"प्रकाशिकी"

भौतिक विज्ञान की वह शाखा जिसमें प्रकाश के संचरण का अध्ययन करते हैं प्रकाशिकी कहलाती है।

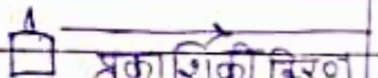
यह दो प्रकार की होती है।

1. तरंग प्रकाशिकी
2. किरण प्रकाशिकी

किरण प्रकाशिकी में प्रकाश की प्रकृति कणीय परन्तु प्रकाशिकी में प्रकाश की प्रकृति तरंगीय मानी जाती है।

1. किरण प्रकाशिकी :-

प्रकाश के संचरण की दिशा में खींची गई सीधी रेखा को प्रकाश की किरण कहते हैं।



physicshindi.com

यदि कोई प्रकाश किरण किसी माध्यम पर आपतित होती है तब निम्न घटनाएं सम्भव हैं तथा माध्यम की प्रकृति पर इन घटनाओं के अधिकतम होने की संभावना निर्भर करती है।

(i) परावर्तन (दर्पण)
(ii) संचरण (काँच)
(iii) अवशोषण (कालिका)

www.notesdrive.com

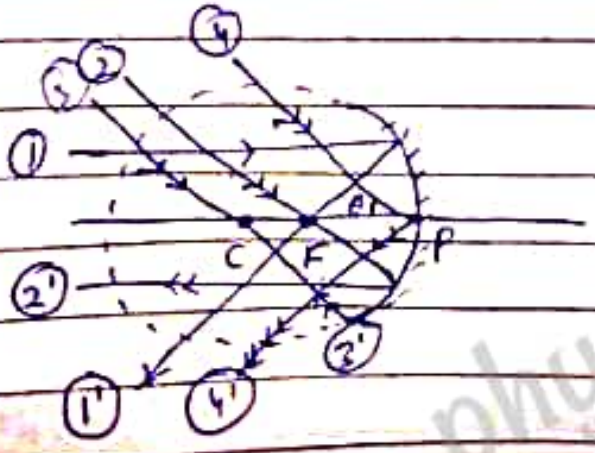
गोलीय दर्पण से प्रतिबिम्ब का निर्माण:-

Rules :- 1. यदि कोई प्रकाश किरण मुख्य अक्ष के समान्तर दर्पण पर आपतित होती है। तब परावर्तन के पश्चात एक निश्चित बिन्दु से गुजरती है अथवा गुजरती हुई प्रतीत होती है।

2. यदि कोई प्रकाश किरण फोकस से गुजरती हुई दर्पण पर आपतित होती है तब परावर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समान्तर गुजरती है।

3. यदि कोई प्रकाश किरण वक्रता केन्द्र से गुजरती हुई दर्पण पर आपतित होती है तब परावर्तन के पश्चात मूल पथ पर लौट जाती है।

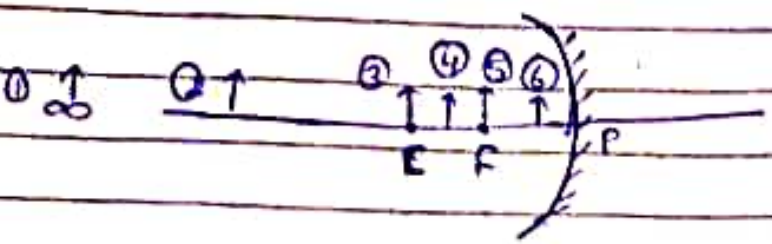
4. यदि कोई प्रकाश किरण दर्पण के ध्रुव पर आपतित हो तब परावर्तन के नियम की पालना होती है। ($\angle i = \angle r$)

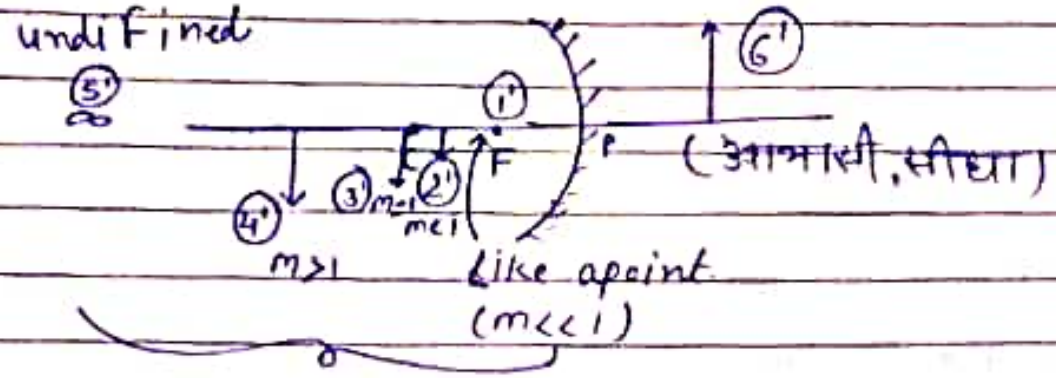


physicshindi.com

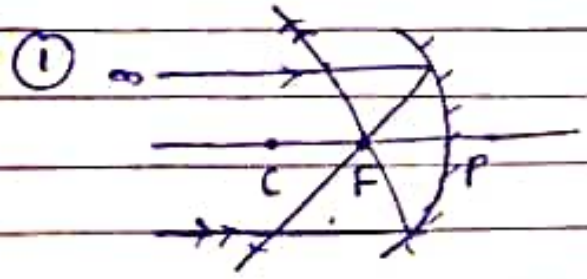
www.notesdrive.com

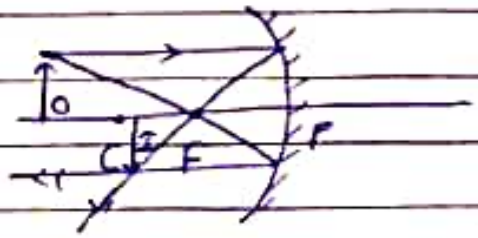
① अवतल दर्पण से प्रतिबिम्ब बनाना -

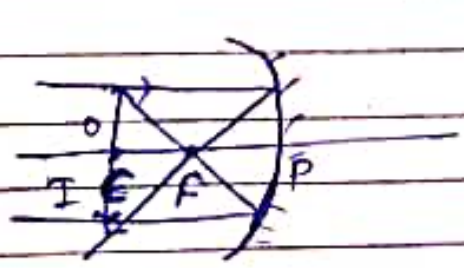


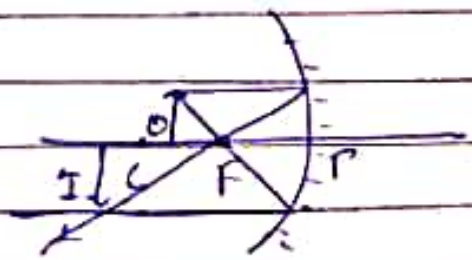


वास्तविक, उल्टे



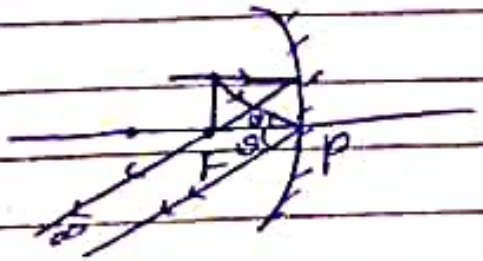






①

②



③

④

⑤

⑥

www.notesdrive.com

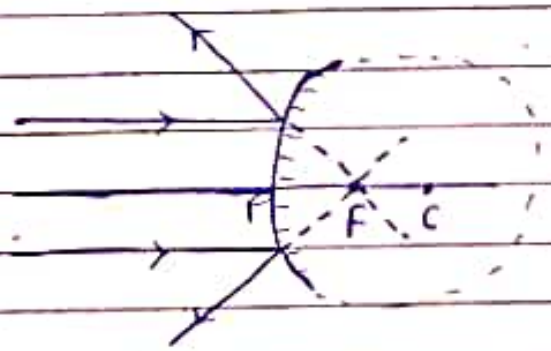
बिंब की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रकृति	आकार
∞	F पर	वास्तविक, उल्टा	बिन्दुवत
∞ और C के मध्य	F व C के मध्य	"	वस्तु से छोटा
C पर	C पर	"	समान
C व F के मध्य	C व ∞ के मध्य	"	वस्तु से बड़ा
F पर	∞ पर	अपरिभाषित	अपरिभाषित
F व P के मध्य	दर्पण के पीछे	आभासी, सीधा	बिंब से अत्यधिक बड़ा

② उत्तल दर्पण से प्रतिबिंब बनाना :—

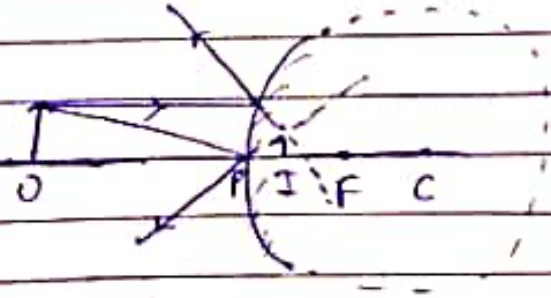
उत्तल दर्पण से प्रतिबिंब बनाने के लिये निम्नांकित दो स्थितियाँ प्रदर्शित की जाती है

1. यदि बिंब ∞ पर स्थित हो।
2. दर्पण के निकट स्थित हो।

①



②



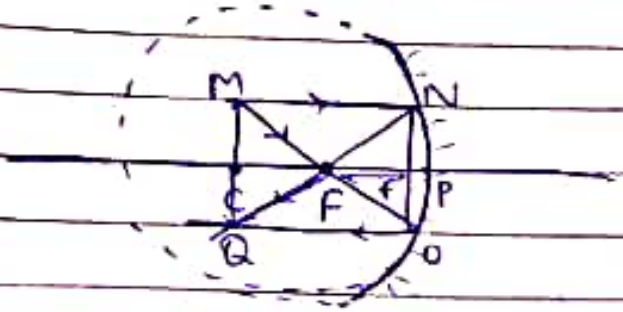
बिंब को उत्तल दर्पण के निकट लाने पर उसके आकार में वृद्धि होती है। अतः वाहनों के पश्च दृश्यों के दर्पणों में इसका उपयोग किया जाता है।

physicshindi.com
www.notesdrive.com

* वक्रता त्रिज्या और फोकस दूरी के मध्य संबंध :-

$$R = 2F$$

स्पष्टीकरण :-



बिंब को अवतल दर्पण के सम्मुख, वक्रता केन्द्र पर रखा गया है तब प्रतिबिंब वस्तु / बिंब के आकार का वास्तविक व उल्टा वक्रता केन्द्र C पर ही प्राप्त होता है।

उपरोक्त किरण चित्र में बिन्दु F, एक चतुर्भुज MNOQ के विकर्णों का प्रतिच्छेद बिन्दु है अत :-

$$PF = CF = f = \text{फोकस दूरी}$$

अत :

$$PC = PF + CF$$
$$= f + f$$
$$= 2f = \text{वक्रता त्रिज्या}$$

चिन्ह परिपाटी -

1. समस्त दूरियाँ ध्रुव से मापी जाती हैं अर्थात ध्रुव मूल बिन्दु अथवा निर्देशी बिन्दु कहलाता है।
2. किरण की गति की दिशा में मापी गई दूरियाँ धनात्मक जबकि विपरीत दिशा में मापी गई दूरियाँ ऋणात्मक ली जाती हैं।
3. मुख्य अक्ष के ऊपर मापी गई दूरियाँ धनात्मक ली जाती हैं।
4. मुख्य अक्ष के नीचे मापी गई दूरियाँ ऋणात्मक ली जाती हैं।

www.notesdrive.com

उत्तल दर्पण की फोकस दूरी धनात्मक व अवतल दर्पण की दूरी ऋणात्मक होती है।

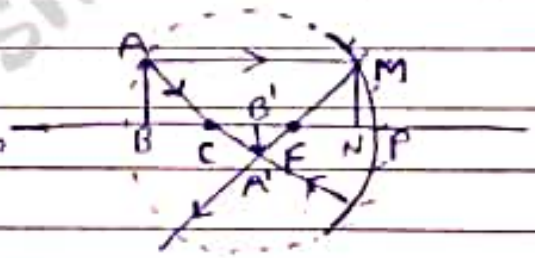
दर्पण समीकरण :-

दर्पण के लिये फोकस दूरी (f), बिंब दूरी (u) तथा प्रतिबिंब दूरी (v) के मध्य संबंध को दर्पण समीकरण कहते हैं।

