य फोकस से गुजरती है या प्रथम मुख्य की ओर गुजरती हुई प्रतीत होती है।
- ii. मुख्य फोकस से आती हुई या आती हुई प्रतीत होने वाली आपतित प्रकाश की किरण लेंस से अपवर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती है।

iii. लेंस के मध्य बिन्दु पर आपतित प्रकाश की
किरण बिना विचलन के सीधी निकल जाती है।



लेंस का आवर्धन :

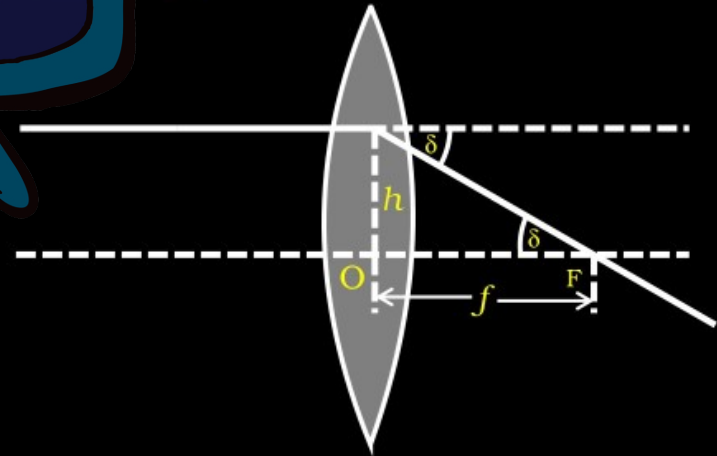
- प्रतिबिम्ब का आकार व बिम्ब का आकार दोनों का अनुपात लेंस का आवर्धन कहलाता है।


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

- यदि लेंस से बना प्रतिबिम्ब आभासी व सीधा है तब m धनात्मक तथा वास्तविक व उल्टा है तब m ऋणात्मक है।

लेंस शक्ति या लेंस की क्षमता

- लेंस द्वारा प्रकाश की किरणों को अभिसारित या अपसारित करने के सामर्थ्य को लेंस की क्षमता कहते हैं।



$$\tan \delta = \frac{h}{f} \quad h=1 \quad \tan \delta = \frac{1}{f}$$

अल्प होने पर, $\tan \delta = \delta$

$$\delta = \frac{1}{f} \quad p = \frac{1}{f} \text{ — प्रीटर}$$

SI मात्रक : डाइऑप्टर (D) or m^{-1}

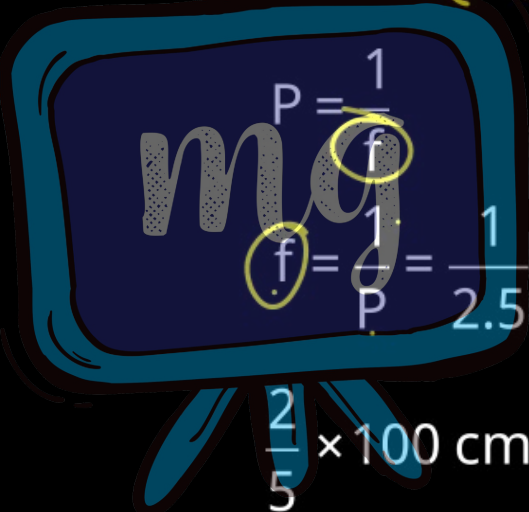
यदि लेंस की फोकस दूरी 1m होती है तब लेंस की क्षमता डाइऑप्टर कहलाती है।

■ उत्तल या अभिसारी लेंस की क्षमता धनात्मक व
अवतल या अपसारी लेंस की क्षमता ऋणात्मक
होती है।



आंकिक प्रश्नों के लिए,

1st : यदि $P = +2.5D$



$$P = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{P} = \frac{1}{2.5} \text{ m} = \frac{10}{25} = \frac{2}{5} \text{ m या } 0.4 \text{ m}$$

$$\frac{2}{5} \times 100 \text{ cm} = \underline{40 \text{ cm}} \text{ (उत्तल लेंस)}$$

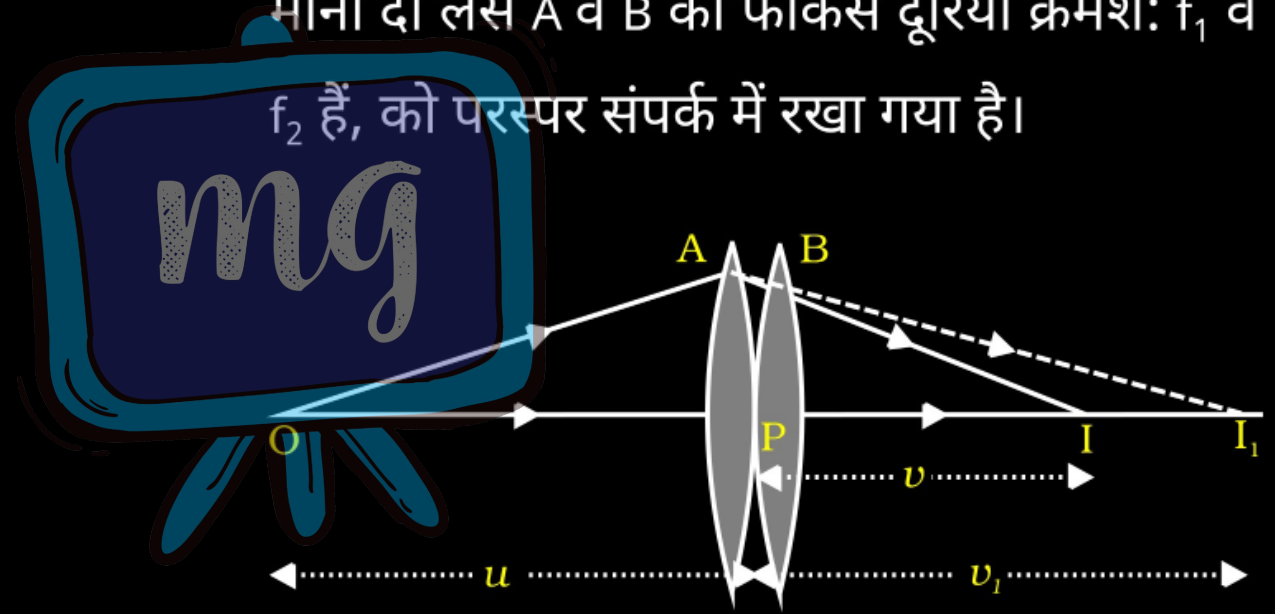
2nd : यदि $P = -4.0 \text{ D}$

$$f = \frac{1}{P} = -\frac{1}{4} \text{ m} = 0.25 \text{ m} = 25 \text{ cm} \text{ (अवतल लेंस)}$$



संपर्क में रखे लेंसों का संयोजन :

माना दो लेंस A व B की फोकस दूरियाँ क्रमशः f_1 व f_2 हैं, को परस्पर संपर्क में रखा गया है।



लेंस A द्वारा प्रतिबिम्ब निर्माण

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} \dots\dots\dots(i)$$

लेंस B द्वारा प्रतिबिम्ब निर्माण

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{v_1} = \frac{1}{f_2} \dots\dots\dots(ii)$$

समीकरण (i) व (ii) को जोड़ने पर,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \dots\dots\dots(iii)$$

लेंस सूत्र से,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (iv)$$

समीकरण (iii) व (iv) की तुलना में,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

अनेक पतले लेंसों के लिए,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots\dots\dots \frac{1}{f_n}$$

■ शक्ति के पदों में,

$$P = P_1 + P_2 + \dots\dots\dots P_n$$

■ लेंसों का संयोजन वांछित आवर्धन के अभिसारी या अपसारी लेंस प्राप्त करने में किया जाता है।

■ कुल आवर्धन क्षमता $m = m_1 \times m_2 \times m_3 \times \dots$

■ इस प्रकार के संयोजन का उपयोग सामान्यतः कैमरा, सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शी आदि के डिजाइनिंग लेंस के लिए किया जाता है।

प्रिज्म से अपवर्तन



- उपर्युक्त चित्र त्रिभुजाकार प्रिज्म से प्रकाश के गुजरने को दर्शाता है।

■ निर्गत किरण (RS) व आपतित किरण (PQ) के मध्य बनने वाले कोण को विचलन कोण (δ)

कहते हैं।

चक्रीय चतुर्भुज AQNR में,

$$A + \angle QNR = 180^\circ$$

ΔQNR से

$$r_1 + r_2 + \angle QNR = 180^\circ$$

तुलना करने पर, $r_1 + r_2 = A$ (i)

कुल विचलन कोण $\delta = i - r_1 + e - r_2$

$$\delta = i + e - (r_1 + r_2)$$

$$\delta = i + e - A \dots\dots(ii)$$



न्यूनतम विचलन की स्थिति में,

$$\delta = \delta_m, i = e, r_1 = r_2 = r$$

समीकरण (i) से, $2r = A \Rightarrow r = \frac{A}{2}$

समीकरण (ii) से, $\delta_m = i + i - A \Rightarrow \delta_m = 2i - A$

$$i = \frac{\delta_m + A}{2}$$

प्रिज्म का अपवर्तनांक $n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i}{\sin r}$



$$n_{21} = \frac{\sin\left(\frac{\delta_m + A}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$$