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

1. बिंब AB को एक अवतल दर्पण के सम्मुख अनन्त तथा वक्रता केन्द्र के मध्य रखा गया है।
2. मुख्य अक्ष के समान्तर तथा बिंब AB के शीर्ष A से गुजरने वाली प्रकाश किरण दर्पण से परावर्तित होकर फोकस F से गुजरती है।
3. तथा वक्रता केन्द्र से होकर गुजरने वाली प्रकाश किरण दर्पण से परावर्तन के पश्चात् मूल पथ पर वापिस लौट जाती है।
4. जहाँ ये दोनो प्रकाश किरणे मिलती है वहाँ प्रतिबिंब A'B' का निर्माण होता है।

PF	$-f$
PC	$-R = -2f$
PB	$-u$
PB'	$-v$
AB	$+h_o$
A'B'	$-h_i$



ΔABC तथा $\Delta A'B'C$ में -

$\angle ABC = \angle A'B'C = 90^\circ$ शीर्षाभिमुख
$\angle ACB = \angle A'CB' =$

अतः $\Delta ABC \sim \Delta A'B'C$ —

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{BC}{B'C}$$

physicshindi.com
www.notesdrive.com

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{PB-PC}{PC-PB'} = \frac{-u+2f}{-2f+v} \quad \text{—} (1)$$

इसी प्रकार -

$$\Delta A'B'F \sim \Delta MNF$$

$$\frac{MN}{A'B'} = \frac{NF}{B'F}$$

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{PF}{PB'-PF}$$ | point N, P के अत्यधिक निकट है

$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{-f}{-v+f} \quad \text{—} (2)$$

समी॰ (1) व (2) से -

$$\frac{-u+2f}{-2f+v} = \frac{-f}{-v+f}$$

$$uv+2f^2-2fv-uf = 2f^2-fv$$

$$uv = 2f^2-fv-2f^2+2fv+uf$$

$$uv = uf+vf$$

uvf का भाग देनेपर

$$\boxed{\frac{1}{f} = \frac{1}{v}+\frac{1}{u}}$$; mirror equation

★ आवर्धन क्षमता:-

• $m = \frac{\text{size of image}}{\text{size of }~~\text{height}~~\text{ obj.}} = \frac{h_i}{h_o}$

www.notesdrive.com

• use –

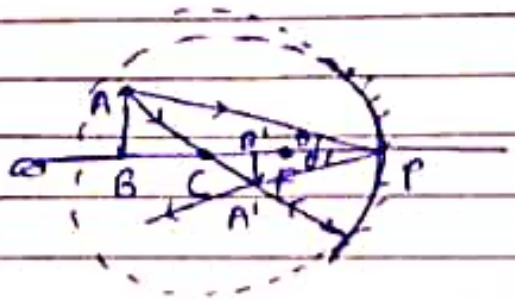
(i) if $m = 1$, $h_i = h_o$

(ii) if $m > 1$, $h_i > h_o$

(iii) if $m < 1$, $h_i < h_o$

(iv) $m = +ve$, image व object मुख्य अक्ष के एक ओर होंगे।

(v) $m = -ve$, image व object मुख्य अक्ष के दोनो ओर होंगे।



ΔABP व $\Delta A'B'P$ मे –

$\angle APB = \angle A'PB' = \theta$

$\angle ABP = \angle A'B'P = 90^\circ$

$\therefore \Delta ABP \sim \Delta A'B'P$

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

$$\frac{+h_o}{-h_i} = \frac{+u}{+v}$$

$$\boxed{m = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}}$$; आवर्धन क्षमता

www.notesdrive.com

mirror equation — को

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

(i) v से गुणा करने पर -

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

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

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

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

(ii) u से गुणा करने पर

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

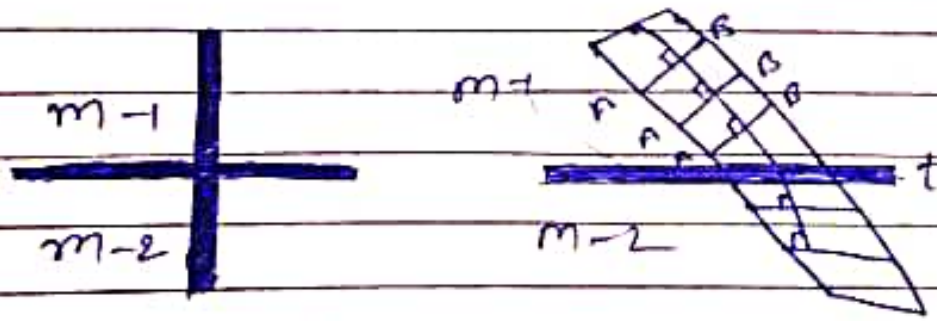
$$\frac{u}{v} = \frac{u}{f} - 1$$

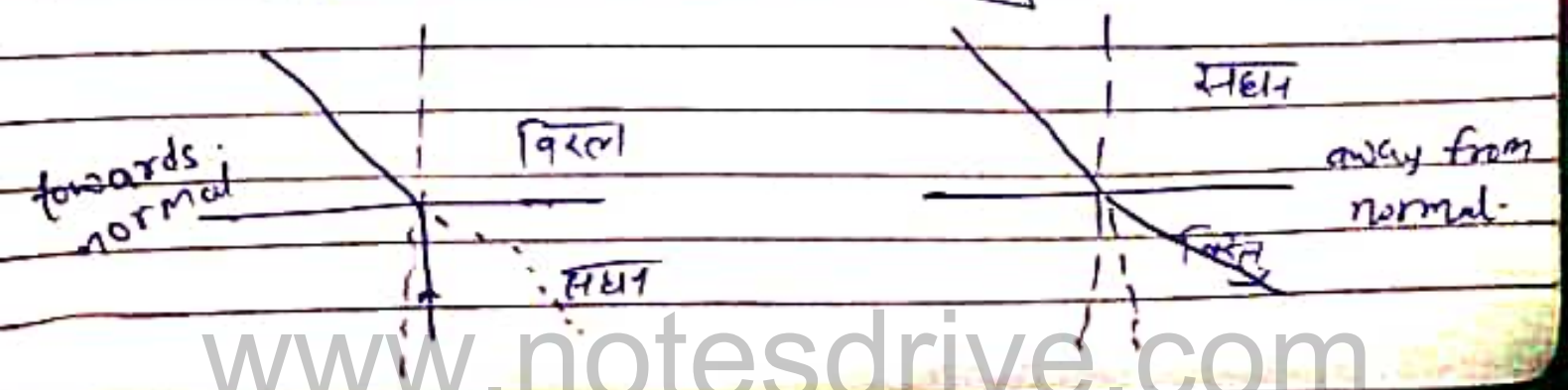
$$\frac{u}{v} = \frac{u-f}{f}$$

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

★ प्रकाश का अपवर्तन :-

किसी प्रकाश किरण का एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करने पर उसके वेग में परिवर्तन के कारण दिशा विचलित हो जाने की घटना अपवर्तन कहलाती है।
अपवर्तन की घटना में प्रकाश किरण का वेग तथा तरंगदैर्ध्य परिवर्तित होती है परन्तु आवृत्ति अपरिवर्तित रहती है।





www.notesdrive.com

Ex.11.1 एक अवतल दर्पण की वक्रता त्रिज्या 50cm. है इसकी फोकस दूरी ज्ञात कीजिये।

उत्तर- $R = 50cm = 0.50m$

$R = 2f$

$f = \frac{R}{2} = \frac{0.50}{2} = 0.25m.$

Ex.11.2 एक वस्तु 15cm. वक्रता त्रिज्या के अवतल दर्पण के सामने 10cm. की दूरी पर स्थित है। प्रतिबिंब की स्थिति, प्रकृति तथा आवर्धन ज्ञात कीजिये।

Ans. $R = 15cm.$ $u = +10cm.$

$R = +2f$

$f = \frac{+15}{2} cm.$

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

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

$\frac{1}{v} = \frac{+2}{15} - \left(\frac{1}{10}\right) = \frac{+4-3}{30} = \frac{+1}{30}$

$\boxed{v = +30 cm.}$

$m = -\frac{v}{u} = -\left(\frac{+30}{+10}\right) = -3$

प्रतिबिंब वास्तविक, तीन गुना तथा दर्पण के आगे 30cm. की दूरी पर बनेगा।

physicshindi.com
www.notesdrive.com

Ex. 11.3 एक अवतल दर्पण के सामने रखे बिम्ब का प्रतिबिंब दर्पण के सामने 100cm पर बनता है। यदि दर्पण की फोकस दूरी 98cm. हो तो बिंब की दूरी ज्ञात कीजिये।

Ans. प्रतिबिंब दूरी $v = +100\,cm$

फोकस दूरी $f = +98\,cm.$

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

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v} = \frac{+1}{98} - \frac{1}{+100} = \frac{+1}{98} \mp \frac{1}{100}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{+100 \mp 98}{9800} = \frac{+2}{9800}$$

$$u = +4900\,cm.$$

$$\boxed{u = +49\,m.}$$

Ex. 11.4 एक मनोरंजन पार्क में लगे अवतल दर्पण की वक्रता त्रिज्या 4m. है। एक बालिका दर्पण के सामने खड़ी है ताकि वह अपनी वास्तविक लंबाई की 2.5 गुनी प्रतीत होती है। यदि प्रतिबिंब सीधा है तो वह दर्पण से कितनी दूरी पर खड़ी है।

Ans. $R = 4\,m.$, $m = 2.5$

$$R = +2f$$

$$f = \frac{+R}{2} = \frac{+4}{2} = +2\,m.$$

$$m = \frac{f}{f-u} = \frac{+2}{+2-u}$$

$$2.5 = \frac{+2}{+2-u}$$

$$+5 - 2.5u = +2$$

$$-2.5u = -2 \mp 5 = -3$$

$$u = \frac{-3}{-2.5} = +1.2\,m.$$

www.notesdrive.com

Ex. 11.5 एक उत्तल दर्पण की फोकस दूरी f है एक वास्तविक बिम्ब इसके सामने इसके ध्रुव से दूरी f पर ~~खींचा~~ रखा जाए तो इसका प्रतिबिंब की स्थिति ज्ञात कीजिए।

Ans. फोकस दूरी = f

बिंब की दूरी = f

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

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

$$\frac{1}{v} = +\frac{2}{f}$$

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

वास्तविक बिम्ब के लिये उत्तल दर्पण, ध्रुव एवं फोकस दूरी के बीच काल्पनिक, धूमिल व सीधा प्रतिबिंब बनाता है।

Ex. 11.6 एक अवतल दर्पण से 20 cm. दूर रखे एक पिन का प्रतिबिंब दर्पण से 40 cm. दूरी पर बनता है। दर्पण की फोकस दूरी ज्ञात कीजिये।

Ans. $u = -20\text{cm}$, $f = ?$

$v = -40\text{cm}.$

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-40} - \frac{1}{20} = \frac{-1-2}{40} = \frac{-3}{40}$$

$$f = \frac{-40}{3} = -13.333\text{cm}$$

www.notesdrive.com

अपवर्तन के नियम :-

1. आपतित किरण, अभिलंब तथा अपवर्तित किरण तीनों एक तल में उपस्थित होते हैं।

2. आपतन कोण की ज्या तथा अपवर्तन कोण की ज्या का अनुपात एक नियत राशि प्राप्त होता है। जिसे द्वितीय माध्यम का प्रथम माध्यम के सापेक्ष अपवर्तनांक कहते हैं तथा इस नियम को स्नेल का नियम कहते हैं। अर्थात स्नेल के नियम अनुसार $\frac{\sin i}{\sin r} = \text{constant} = {}_1\mu_2$

* अपवर्तनांक :-

किसी माध्यम में प्रकाश किरण के प्रवेश करने पर वह उस माध्यम में कितना विचलन प्रदर्शित करेगी यह अपवर्तनांक द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

अपवर्तनांक दो प्रकार का होता है।

1. निरपेक्ष अपवर्तनांक :-

किसी माध्यम का निर्वात के सापेक्ष अपवर्तनांक निरपेक्ष अपवर्तनांक कहलाता है। अर्थात -

$${}_v\mu_m = \frac{\text{माध्यम का अपवर्तनांक}}{\text{निर्वात का अपवर्तनांक}} = \frac{\mu_m}{\mu_v}$$

$$\because \mu \propto \frac{1}{v}$$

$${}_v\mu_m = \frac{\text{निर्वात में प्रकाश का वेग}}{\text{माध्यम में प्रकाश का वेग}} = \frac{c}{v}$$

• जिस माध्यम में प्रकाश किरण का वेग अधिक होता है, उसका अपवर्तनांक कम होता है। तथा माध्यम, विरल माध्यम कहलाता है।

• जिस माध्यम में प्रकाश किरण का वेग कम होता है, उसका अपवर्तनांक अधिक होता है, तथा माध्यम, सघन माध्यम कहलाता है।

www.notesdrive.com

1. $_vμ_w = \frac{4}{3} = 1.33$

2. $_vμ_g = \frac{3}{2} = 1.5$

3. $_vμ_D = \frac{12}{5} = 2.4$

4. $_vμ_a = 1.0003 \approx 1$

5. $_vμ_w = {}_aV_w$

2. सापेक्ष अपवर्तनांक :-

$$_1μ_2 = \frac{\text{माध्यम 2 का अपवर्तनांक}}{\text{माध्यम 1 का अपवर्तनांक}} = \frac{μ_2}{μ_1}$$

$\because μ \propto \frac{1}{V}$

$$\therefore μ = \frac{\text{माध्यम 1 में प्रकाश का वेग}}{\text{माध्यम 2 में प्रकाश का वेग}} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$\boxed{_1μ_2 = \frac{1}{{}_2μ_1}}$$: Reversibility Principle

$$_1μ_2 = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$$

$$_2μ_3 = \frac{\sin r_1}{\sin r_2}$$

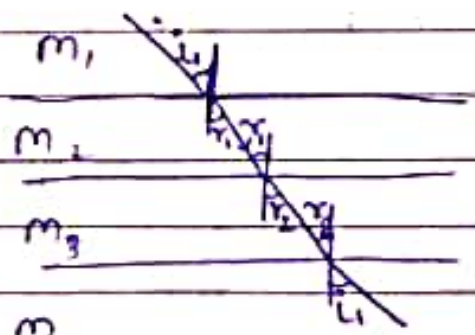
$$_3μ_1 = \frac{\sin r_2}{\sin i_1}$$

परस्पर गुणा लेने पर

$$_1μ_2 \times {}_2μ_3 \times {}_3μ_1 = 1$$

$$_3μ_4 = \frac{1}{{}_1μ_2 \times {}_2μ_3}$$

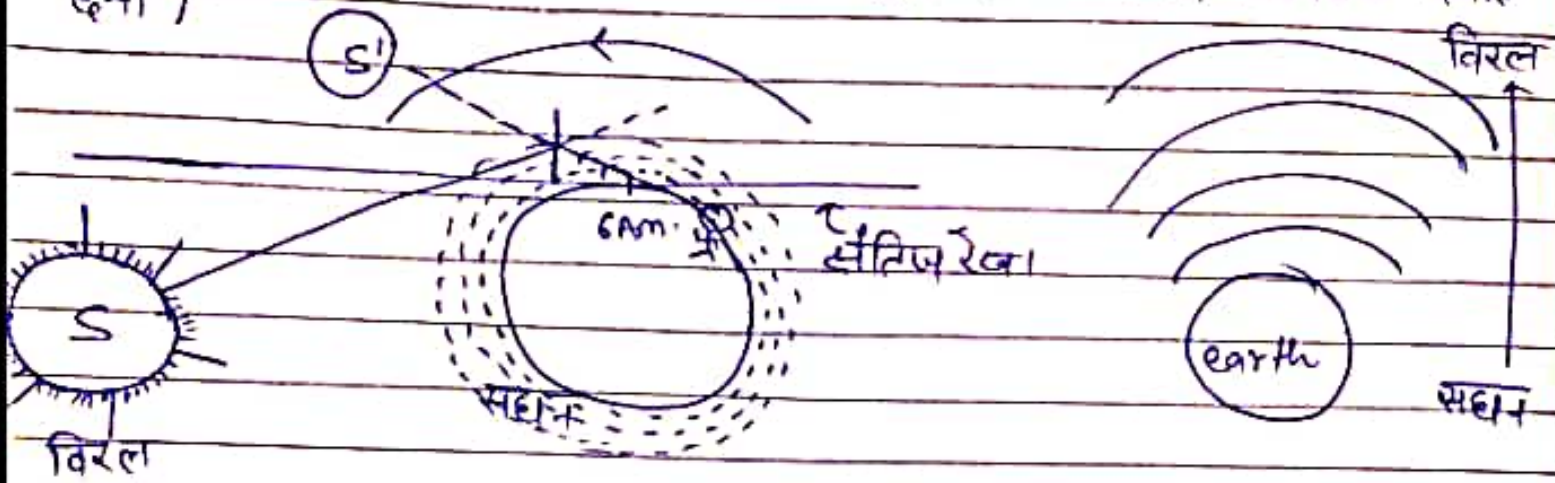
$$\boxed{{}_3μ_4 = \frac{{}_3μ_2}{{}_1μ_2}}$$



www.notesdrive.com

अपवर्तन पर आधारित घटनाएँ :-

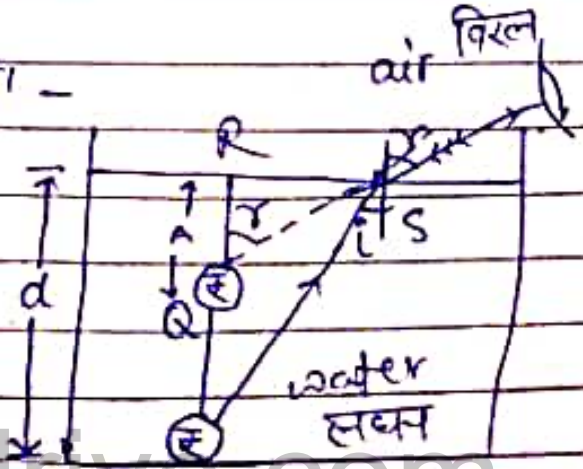
① सूर्य उदय व सूर्य अस्त के समय सूर्य का आभासी प्रतिबिंब दिखाई देना।



पृथ्वी की सतह के निकट वायुमण्डल की परतों का घनत्व अधिक होता है जबकि ऊपरी सतहों का घनत्व कम होता जाता है अतः पृथ्वी के निकट वायुमण्डलीय परतें सघन तथा पृथ्वी से दूर विरल माध्यम की भाँति व्यवहार करती हैं। सूर्य उदय से पूर्व सूर्य क्षितिज रेखा से नीचे उपस्थित होता है उससे आने वाली प्रकाश किरणें विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश के कारण अभिलंब की ओर झुकती जाती हैं तथा वेधक की आँख में पहुँचती हैं अतः वेधक को सूर्य उदय से दो मिनट पूर्व सूर्य का आभासी प्रतिबिंब S' नजर आता है।

इसी प्रकार सूर्य अस्त के पश्चात् दो मिनट बाद तक सूर्य का आभासी प्रतिबिंब प्रतित होता हैं इस प्रकार कुल समय अन्तराल ४ मिनट का होता है।

. सिक्के का पानी से ऊपर उठाई देना -



ΔPRS में -

$\sin i = \frac{RS}{PS}$

ΔQRS में -

$\sin r = \frac{RS}{QS}$

www.notesdrive.com

⇒ सिक्का d-A ऊपर दिखाई देगा

by snell law's –

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{QS}{PS} = \mu_w \mu_a$$

• यदि S तथा R अत्यधिक निकट हो –

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{QR}{PR} = \mu_w \mu_a$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{A}{d} = \mu_w \mu_a$$

$$\frac{A}{d} = \mu_w \mu_a$$

$$\frac{A}{d} = \frac{1}{\mu_a \mu_w}$$

$$\boxed{A = \frac{d}{\mu_w}}$$

चित्रानुसार एक पात्र के पेंदे में स्थित P पर एक सिक्का स्थित है। सिक्के से आने वाली प्रकाश की किरणें सघन माध्यम (जल) से विरल माध्यम (हवा) में संचरित होने के कारण अपवर्तित होती है। अपवर्तित प्रकाश किरण प्रेक्षक की आँख में प्रवेश करती है अतः प्रेक्षक को सिक्के की आभासी स्थिति Q पर दिखाई देती है।

3. तारो का टिमटिमाना :-

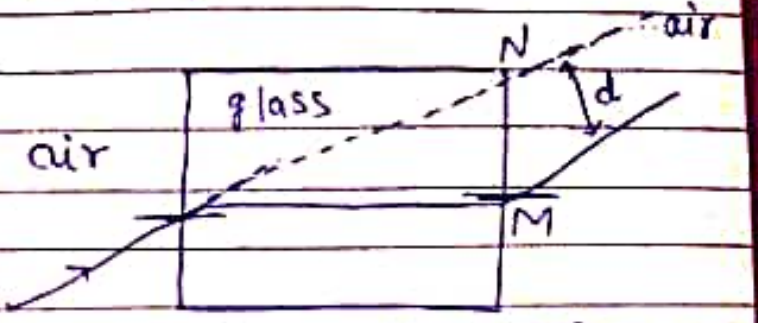
तारे पृथ्वी से अत्यधिक दूरी पर स्थित होते हैं अतः इनसे आने वाली प्रकाश किरणें घनत्व तथा ताप के परिवर्तन के कारण स्वंय की दिशा परिवर्तित करती रहती है अतः प्रेक्षक की रेटिना पर बनने वाला प्रतिबिंब ईधर-उधर खिसकता है यही कारण है कि तारे टिमटिमाते हुये प्रतीत होते हैं।

www.notesdrive.com

Scanned by CamScanner

4. काँच की पट्टिका द्वारा प्रकाश का अपवर्तन :-

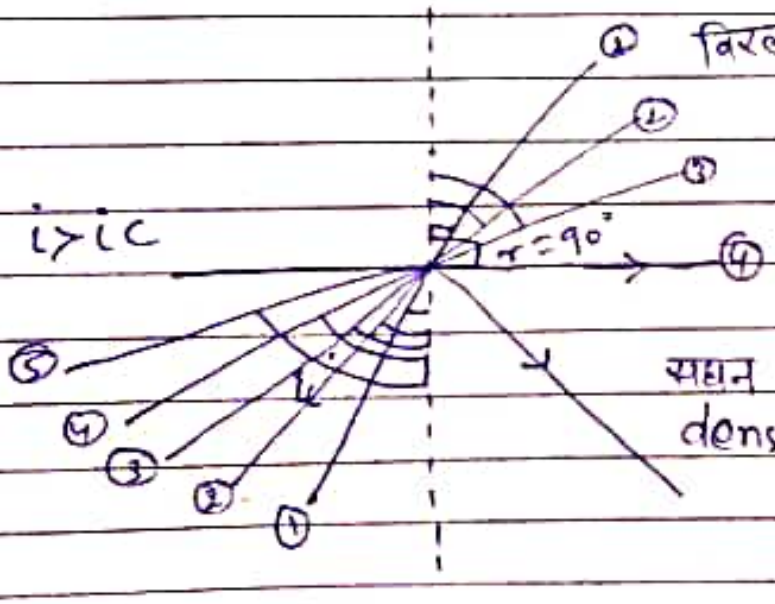
किसी प्रकाश किरण को एक मोटी काँच की पट्टिका से गुजारने पर प्रकाश किरण का दो बार अपवर्तन होता है -
(i) हवा से काँच में संचरण होते समय।
(ii) काँच से हवा में संचरण होते समय।



d = पार्श्विक विस्थापन

आपतित किरण तथा अपवर्तित किरण दोनो परस्पर समान्तर होती है परन्तु दोनो के मध्य एक विस्थापन उत्पन्न हो जाता है जिसे पार्श्विक विस्थापन कहते हैं।