पतले प्रिज्म के लिए,

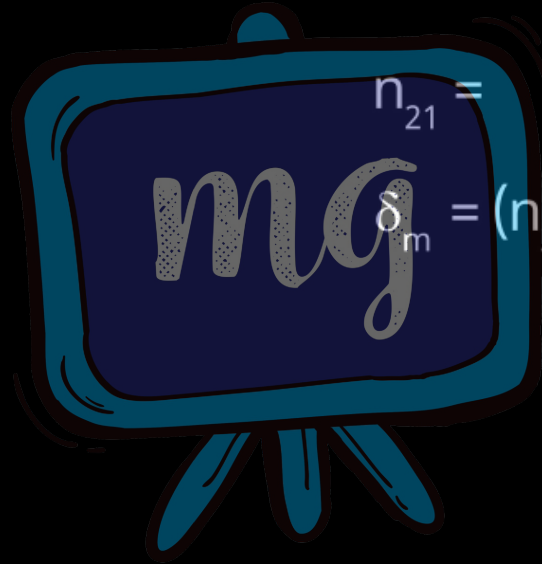
$$n_{21} = \frac{\frac{\delta_m + A}{2}}{\frac{A}{2}}$$



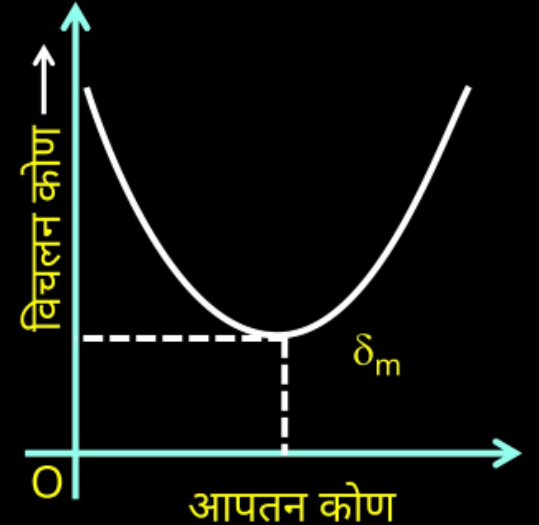
$$n_{21} = \frac{\delta_m + A}{A}$$

$$n_{21} = \frac{\delta_m}{A} + 1$$

$$\delta_m = (n_{21} - 1)A$$



आपतन कोण के संगत विचलन कोण के मान में कमी होती है लेकिन एक न्यूनतम आपतन कोण के पश्चात् विचलन कोण के मान में वृद्धि प्रारम्भ हो जाती है। इस न्यूनतम आपतन कोण को न्यूनतम विचलन कोण कहते हैं।



प्रकाशिक यंत्र

सूक्ष्मदर्शी

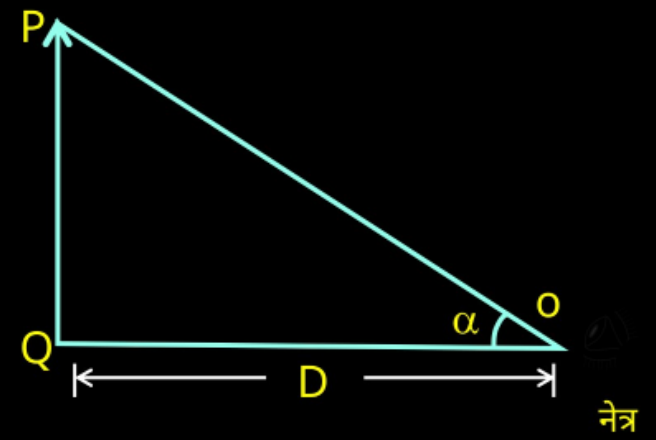
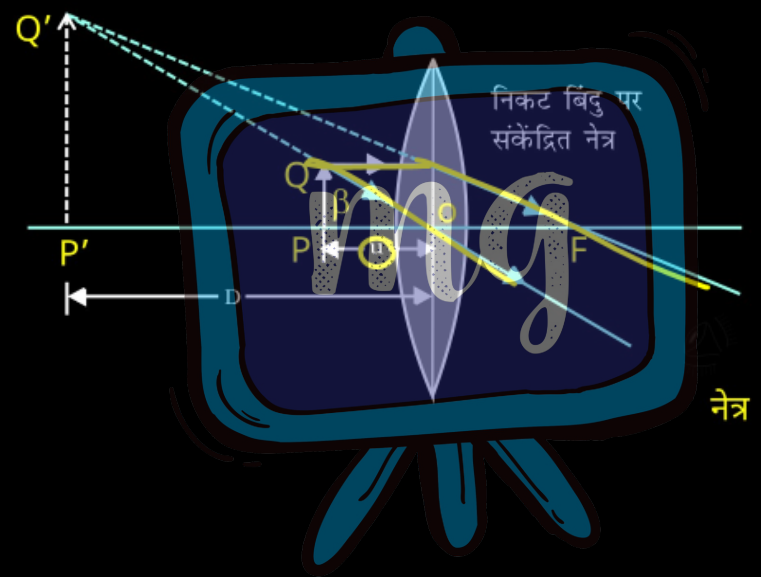
1. सरल या आवर्धक सूक्ष्मदर्शी :

- जब किसी बिम्ब को उत्तल लेंस के प्रकाशिक केन्द्र व फोकस के मध्य रखा जाता है तो इसका आभासी, सीधा व बड़ा प्रतिबिम्ब प्राप्त होता है।
- यह कम फोकस दूरी का उत्तल लेंस होता है।