* पूर्ण आन्तरिक परावर्तन :- (Total internal Reflection) :-



यदि प्रकाश किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती है तब आपतन कोण के मान में वृद्धि करने पर अपवर्तन कोण के मान में भी वृद्धि होती है। आपतन कोण के एक निश्चित मान पर अपवर्तन कोण का मान 90° प्राप्त होता है।
आपतन कोण के उस निश्चित मान को क्रांतिक कोण ic कहते हैं

www.notesdrive.com

2. यदि कोई प्रकाश किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करे एवं आपतन कोण का मान क्रांतिक कोण से अधिक हो तब प्रकाश किरण सघन माध्यम में लौट जाती है यह घटना पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहलाती है।

3. क्रांतिक कोण तथा अपवर्तनांक में संबंध -

स्नेल के नियम अनुसार -

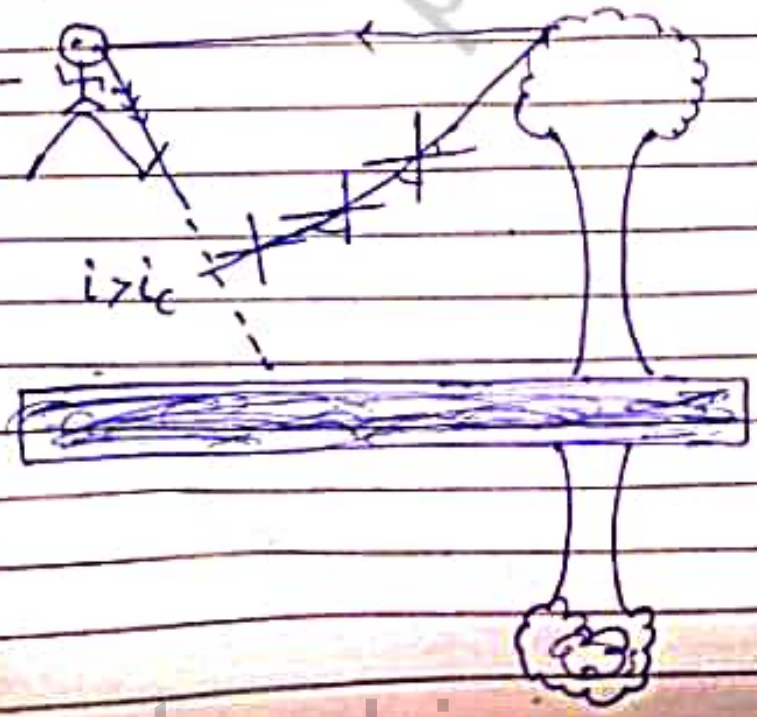
$$\frac{\sin i_c}{\sin 90^\circ} = {}_d\mu_R$$

$$\sin i_c = \frac{1}{{}_R\mu_d}$$

$$i_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu_d}\right)$$

पदार्थ	क्रांतिक कोण
जल	48.75°
क्राउन काँच	41.14°
फ्लिन्ट काँच	37.31°
हीरा	24.41°

TIR आधारित घटनाऐं :-



- cold
- Hot
- μ ↓
- V ↑
- विरल

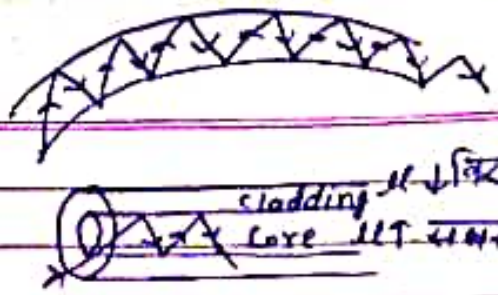
physicshindi.com
www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

रेगिस्तानी क्षेत्रो में गर्मियो के दिनो में प्रेक्षक को कुछ दूरी पर जलाशय होने का भ्रम होता है। इसे मरीचिका (Mirage) कहते हैं।
जलाशय होने का भ्रम पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के कारण होता है। वायुमण्डल की वे परते जो रेत के सम्पर्क में होती हैं का ताप अधिक होने के कारण विरल माध्यम की भाँति तथा ऊपर की परतो का ताप कम होने के कारण सघन माध्यम की भाँति व्यवहार प्रदर्शित करती हैं। जब किसी ऊँचे वृक्ष से चलकर आने वाली प्रकाश किरणे सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती हैं तब पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के कारण ऊपर की ओर लौट जाती हैं एवं प्रेक्षक को उल्टा प्रतिबिंब का आभास होता है चूंकि उल्टे प्रतिबिंब पानी में बनते हैं। अतः उस स्थान पर जल का भ्रम होता है।

2. हीरे का चमकना :-
हीरे का अपवर्तनांक 2.4 तथा क्रांतिक कोण 24° होता है। हीरे को इस प्रकार से तराशा जाता है कि इसकी विभिन्न फलको में प्रवेश करने वाली प्रकाश किरण अलग-अलग फलको से पूर्ण परावर्तित होती है अतः हीरा चमकता है।

3. प्रकाशिय तंतु (Optical fiber) :—
यह पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की घटना पर आधारित है इसके द्वारा सूचनाओ को लंबी दूरी तक संचरित किया जाता है। पूर्ण आन्तरिक परावर्तन की घटना पर आधारित होने के कारण इसमे प्रकाश की तीव्रता की कोई हानि नही होती। प्रकाशीय तंतु के दो भाग होते हैं जिनमें से एक भाग का अपवर्तनांक अधिक (सघन) तथा दूसरे भाग का अपवर्तनांक कम (विरल) रखा जाता है। इन्हे क्रमशः Core (कोर) तथा Cladding (क्लैडिंग) कहते हैं। जब कोई प्रकाश किरण तंतु के एक सिरे में प्रवेश करती है तो कोर भाग द्वारा कई बार पूर्ण आन्तरिक परावर्तन द्वारा दूसरे सिरे से बाहर निकल जाती है।

www.notesdrive.com



गोलीय पृष्ठ पर अपवर्तन :-

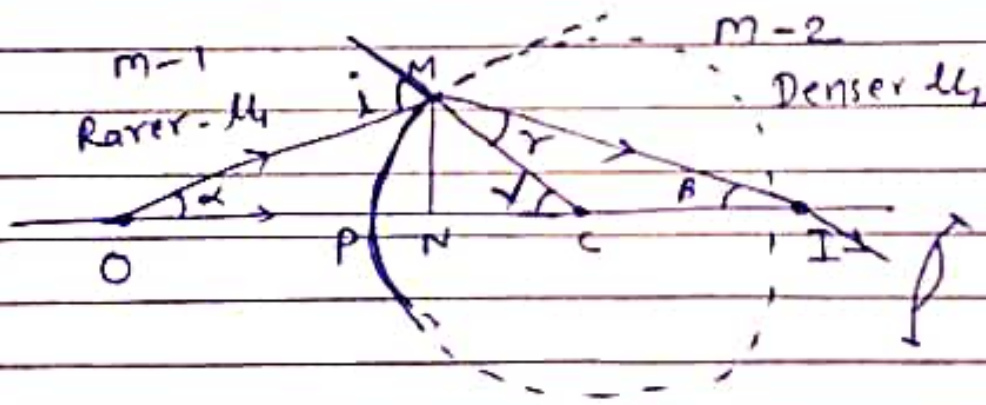
एक पारदर्शी गोले का भाग जो अपवर्तक पृष्ठ की भाँति व्यवहार प्रदर्शित करे, गोलीय पृष्ठ कहलाती है। गोलीय पृष्ठ दो प्रकार की होती है।

1. उत्तल गोलीय पृष्ठ :-

यदि विरल माध्यम की ओर से देखने पर पृष्ठ उत्तल दिखाई दें तब इसे उत्तल गोलीय पृष्ठ कहते हैं।

2. अवतल गोलीय पृष्ठ :-

यदि विरल माध्यम की ओर से देखने पर पृष्ठ अवतल दिखाई दें तब पृष्ठ को अवतल गोलीय पृष्ठ कहते हैं।



उपरोक्त चित्र में एक उत्तल गोलीय पृष्ठ दो माध्यमों को पृथक पृथक करती है बिन्दुवत बिंब O से आने वाली प्रकाश किरण पृष्ठ पर स्थित बिन्दु M पर आपतित होती है। अपवर्तन के पश्चात अभिलंब की ओर झुक जाती है। तथा बिंब O से पृष्ठ के ध्रुव P पर लंबवत आपतित प्रकाश किरण लंबवत ही परावर्तित हो जाती है। ये दोनो किरणे जिस बिन्दु पर काटती है

www.notesdrive.com

वहाँ प्रतिबिंब का निर्माण होता है।

परिकल्पनाएँ :-

1. यदि कोण θ अल्प हो तब -

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

2. point P तथा point N अत्यधिक निकट है।

<u>Snell's Law</u>

$$\frac{\sin i}{\sin r} \approx \frac{i}{r} = {}_1\mu_2 = \frac{\mu_2}{\mu_1}$$

$$i \times \mu_1 = r \times \mu_2 \quad —(1)$$

बाह्य कोण नियम से -

$$i = \alpha + \gamma$$

$$r + \beta = \gamma$$

$$\Rightarrow \quad r = \gamma - \beta$$

अतः -

$$(\alpha + \gamma)\mu_1 = (\gamma - \beta)\mu_2$$

$$\alpha\mu_1 + \gamma\mu_1 = \gamma\mu_2 - \beta\mu_2$$

$$\gamma(\mu_2 - \mu_1) = \alpha\mu_1 + \beta\mu_2$$

$$\tan\gamma(\mu_2 - \mu_1) = \tan\alpha\,\mu_1 + \tan\beta\,\mu_2$$

$$\frac{MN}{NC}(\mu_2 - \mu_1) = \frac{MN}{ON}\mu_1 + \frac{MN}{NI}\mu_2$$

$$\frac{\mu_2 - \mu_1}{R} = \frac{\mu_1}{-u} + \frac{\mu_2}{v}$$

www.notesdrive.com

Note - माध्यम परिवर्तित होने पर अपवर्तनांक परस्पर परिवर्तित हो जाएंगे

$$\frac{\mu_1}{v} - \frac{\mu_2}{u} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{R}$$

$$\frac{\mu_2}{v} - \frac{\mu_1}{u} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R}$$

लेंस:-

लेंस में न्यूनतम एक पृष्ठ का गोलीय होना आवश्यक है। अर्थात् एक पृष्ठ समतल, एक पृष्ठ गोलीय अथवा दोनो पृष्ठ गोलीय होती हैं।

लेंस दो प्रकार के होते हैं।

1. उत्तल लेंस:-

किनारे से पतले व बीच से मोटे होते हैं, उत्तल लेंस कहलाते हैं। उत्तल लेंस को अभिसारी लेंस कहते हैं।

2. अवतल लेंस:-

किनारो से मोटे व बीच से पतले होते हैं, अवतल लेंस कहलाता हैं। अवतल लेंस को अपसारी लेंस कहते हैं।

लेंस से संबंधित परिभाषाऐं:-

1. प्रकाशिक केन्द्र:-

लेंस में उपस्थित वह बिन्दु जिससे गुजरने वाली प्रकाश किरणे बिना विचलित हुये सीधी निकल जाती हैं। प्रकाशिक केन्द्र कहलाता हैं।