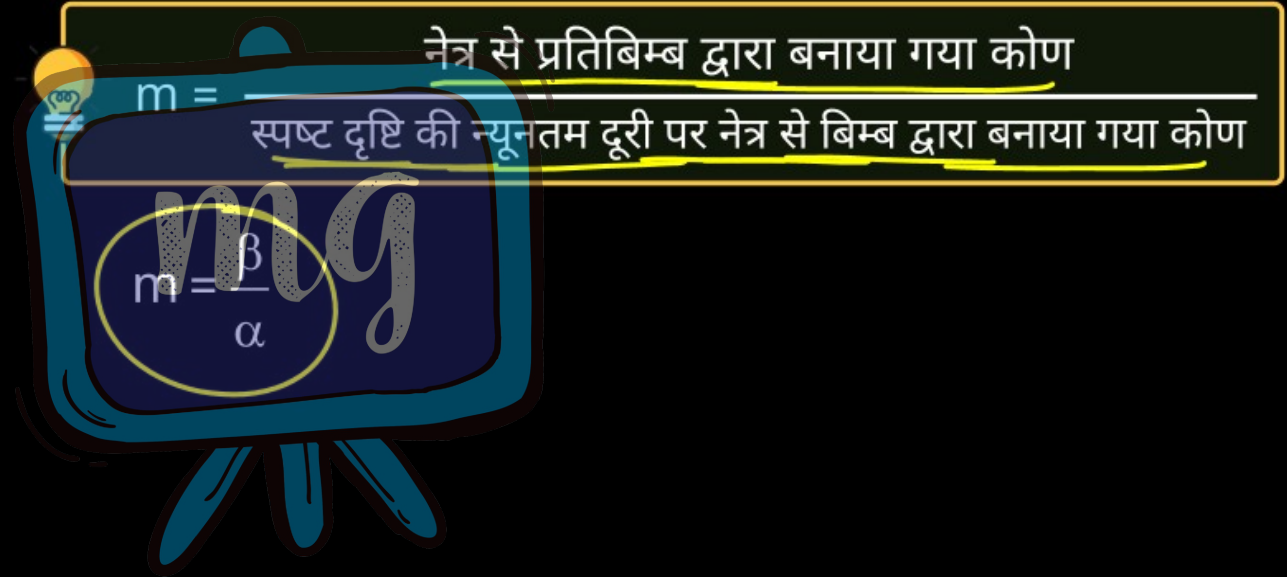
सिद्धान्त :- जब नेत्र से α कोण पर स्पष्ट दृष्टि की
न्यूनतम दूरी D पर बिम्ब PQ रखा जाता है। जब
यहीं बिम्ब मुख्य अक्ष पर उत्तल लेंस के केन्द्र व
फोकस बिन्दु के मध्य रखा जाता है तब प्रतिबिम्ब
नेत्र से β कोण पर P'Q' के रूप में प्राप्त होता है।



आवर्धन क्षमता :



सरल सूक्ष्मदर्शी की आवर्धन क्षमता



अल्प मानों के लिए,

$$\tan \beta \approx \beta$$

$$\tan \alpha \approx \alpha$$

$$\tan \beta = \frac{PQ}{-u}$$

$$\tan \alpha = \frac{PQ}{-D}$$

$$\therefore m = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} = \frac{\cancel{PQ} / -u}{\cancel{PQ} / -D}$$

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

विशेष स्थिति :

- i. जब प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर प्राप्त होता है।

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

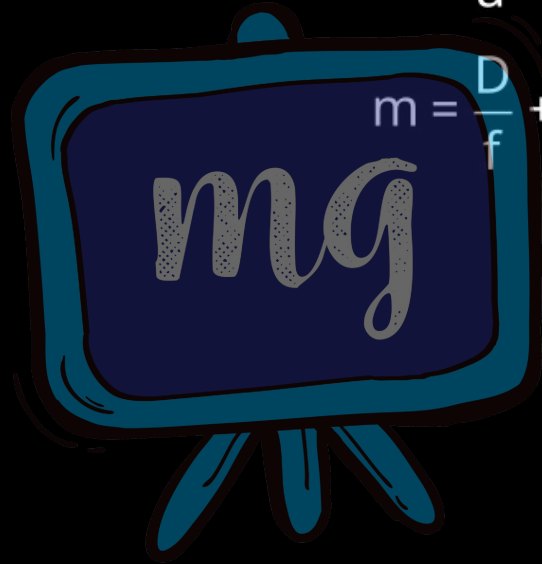
$v = -D$

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{D} - \frac{1}{-u}$$

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

$$m = \frac{D}{u} = D \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{D} \right)$$

$$m = \frac{D}{f} + 1$$



ii. जब प्रतिबिम्ब अनन्त पर होता है- $v = \infty$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{-u}$$