फोकस:-

लेंस मे दो प्रकार के फोकस परिभाषित किये जाते हैं।

www.notesdrive.com

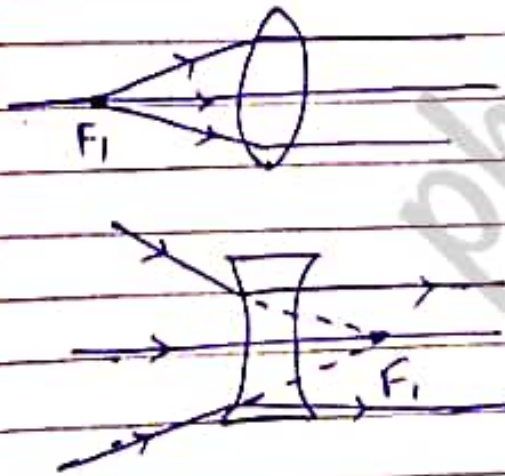
1. प्राथमिक फोकस :-

उत्तल लेंस के लिये प्राथमिक फोकस वह बिन्दु होता है जिससे आने वाली प्रकाश किरणें लेंस में से गुजरने के पश्चात मुख्य अक्ष के समान्तर होती हैं
अवतल लेंस के लिये प्राथमिक फोकस वह बिन्दु होता है जिसकी ओर आने वाली प्रकाश किरणें लेंस में से गुजरने के बाद मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती हैं।

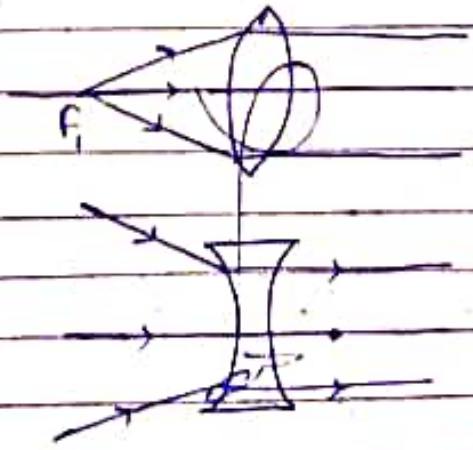
2. द्वितीय फोकस :-

उत्तल लेंस के लिये द्वितीय फोकस वह होता है जहाँ मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली प्रकाश किरणें लेंस से आने के पश्चात मिलती हैं।
अवतल लेंस के लिये द्वितीय फोकस वह होता है जहाँ मुख्य अक्ष के समान्तर आने वाली प्रकाश किरणें गुजरने के बाद मिलती हुई प्रतीत होती हैं।

प्राथमिक फोकस



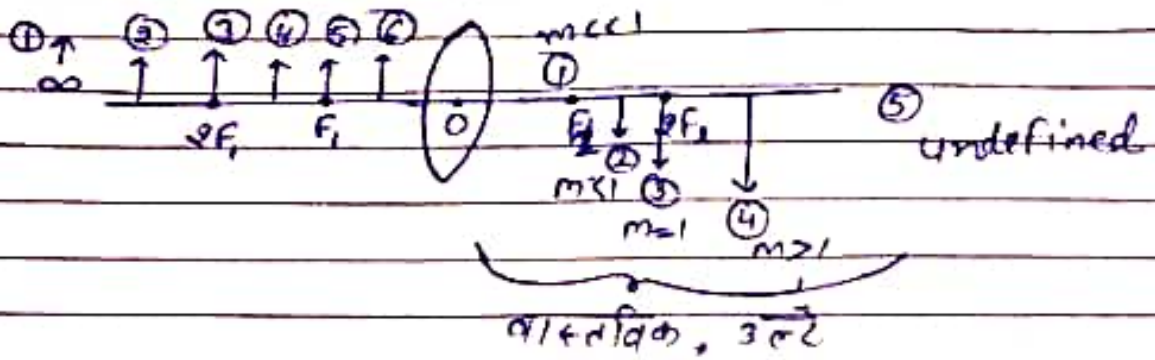
द्वितीय फोकस

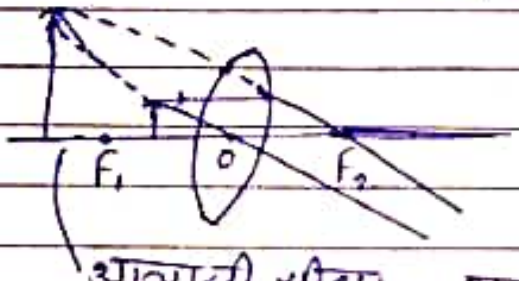


physicshindi.com
www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

लेंस से प्रतिबिंब का निर्माण:-

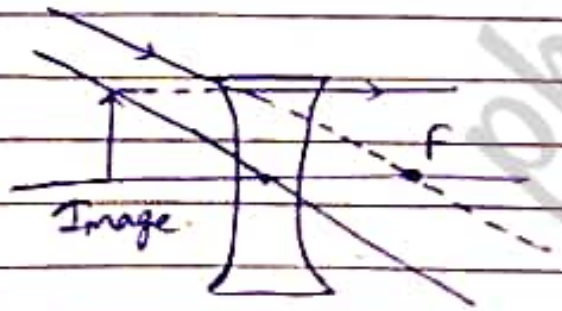
1. उत्तल लेंस के लिये प्रतिबिंब बनाना:-

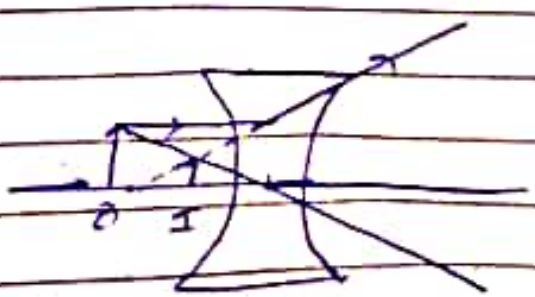




② अवतल लेंस -

यदि बिम्ब ∞ पर हो लेंस के निकट स्थित हो।

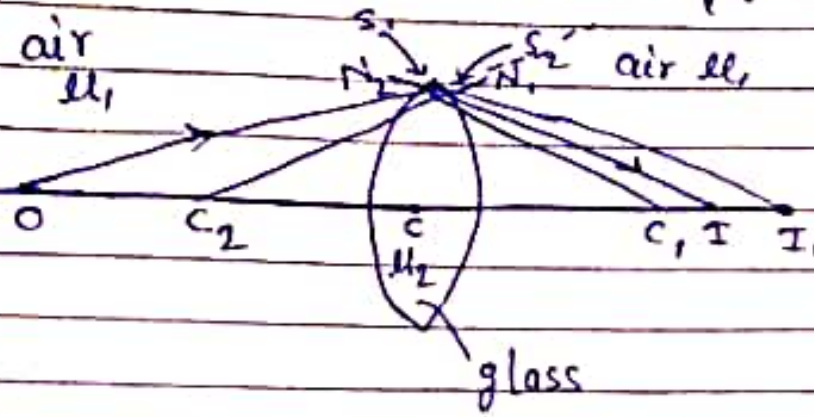




www.physicshindi.com
www.notesdrive.com

VVIP

* पतले लेंस द्वारा प्रकाश का अपवर्तन (लैंस मेकर सूत्र) :-



उपरोक्त चित्र में एक उत्तल लेंस को दिखाया गया है। जिसकी दो पृष्ठो S_1, S_2 के वक्रता केन्द्र क्रमशः C_1, C_2 एवं त्रिज्याएँ क्रमशः R_1, R_2 है।

बिम्ब O से आने वाली प्रकाश किरण का लैंस से गुजरने पर दो बार अपवर्तन होता है -

1. जब प्रकाश किरण हवा (विरल) से कॉंच (सघन) में प्रवेश करे तब -

$$\left[\frac{\mu_2}{v} - \frac{\mu_1}{u} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R}\right] \text{ से -}$$

$$\frac{\mu_2}{(CI')} - \frac{\mu_1}{(-CO)} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{CC_1} \quad \text{—①}$$

2. जब प्रकाश किरण कॉंच से हवा में प्रवेश करे -

*** ⇒ इस स्थिति में I' पृष्ठ S_2 के लिये बिम्ब का कार्य करेगी -

$$\frac{\mu_1}{(CI)} - \frac{\mu_2}{(CI')} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{-CC_2} \quad \text{—②}$$

समी॰ ① + समी॰ ②

$$\frac{\mu_1}{CO} + \frac{\mu_1}{CI} = (\mu_2 - \mu_1)\left[\frac{1}{CC_1} + \frac{1}{CC_2}\right]$$

physicsshivdi.com
www.notesdrive.com

$$\mu_1\left[\frac{1}{-u}+\frac{1}{v}\right]=(\mu_2-\mu_1)\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right]$$

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{\mu_2-\mu_1}{\mu_1}\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right]$$

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{\mu_2}{\mu_1}-1\left[\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right]$$

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\left(\frac{\mu_2}{1}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)$$

यदि बिम्ब ∞ पर स्थित हो तब प्रतिबिम्ब फोकस पर बनेगा।

$\Rightarrow u \to \infty$

$v = f$

$$\boxed{\frac{1}{f}=\left(\frac{\mu_2}{1}-1\right)\left(\frac{1}{R_1}-\frac{1}{R_2}\right)}$$

यह भी स्पष्ट है कि –

$$\boxed{\frac{1}{f}=\frac{1}{v}-\frac{1}{u}}$$: लैंस समीकरण

लैंस की आवर्धन क्षमता –

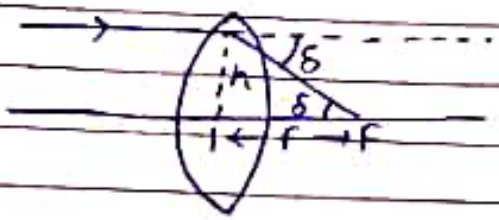
$$\boxed{m=\frac{\text{प्रतिबिंब की ऊँचाई}}{\text{बिंब की ऊँचाई}}=\frac{h_i}{h_o}=\frac{v}{u}}$$

www.notesdrive.com

Scanned by CamScanner

लैंस की क्षमता :-

लैंस द्वारा प्रकाश किरणों को मोड़ने की क्षमता को लैंस की क्षमता कहते हैं।
लैंस की क्षमता फोकस दूरी के व्युत्क्रम के बराबर होती है।
उत्तल लैंस की क्षमता धनात्मक तथा अवतल लैंस की क्षमता ऋणात्मक होती है।



⇒ यदि δ एक अल्प कोण है तब -

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

यदि $h = 1m$ हो तब

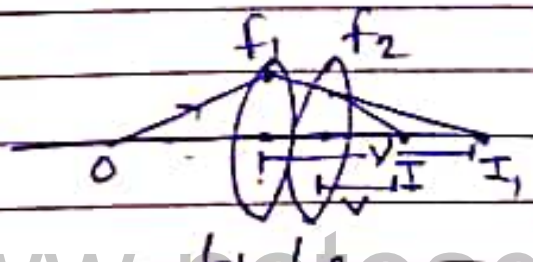
$$\delta = \frac{1}{f}$$

अतः $$\boxed{P = \frac{1}{f}}$$

मात्रक - डायोप्टर (D)

लैंसों का संयोजन :-

दो उत्तल लैंस L_1 व L_2 जिनकी फोकस दूरियाँ क्रमशः f_1 व f_2 हैं, को एक ही मुख्य अक्ष पर एक-दूसरे के सम्पर्क में रखा गया है।



www.notesdrive.com

लैंस L_1 के लिये लैंस समी॰ का उपयोग करने पर -

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{v'} - \frac{1}{(-u)} \quad \text{—①}$$

लैंस L_2 के लिये I' बिंब का कार्य करेगा।

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{v} - \frac{1}{(v')} \quad \text{—②}$$