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

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

$$m = \frac{D}{f}$$

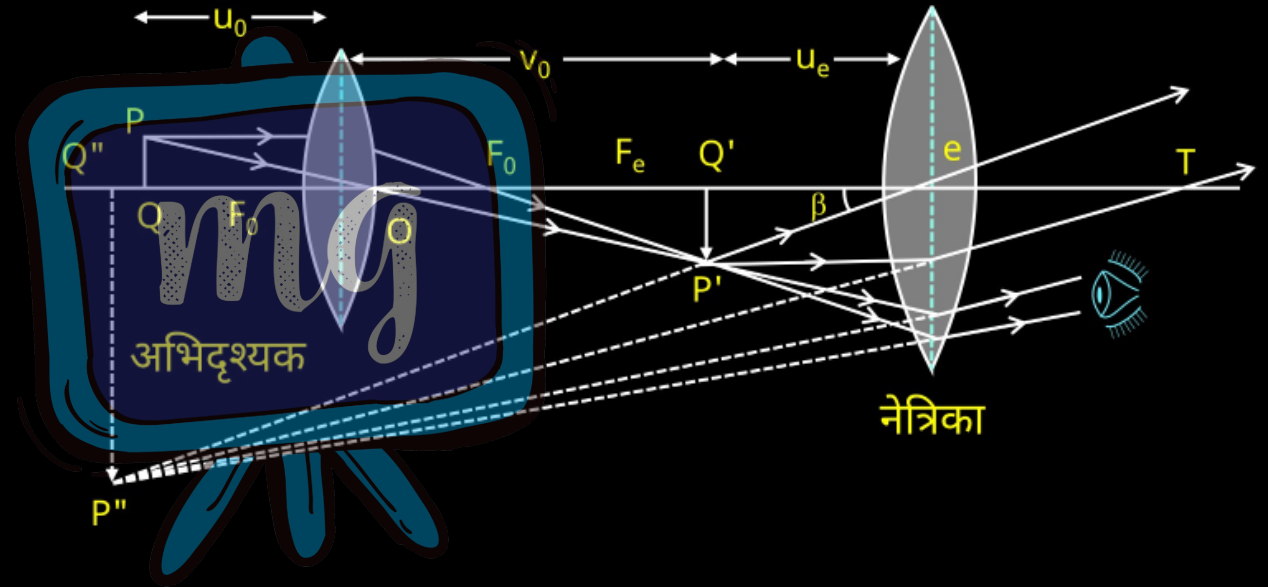


2. संयुक्त (यौगिक) सूक्ष्मदर्शी :

- सरल सूक्ष्मदर्शी से अधिक आवर्धन प्राप्त करने के लिए एक लेंस के स्थान पर दो लेंसों के संयोजन का उपयोग करते हैं।
- दो उत्तल लेंसों के संयोजन से बना वह सूक्ष्मदर्शी जिससे सूक्ष्म वस्तुओं के बड़े आवर्धित प्रतिबिम्ब प्राप्त किये जाते हैं, संयुक्त सूक्ष्मदर्शी कहलाता है।

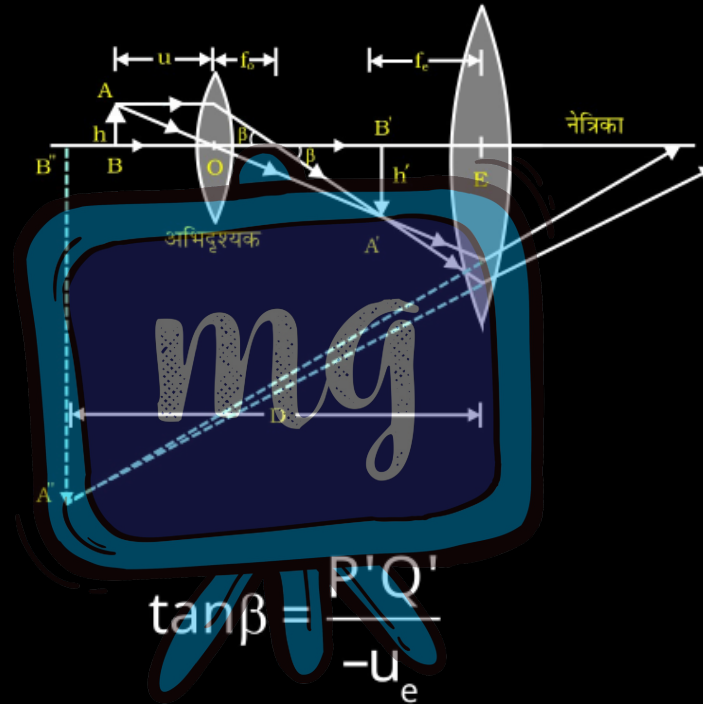
बनावट : यह एक लम्बी बेलनाकार नली होती है जिसमें एक ही अक्ष पर दो उत्तल लेंस होते हैं। जो बिम्ब के समीप होता है उसे अभिदृश्यक (objective) व जो नेत्र के समीप होता है उसे अभिनेत्र (eye-piece) लेंस कहते हैं। अभिदृश्यक लेंस का द्वारक व फोकस दूरी अभिनेत्र लेंस से कम होता है। दोनों लेंसों के मध्य दण्ड चक्रीय व्यवस्था होती है जिससे फोकस दूरी को समायोजित किया जाता है।

कार्यविधि :



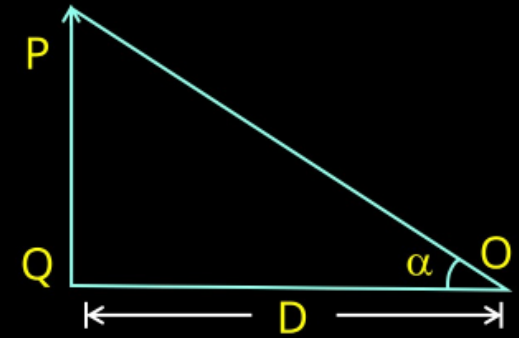
जब बिम्ब का PQ को लेंस के सामने फोकस के परे रखा जाता है तब आपतित प्रकाश किरणें लेंस से परावर्तन के पश्चात् उल्टा, वास्तविक व बड़ा प्रतिबिम्ब P'Q' बनाती है। P'Q' को अभिनेत्र लेंस के मध्य बिन्दु और फोकस के मध्य रखने पर, अभिनेत्र लेंस से अन्तिम प्रतिबिम्ब P''Q'' उल्टा प्राप्त होता है।





$$\tan \beta = \frac{P'Q'}{-u_e}$$

$$\therefore m = \frac{\beta}{\alpha}$$



$$\tan \alpha = \frac{PQ}{-D}$$

अल्प मानों के लिए,

$$m = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha}$$

$$m = \frac{P'Q'}{PQ} \frac{-u_e}{-D}$$

$$m = \frac{P'Q'}{PQ} \frac{D}{u_e}$$

$$m = \frac{-V_0}{u_0} \frac{D}{u_e} \text{ या } m = m_0 \frac{D}{u_e}$$

विशेष स्थिति :

i. जब अन्तिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम

दूरी पर प्राप्त होता है। $V = -D$

लेंस सूत्र से, $\frac{1}{f_e} = \frac{1}{V_e} - \frac{1}{u_e}$

$$V_e = -D \quad u_e = -u_e$$

$$\frac{1}{f_e} = -\frac{1}{D} - \frac{1}{-u_e}$$

$$\frac{1}{f_e} = -\frac{1}{D} + \frac{1}{u_e}$$

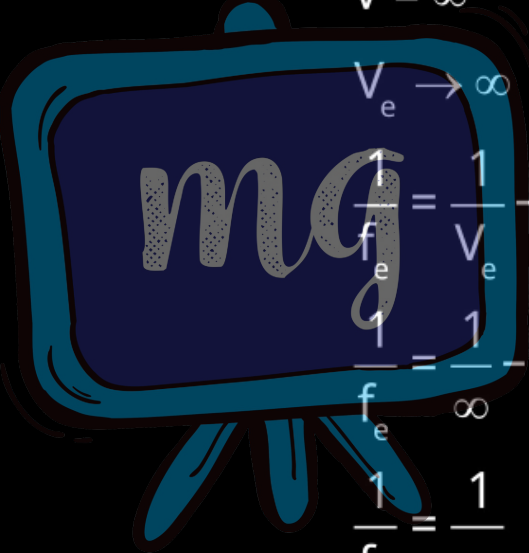
$$\frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e} + \frac{1}{D}$$

$$\therefore m = -\frac{v_0}{u_0} \cdot D \times \frac{1}{u_e}$$

$$\therefore m = -\frac{v_0}{u_0} \cdot D \times \left(\frac{1}{u_e} \right)$$

$$m = \frac{-v_0}{u_0} \left[1 + \frac{D}{f_e} \right]$$

ii. जब अन्तिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर प्राप्त होता है।



$$V = \infty$$

$$V_e \rightarrow \infty \quad u_e \rightarrow -u_e$$

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{V_e} - \frac{1}{u_e}$$

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{-u_e}$$

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{u_e}$$

$$\therefore m = \frac{-V_0}{u_0} \frac{D}{f_e}$$



ट्यूब की कुल लम्बाई $|L| = V_0 + f_e$

दूरदर्शी

■ वृहद् दूरियों पर स्थित बिम्ब को आवर्धित कर देखने के लिए दूरदर्शी का उपयोग होता है।