समी॰ ① व ② को जोड़ने पर -

$$\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u} \quad \text{—③}$$

लैंस का संयोजन करने पर लैंस समी॰ से -

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u} \quad \text{—④}$$

समी॰ ③ व ④ से -

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

$$\boxed{P = P_1 + P_2}$$

Note:- फोकस दूरी पर माध्यम का प्रभाव -

$$\frac{1}{f_a} = (a\mu_g - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

$$\frac{1}{f_m} = (m\mu_g - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right]$$

www.notesdrive.com

$$\frac{f_m}{f_a} = \frac{(a\mu_g - 1)}{(m\mu_g - 1)} = \frac{(a\mu_g - 1)}{\left(\frac{\mu_g}{\mu_m} - 1\right)}$$

$$\boxed{f_m = \frac{(a\mu_g - 1)}{(\mu_g - \mu_m)} \cdot f_a \cdot \mu_m}$$

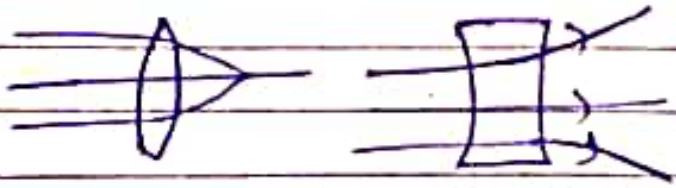
Ex यदि माध्यम जल हो तब -

$$f_w = \frac{\left(\frac{3}{2} - 1\right)}{\left(\frac{3}{2} - \frac{4}{3}\right)} f_a \cdot \frac{4}{3}$$

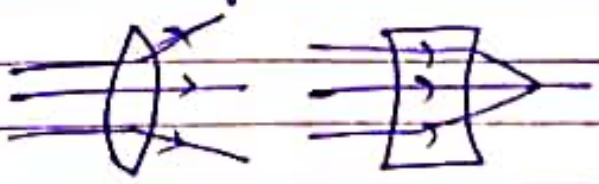
$$f_w = \frac{1}{2} \times 6 \times \frac{4}{3} \cdot f_a$$

$$\boxed{f_w = 4 f_a}$$

Cod^n-1. यदि $\mu_g > \mu_m$ हो तब -
लैंस की प्रकृति अपरिवर्तित रहेगी -



Cod^n-2. यदि $\mu_g < \mu_m$



लैंस की प्रकृति परस्पर परिवर्तित होगी।

** Cod^n-3. $\mu_g = \mu_m$

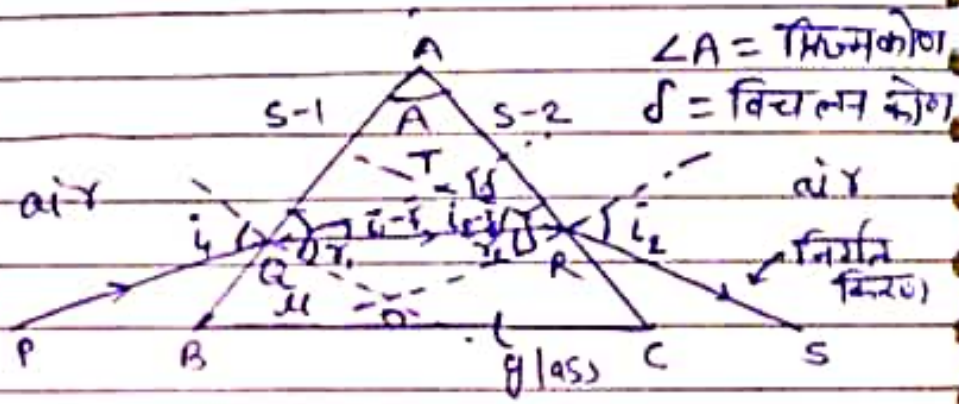
समतल पट्टिका (अदृश्य)

www.notesdrive.com

प्रिज्म :-

दो असमान्तर पृष्ठो से घिरा हुआ पारदर्शी माध्यम प्रिज्म कहलाता है
प्रिज्म की दोनो झुकी हुई पृष्ठो का मध्य कोण प्रिज्म कोण कहलाता है
जब कोई प्रकाश किरण प्रिज्म मे प्रवेश करती है तब निम्न दो घटनाये घटित होती है।

1. विचलन 2. वर्ण विक्षेपण



1. विचलन

चतुर्भुज AQOR मे -

$\angle A + \angle Q + \angle O + \angle R = 360^\circ$

परन्तु $\angle Q + \angle R = 180^\circ$

अतः $\angle A + \angle O = 180^\circ$

$\triangle QOR$ मे -

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

$$\boxed{A = r_1 + r_2} \quad -(1)$$

$\triangle QRT$ मे - (बहिष्कोण नियम)

$$i_1 - r_1 + i_2 - r_2 = \delta$$

$$i + i_2 - (r_1 + r_2) = \delta$$

$$\boxed{i + i_2 - A = \delta} \quad -(2)$$

S-1 व S-2 के लिये -

स्नैल के नियम अनुसार

$\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \mu$ (S-1 के लिये)

www.notesdrive.com

i_1 व r_1 अल्प कोण हो तब -

$$\frac{i_1}{r_1} = a\mu_g$$

$$i_1 = \mu r_1 \quad -(3)$$

S-2 के लिये -

$$\frac{\sin r_2}{\sin i_2} = g\mu_a$$

$$\frac{r_2}{i_2} = \frac{1}{a\mu_g}$$

$$i_2 = \mu r_2 \quad -(4)$$

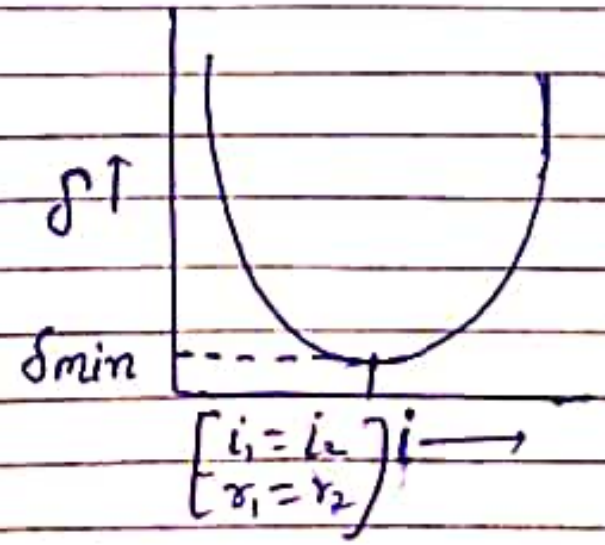
समी० (2) से -

$$\mu r_1 + \mu r_2 - A = \delta$$

$$\mu(r_1 + r_2) - A = \delta$$

$$\mu A - A = \delta$$

$$(\mu - 1)A = \delta \quad -(5)$$



www.notesdrive.com

यदि आपतन कोण i तथा विचलन कोण δ के मध्य ग्राफ अंकित करे तब आपतन कोण का मान घटाने पर विचलन कोण के मान में पहले तो कमी होती है तथा उसके पश्चात एक निश्चित व बि न्यूनतम विचलन कोण के पश्चात पश्चात, विचलन कोण के मान में वृद्धि होती है। प्रेक्षित किया गया है कि न्यूनतम विचलन की स्थिति में -

$$i_1 = i_2$$
$$r_1 = r_2$$

समी० (2) से -

$$2i - A = \delta_{min}$$

$$\boxed{i = \frac{\delta_{min} + A}{2}}$$

समी० (1) से -

$$\boxed{r = \frac{A}{2}}$$

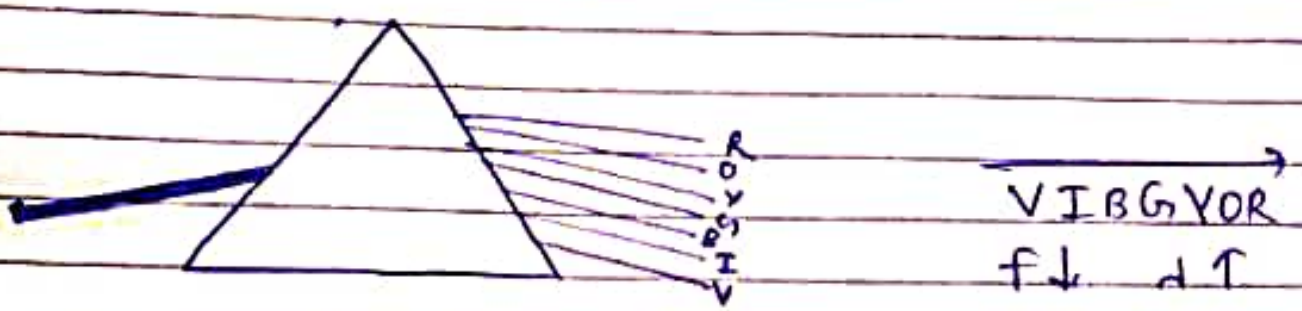
स्नेल नियम से -

$$\boxed{\frac{\sin\left(\frac{\delta_{min} + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \mu}$$

www.notesdrive.com

2. वर्ण विक्षेपण :-

जब कोई श्वेत प्रकाश किरण प्रिज्म पर आपतित की जाती है तब प्रिज्म से गुजरने के पश्चात यह सात रंगों में विभक्त हो जाती है, इस घटना को वर्ण विक्षेपण कहते हैं।



VIBGYOR →

$f \downarrow \quad \lambda \uparrow$

$\delta = (\mu - 1)A$ $\qquad$ $\lambda_R > \lambda_V$

$\delta \propto \mu$ $\qquad$ $\mu_R < \mu_V$

$\mu \propto \frac{1}{\lambda}$ $\qquad$ $\boxed{\delta_R < \delta_V}$

विभिन्न रंगो के लिये प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक भिन्न भिन्न होता है। अतः श्वेत प्रकाश के विभिन्न रंग विभिन्न कोणों से विचलित होते हैं इनमें से बैंगनी रंग का विचलन कोण सर्वाधिक तथा लाल रंग का विचलन कोण न्यूनतम होता है। अर्थात -

$$\boxed{\delta_V > \delta_R}$$

कोणीय विक्षेपण :-

$$\theta = \delta_V - \delta_R$$
$$= (\mu_V - 1)A - (\mu_R - 1)A$$
$$\boxed{\theta = (\mu_V - \mu_R)A}$$

वर्ण विक्षेपण :-

$$\omega = \frac{\text{कोणीय विक्षेपण}}{\text{माध्य रंग (Yellow) के लिए विचलन कोण}} = \frac{\theta}{\delta_Y} = \frac{(\mu_V - \mu_R)A}{(\mu_Y - 1)A}$$

www.notesdrive.com

$$\omega = \frac{\mu_V - \mu_R}{(\mu_y - 1)}$$

* कोणीय विक्षेपण का मान प्रिज्म कोण पर निर्भर करता है परन्तु वर्ण विक्षेपण का मान प्रिज्म कोण पर निर्भर नही करता अपितु प्रिज्म के पदार्थ पर निर्भर करता है।

इन्द्रधनुष :-

अत्यधिक बरसात के दिनो मे जब श्वेत प्रकाश की किरण बारिश की नन्ही-नन्ही बूंदो मे प्रवेश करता है तब प्रकाश किरण का अपवर्तन, पूर्ण आन्तरिक परावर्तन एवं वर्ण विक्षेपण होने के कारण आसमान मे सात रंगो का एक स्पैक्ट्रम दिखाई देता है जिसे इन्द्रधनुष कहते है।

इन्द्रधनुष बनने के लिए प्रेक्षक की पीठ सूर्य की ओर होनी चाहिए।

इन्द्रधनुष दो प्रकार का होता है।

1. प्राथमिक इन्द्रधनुष :-

जब श्वेत प्रकाश की किरण बारिश की नन्ही-नन्ही बूंदो मे प्रवेश करती है तब प्रकाश किरण का अपवर्तन, एक बार पूर्ण आन्तरिक परावर्तन, तथा वर्ण विक्षेपण के कारण प्राथमिक इन्द्रधनुष प्राप्त होता है। जिसमे लाल रंग सबसे ऊपर तथा बैंगनी रंग सबसे नीचे प्राप्त होता है।