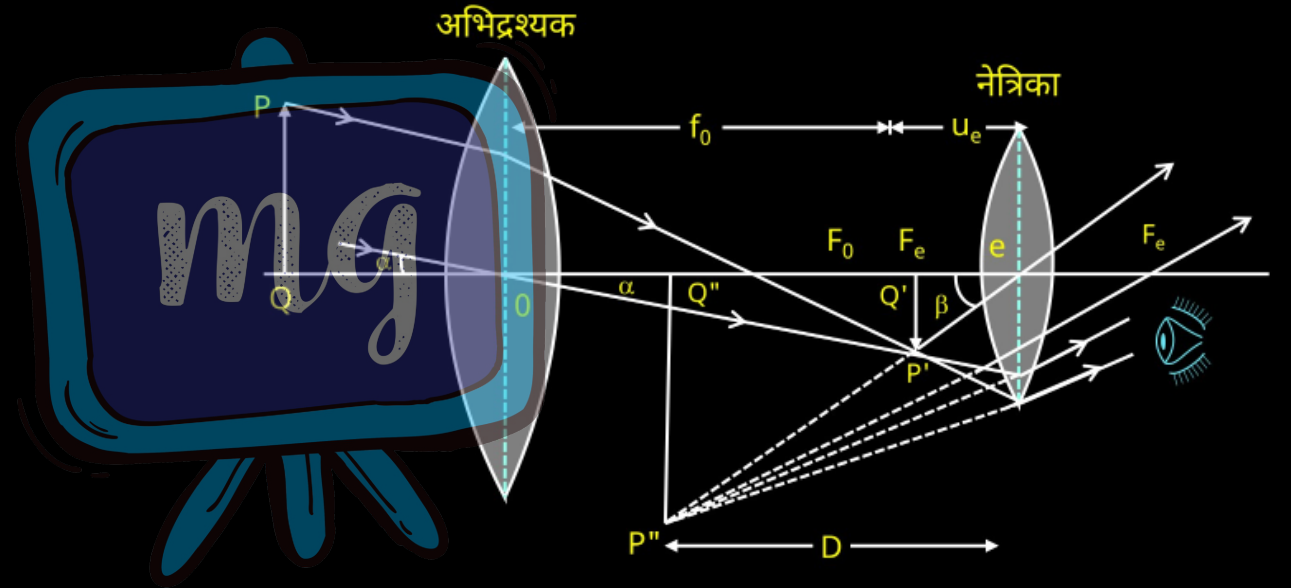
1. खगोलीय अपवर्तक दूरदर्शी :

- ▮ लेंसों के संयोजन से बना वह दूरदर्शी जिसकी सहायता से दूरस्थ स्थान पर स्थित बिम्ब का आवर्धित प्रतिबिम्ब देखा जाता है। खगोलीय अपवर्तक दूरदर्शी कहलाती है।



बनावट : यह एक बेलनाकार नली होती है जिसमें समाक्षीय दो उत्तल लेंस होते हैं। जो बिम्ब के समीप होता है उसे अभिदृश्यक लेंस व जो नेत्र के समीप होता है उसे अभिनेत्र लेंस कहते हैं। अभिदृश्यक लेंस का द्वारक व फोकस दूरी अभिनेत्र लेंससे अधिक होती है। दोनों लेंसों के मध्य दण्ड चक्रीय व्यवस्था होती है जिससे फोकस दूरी को समायोजित किया जाता है।

कार्यविधि : जब PQ एक दूरस्थ बिम्ब है तो अभिदृश्यक लेंस द्वारा उल्टा, वास्तविक व बड़ा प्रतिबिम्ब $P'Q'$ प्राप्त होता है जो अभिनेत्र लेंस के लिए बिम्ब का कार्य करता है। $P'Q'$ को अभिनेत्र लेंस के केन्द्र व फोकस बिन्दु के मध्य रखने पर इसका आवर्धित आभासी और सीधा प्रतिबिम्ब $P''Q''$ प्राप्त होता है।



आवर्धन क्षमता $m = \frac{\beta}{\alpha}$

अल्प मानों के लिए, $\tan \beta \approx \beta$ $\tan \alpha \approx \alpha$

$$\tan \beta = \frac{P'Q'}{-u_e}$$

$$\tan \alpha = \frac{P'Q'}{f_o}$$

$$m = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha} = \frac{\frac{P'Q'}{-u_e}}{\frac{P'Q'}{f_o}}$$

$$m = -\frac{f_o}{u_e}$$

विशेष स्थिति :