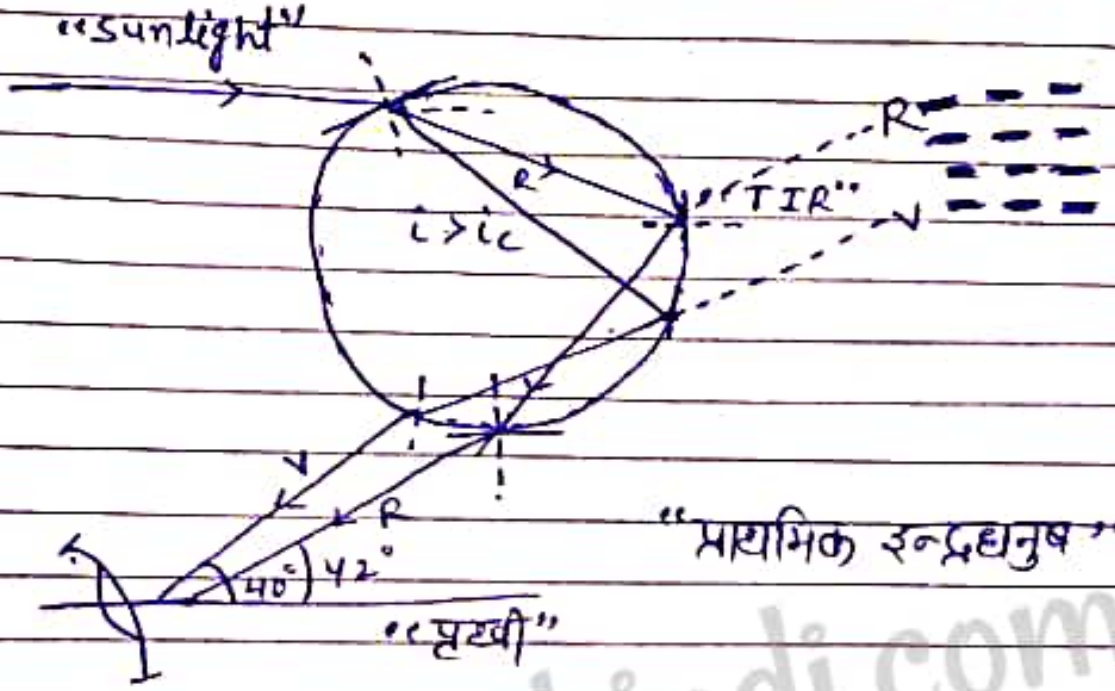
वर्षा की बूंदो से निकलने वाली इन किरणो का पृथ्वी से कोण 40-42° के मध्य होता है।

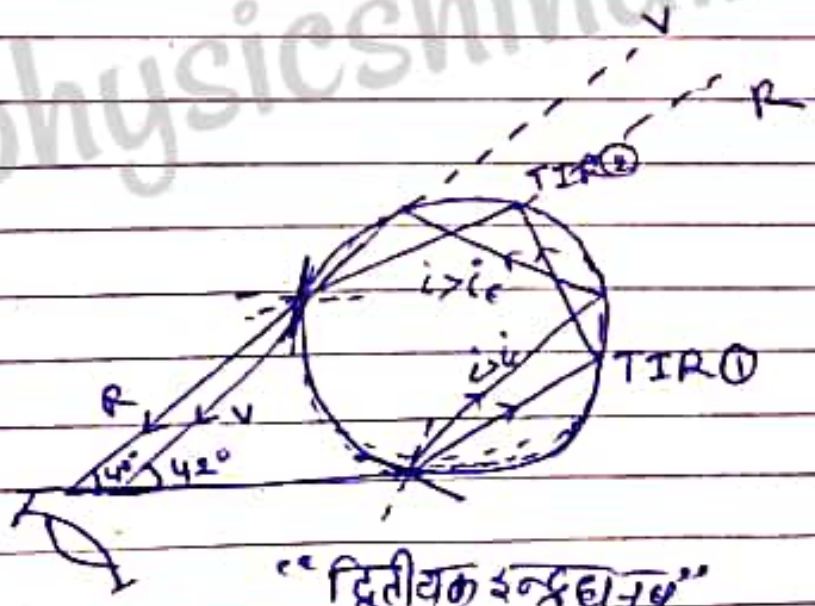
2. द्वितीयक इन्द्रधनुष :-

द्वितीयक इन्द्रधनुष मे प्रकाश किरण का दो बार पूर्ण आन्तरिक परावर्तन होने के कारण रंगो का क्रम प्राथमिक इन्द्रधनुष की तुलना मे विपरीत हो जाता है। अर्थात बैंगनी रंग

www.notesdrive.com

सबसे ऊपर तथा लाल रंग सबसे नीचे दिखाई देता है।





physicshindi.com

प्रकाश का प्रकीर्णन :-

यदि प्रकाश ऐसे माध्यम पर आपतित होता है जिसका आण्विक आकार प्रकाश की तरंगदैर्ध्य की कोटि

www.notesdrive.com

का हो तब प्रकाश सभी संभव दिशाओ मे फैल जाता है यह घटना प्रकाश का प्रकीर्णन कहलाती है।
वैज्ञानिक रैले के अनुसार प्रकीर्णित प्रकाश की तीव्रता तरंगदैर्ध्य की चतुर्थ घात के ~~समानुपाती~~ व्युत्क्रमानुपाती होती है। अर्थात -

$$I \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

प्रकीर्णन के उदाहरण :-
1. लाल रंग की तरंगदैर्ध्य सर्वाधिक होने के कारण इसका प्रकीर्णन कम होता है अतः यह लंबी दुरी तय करता है। इसलिये खतरे के निशान लाल रंग का बनाते है।
2. नीले रंग का प्रकीर्णन सर्वाधिक होता है अतः वायुमंडल के धुल के कणो से प्रकीर्णित होकर नीला रंग सम्पूर्ण आकाश मे फैल जाता है अत आकाश नीला दिखाई देता है।
3. बादल संघनित जल वाष्प के कण होते है। इनका आकार अत्यधिक बडा होता है अतः सभी रंगो का समान रूप से प्रकीर्णन होने के कारण बादल सफेद दिखाई देते है।
4. सूर्य उदय व सूर्य अस्त के समय सूर्य पृथ्वी से अधिक दूरी पर होता है अतः सभी रंगो का प्रकीर्णन होता है परन्तु लाल रंग का नही होता केवल लाल रंग ही पृथ्वी तक पहुँच पाता है यही कारण है कि सूर्य उदय व सूर्यास्त के समय सूर्य लाल दिखाई देता है।
5. अन्तरिक्ष मे वायुमण्डल नही होता अतः प्रकाश का प्रकीर्णन नही होता इसीलिये अन्तरिक्ष यात्रियो को अन्तरिक्ष काला दिखाई देता है।

www.notesdrive.com

नेत्र दोष :-

1. दूर बिन्दु :-

वह दूरस्थ बिन्दु जहाँ तक हमारी आँख स्पष्ट रूप से देख सके दूर बिन्दु कहलाता है। एक स्वस्थ आँख के लिए दूर बिन्दु अनन्त होता है।

2. निकट बिन्दु :-

वह निकटतम बिन्दु जहाँ तक हमारी आँख स्पष्ट रूप से देख सके, निकट बिन्दु कहलाता है (अधिकतम समंजन क्षमता लगाकर)। एक स्वस्थ आँख के लिए निकटतम बिन्दु 25cm. होता है।

दूर दृष्टि दोष :- (हाइपर मेट्रोपिया)

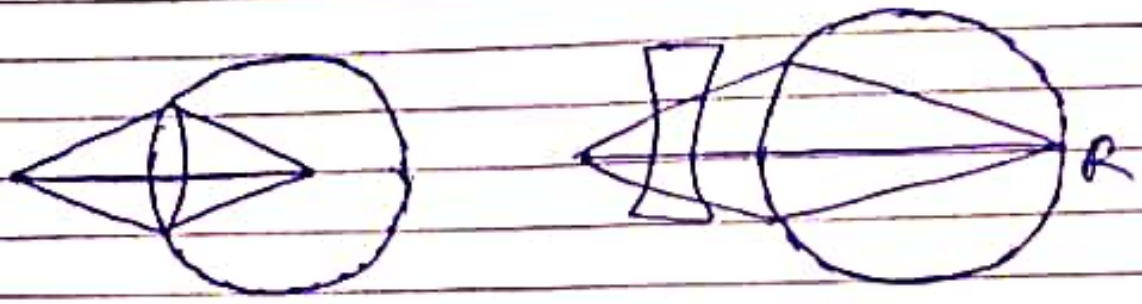
इस दोष से पीड़ित व्यक्ति को दूर की वस्तु तो साफ दिखाई देती है परन्तु निकट की वस्तु स्पष्ट दिखाई नही देती, इस दोष मे प्रतिबिंब रेटिना के पीछे बनता है निकट बिन्दु दूर विस्थापित होने के कारण इस दोष को दूर दृष्टि दोष कहते है। इस दोष को दूर करने के लिए अभिसारी लेंस या उत्तल लेंस का उपयोग करते है।

• निकट दृष्टि दोष (मायोपिया) :-

वह इस दोष से पीड़ित व्यक्ति को निकट की वस्तु तो साफ दिखाई देती है परन्तु इस की

www.notesdrive.com

वस्तु स्पष्ट दिखाई नही देती है। इस दोष में प्रतिबिंब रेटिना से पहले बनता है दूर बिन्दु निकट विस्थापित होने के कारण इस दोष को निकट दृष्टि दोष कहते हैं। इस दोष को दूर करने के लिये अपसारी लेंस या अवतल लेंस का उपयोग किया जाता है।



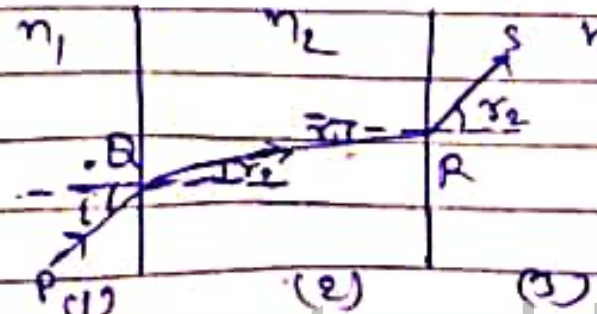
जरा दृष्टि दोष :-

आयु में वृद्धि के साथ यह दोष प्रभावी होता है। 60 वर्ष की आयु तक पहुँचने पर आँख का निकट बिन्दु लगभग 200 cm पहुँच जाता है। अतः निवारण के लिए अभिसारी लेंस का उपयोग किया जाता है।

अबिन्दुकता :-

इस दोष से पीड़ित आँख को सीधी क्षैतिज एवं ऊर्ध्व रेखाएँ वक्रीय प्रतीत होती है। निवारण करने के लिए बेलनाकार लेंस प्रयुक्त करते हैं। लेन्स का अक्ष व वक्रता निश्चित व्यवस्थित करके रोग का निवारण किया जाता है।

Ex.11.7 चित्र प्रकाश की एक किरण के मार्ग के पथ को दर्शाता है जब यह तीन भिन्न माध्यमों से गुजरती है।



www.notesdrive.com

इन माध्यमो के अपवर्तनांको के बारे में क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है?