i. जब अन्तिम प्रतिबिम्ब स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम

दूरी पर प्राप्त होता है। $V = -D$

$$V_e = -D$$

$$u_e = -u_e$$

लेंस सूत्र से,

$$\frac{1}{f_e} = \frac{1}{V_e} - \frac{1}{u_e}$$

$$\frac{1}{f_e} = -\frac{1}{D} - \frac{1}{-u_e}$$

$$\frac{1}{f_e} = -\frac{1}{D} + \frac{1}{u_e}$$

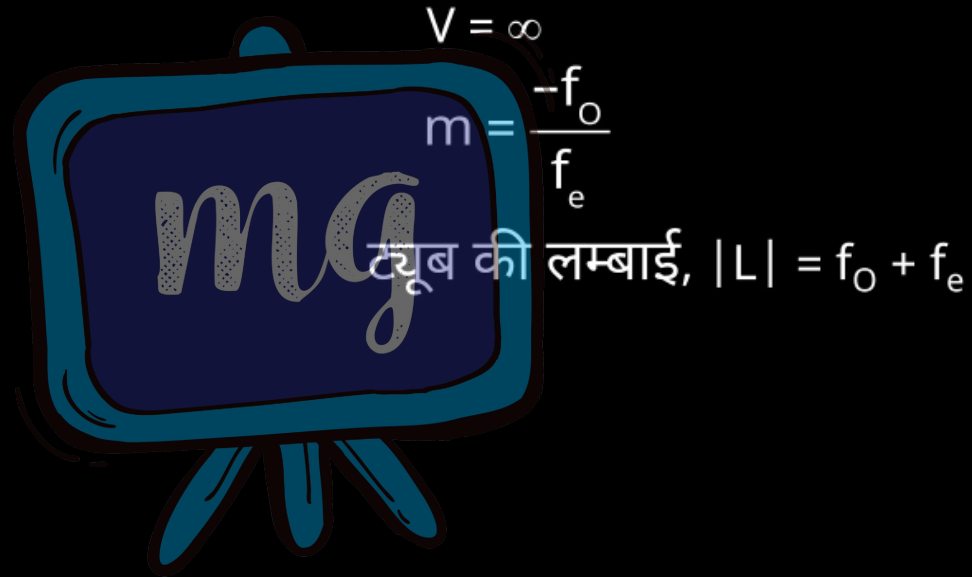
$$\frac{1}{u_e} = \frac{1}{f_e} + \frac{1}{D}$$

$$\therefore m = -f_o \times \left(\frac{1}{u_e} \right)$$

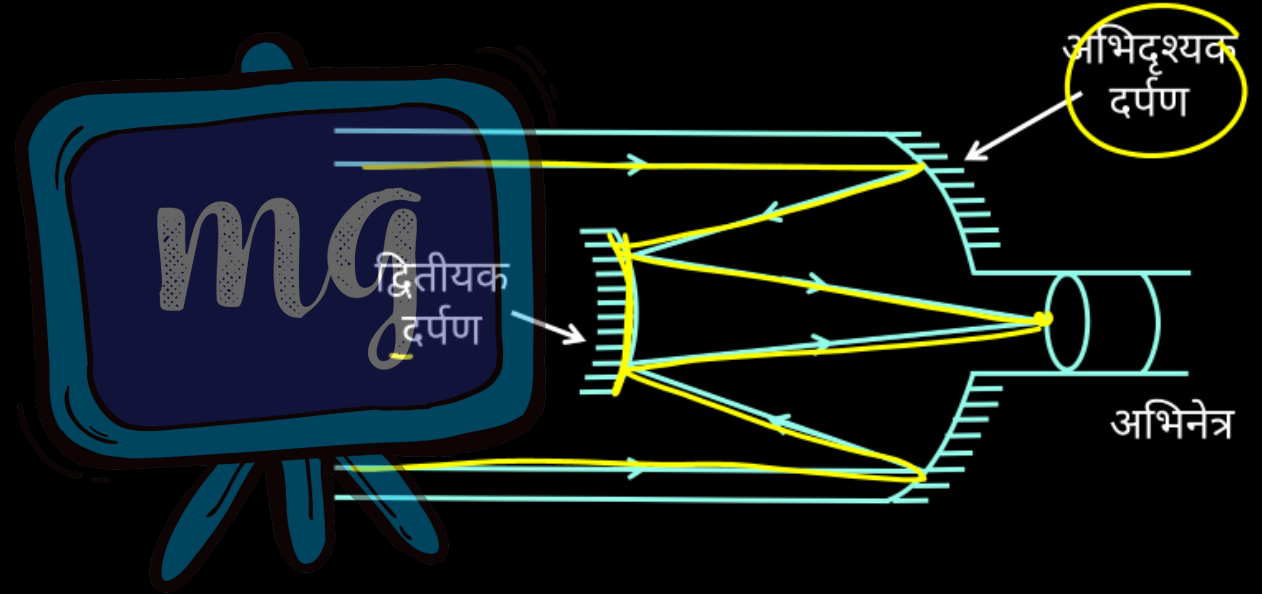
$$m = -f_o \left(\frac{1}{f_e} + \frac{1}{D} \right)$$

$$m = \frac{-f_o}{f_e} \left(1 + \frac{f_e}{D} \right)$$

ii. जब अन्तिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर होता है।



2. परावर्तक दूरदर्शी (कैसीग्रेन दूरदर्शी) :



- वह दूरदर्शी जिसमें वक्रीत दर्पण का उपयोग किया जाता है, परावर्तक दूरदर्शी कहलाता है।
- इस प्रकार के दूरदर्शी हल्के, सुगम, कम कीमत और आसान रख रखाव के होते हैं।
- इस दूरदर्शी से प्राप्त प्रतिबिम्ब सुस्पष्ट एवं चमकीले होते हैं जो वर्ण विपथन से मुक्त होते हैं।
- परवल्याकार दर्पण उपयोग में लेने से गोलीय विपथन का दोष भी दूर हो जाता है।

$$|m| = \frac{f_o}{f_e} \left(1 + \frac{f_e}{d} \right)$$



भारत का सबसे बड़ा दूरदर्शी कवलूर (तमिलनाडु) में है।

विश्व का सबसे बड़ा दूरदर्शी कैक-युग्म दूरदर्शी हवाई (USA) में है।