Ans (i) प्रकाश किरण PQ अपवर्तन के पश्चात् अभिलंब की ओर झुक रही है अर्थात् n_1 माध्यम (विरल) से n_2 माध्यम (सघन) में प्रवेश करती है तब

$$n_2 > n_1$$

(ii) प्रकाश किरण QR अपवर्तन के बाद अभिलंब से दूर हटती है अत: n_2 माध्यम सघन व n_3 माध्यम विरल है।

$$n_2 > n_3$$

$$\because \angle r_2 > \angle i$$

$$n_1 > n_3$$

अत: $n_3 < n_1 < n_2$

11.8. प्रकाश के किसी रंग की वायु में तरंगदैर्ध्य 6000A° है जो जल में 4500A° किसी रंग हो जाती है। जल में प्रकाश की चाल क्या होगी।

Sol. $\lambda_w = 4500 A°$

$\lambda_a = 6000 A°$

$$\frac{V_w}{V_c} = \frac{\lambda_w}{\lambda_a}$$

$$V_w = \left(\frac{4500}{6000}\right) 3 \times 10^8$$

$$V_w = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Ex 11.9 जल तथा काँच के अपवर्तनांक 4/3 तथा 3/2 है। जल का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिये यदि प्रकाश की किरण काँच से जल में गमन करती है।

www.notesdrive.com

Ans. $\mu_w = \frac{4}{3}$, $\mu_g = \frac{3}{2}$

$$g\mu_w = \frac{\mu_w}{\mu_g} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{3}{2}} = \frac{8}{9}$$

Ex 11.10 यदि हीरे का अपवर्तनांक 2.42 है तो उसके लिए क्रांतिक कोण का मान ज्ञात कीजिये।

Ans. $\mu = 2.42$

$$\sin i_c = \frac{1}{\mu_d} = \frac{1}{2.42}$$

$$i_c = \sin^{-1}\left(\frac{100}{242}\right)$$

$$i_c = \sin^{-1}(0.4132)$$

Ex. 11.11 एक प्रकाश तंतु रेखा के क्रोड का अपवर्तनांक 1.47 तथा परिनिष्म अधिपट्टन का अपवर्तनांक 1.31 है। आपतन कोण θ जिसके लिये प्रकाश तन्तु में पूर्ण आन्तरिक परिवर्तन होता है, ज्ञात कीजिए।

Ans. पूर्ण आंतरिक परावर्तन के लिये -

$$\theta > \theta_c$$

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{\mu_2}{\mu_1}\right)$$

$$\theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1.31}{1.47}\right)$$

$$\theta_c = \sin^{-1}(0.88)$$

$$\theta > \sin^{-1}(0.88)$$

Ex 11.12 6.0 cm की एक वस्तु एक लेंस से 30 cm. पर स्थित है। परिणामी प्रतिबिंब की ऊँचाई का परिमाण 2 cm. है तथा प्रतिबिंब व्युत्क्रमित है लेंस की फोकस दूरी क्या है?

physicshindi.com
www.notesdrive.com

Ans. $h_i = -2cm$, $h_o = 6.0 cm$

$u = -30$

$m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}$

$\frac{h_i}{h_o} = \frac{f}{u+f}$

$\frac{-2}{6} = \frac{f}{-30+f}$

$30 - f = 3f$

$4f = 30$

$f = \frac{30}{4} = 7.5$

$f = 7.5 cm$

Ex. 11.13 एक उत्तल लेंस की वक्रता त्रिज्याएं क्रमशः 20cm तथा 30cm है। लेंस के पदार्थ का अपवर्तनांक 1.5 है। यदि लेंस जल(μ=1.33) मे रखा जाता है तो इसकी फोकस दूरी ज्ञात करो।

Ans. $R_1 = 20 cm.$, $R_2 = -30 cm$

$\mu_1 = 1.33$, $\mu_2 = 1.5$

$\frac{1}{f} = \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$

$\frac{1}{f} = \left(\frac{1.5}{1.33} - 1\right)\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30}\right) = \left(\frac{1500}{1330} - 1\right)\left(\frac{3+2}{60}\right)$

$\frac{1}{f} = 0.12\left(\frac{5}{60}\right)$

$f = \frac{1}{0.12} \times \frac{60}{5} = \frac{1}{0.01}$

$f = 100 cm$

physicshindi.com
www.notesdrive.com

Ex·11·14 एक बिंब की उत्तल लेंस की से दूरी क्या होगी यदि प्रतिबिंब दो गुना आवर्धित है लेंस की फोकस दूरी 10cm है

Ans. $f = 10cm \quad |m| = 2$

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

$$+2 = \frac{10}{u+10} \qquad \text{या} \qquad -2 = \frac{10}{u+10}$$

$$2u + 20 = 10 \qquad -2u - 20 = 10$$

$$2u = -10 \qquad 2u = -30$$

$$u = -5cm \qquad u = -15cm$$

Ex11·15 5cm फोकस दूरी का अभिसारी लेंस 10cm. फोकस दूरी के एक अभिसारी लेंस के सम्पर्क में रखा है। संयुक्त निकाय की फोकस दूरी ज्ञात करो।

Ans. लेंस संयोजन के लिए—

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

$$f_1 = 5cm, \quad f_2 = -10cm$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{5} - \frac{1}{10} = \frac{2-1}{10} = \frac{1}{10}$$

$$f = 10cm$$

Ex·11·16 एक 3cm लंबी मोमबत्ती 10cm फोकस दूरी लेंस वाले से कितनी दूरी पर रखी जाये कि उसका 6cm लंबा स्पष्ट प्रतिबिंब उचित स्थान पर रखे पर्दे पर प्राप्त किया जा सके।

Ans. $$m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}$$

$h_i = -6cm. \quad h_o = 3cm$

$$\frac{-6}{3} = \frac{v}{u}$$

$$-2u = v$$

www.notesdrive.com

लेंस सूत्र से

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

$$\frac{1}{-2u} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1+2}{-2u}$$

$$-2u = 30$$

$$\boxed{u = -15\,cm.}$$

$$\boxed{V = -2 \times -15 = 30\,cm.}$$

Ex 11.17 किसी काँच के उत्तलोत्तल लैंस के सतहों की वक्रता त्रिज्यायें क्रमशः 20cm. एवं 30cm. है। काँच का अपवर्तनांक 1.5 है। लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिये।

Ans $R_1 = 20\,cm$ $R_2 = -30\,cm$ $\mu_g = 1.5$

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

$$\frac{1}{f} = (1.5-1)\left(\frac{1}{20} + \frac{1}{30}\right) = \frac{5}{10} \times \frac{5}{60}$$

$$f = 2 \times 12$$

$$\boxed{f = 24\,cm}$$

Ex 11.18 1.50 अपवर्तनांक वाले काँच के एक लेंस की वायु में फोकस दूरी 0.3m है। यदि इसे 1.33 अपवर्तनांक के जल में डुबाया जाये तो लेंस की फोकस दूरी ज्ञात कीजिये।

Ans $\mu_g = 1.50$, $f = 30\,cm.$ $\mu_w = 1.33$

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

physicshindi.com
www.notesdrive.com

$$\frac{1}{30} = (1.5-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{30} = 0.5 \times \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \text{—①}$$

माना द्रव में लेंस की फोकस दूरी f' है।

$$\frac{1}{f'} = (\mu_g/\mu_w - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\because \mu_g/\mu_w = \frac{\mu_g}{\mu_w} = \frac{1.5}{1.33} = 1.12$$

$$\frac{1}{f'} = (1.12-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{f'} = 0.12 \times \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \quad \text{—②}$$

समी० ① को समी० ② से भाग देने पर -

$$\frac{f'}{30} = \frac{0.5}{0.12} = 3.912$$

$$\boxed{f' = 3.912 \times 30 = 117.36 \text{ cm}}$$

Ex 11.19 $\mu = \sqrt{3}$ वाले काँच के प्रिज्म का न्यूनतम विचलन कोण इसके अपवर्तन कोण के बराबर है प्रिज्म कोण क्या होगा?

$$\mu = \frac{\sin\left(\frac{\delta_{min} + A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)}$$

$A = \delta_{min}$ तथा $\mu = \sqrt{3}$

$$\sqrt{3} = \frac{\sin\left(\frac{A+A}{2}\right)}{\sin\left(\frac{A}{2}\right)} = \frac{2\sin\frac{A}{2}\cos\frac{A}{2}}{\sin\frac{A}{2}}$$

www.notesdrive.com

$$\sqrt{3} = 2\cos\frac{A}{2}$$

$$\cos\frac{A}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{A}{2} = 30^\circ$$

या $\boxed{A = 60^\circ}$

Ex. 11.20 एक छोटे कोण A के प्रिज्म के एक पृष्ठ पर प्रकाश आपतन कोण i पर आपतित है तथा इसके विपरीत पृष्ठ से अभिलंबवत निर्गत होता है यदि प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक μ, है तो आपतन कोण का मान ज्ञात करो।

Ans. ∵ विपरीत पृष्ठ से किरण अभिलंबवत निर्गत है, यह तभी होगा जब किरण इस पृष्ठ पर अभिलंबवत आपतित हो -

$$r_2 = 0$$

$$r_1 + r_2 = A$$

$$r_1 = A$$

स्नेल के नियम से -

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r_1} = \frac{i}{r_1}$$

$$i = \mu r_1$$

$$\boxed{i = \mu A}$$

Ex. 11.21 एक प्रिज्म के पदार्थ का लाल रंग के लिये अपवर्तनांक 1.58 तथा नीले रंग के लिये अपवर्तनांक 1.60 है। यदि प्रिज्म कोण 2° हो तो दोनो रंगो का विचलन तथा प्रिज्म द्वारा उत्पन्न कोणीय विक्षेपण ज्ञात कीजिये।

Ans. $\mu_R = 1.58 \quad \mu_B = 1.60 \quad A = 2^\circ$

$$\theta = (\mu_B - \mu_R) A$$

$$\theta = (1.60 - 1.58)\,2 = 0.02 \times 2 = 0.04^\circ$$

physicshindi.com

www.notesdrive.com

Ex.11.22 लाल तथा बैंगनी रंग की प्रकाश किरणों के लिए क्राउन कांच का अपवर्तनांक क्रमशः 1.514 तथा 1.523 है। क्राउन कांच से बने 6° कोण वाले प्रिज्म द्वारा उत्पन्न कोणीय विक्षेपण ज्ञात कीजिए।

Ans: $\mu_R = 1.514$ $\mu_V = 1.523$, $A = 6°$

$\theta = (\mu_V - \mu_R)A$

$\theta = (1.523 - 1.514)6° = 0.009 \times 6° = 0.054°$.

~~प्रकाश युक्त उपकरण~~

प्रकाशिय उपकरण :-

सूक्ष्मदर्शी :- 1. सरल सूक्ष्मदर्शी
2. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी

1. सरल सूक्ष्मदर्शी :-

सरल सूक्ष्मदर्शी में एक कम फोकस दूरी वाले उत्तल लेंस का उपयोग किया जाता है। बिंब को उत्तल लेंस के सम्मुख फोकस दूरी पर अथवा कम दूरी पर रखा जाता है लेंस के दूसरी ओर नेत्र को सटाकर रखा जाता है इस प्रकार प्रतिबिंब आभासी सीधा एवं आवर्धित बनता है

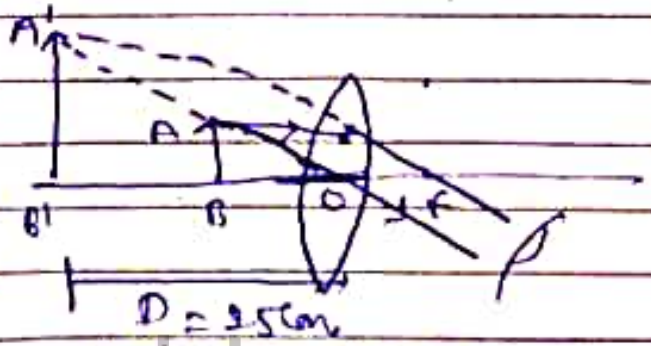
आवर्धन क्षमता की गणना :-

1. स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी के लिये -

(i) $m = \frac{v}{u}$

लेंस सूत्र से -

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



www.notesdrive.com

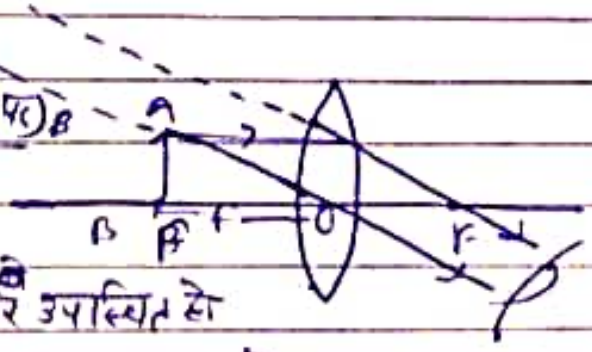
$$\frac{1}{u} = \frac{1}{v} - \frac{1}{f}$$

$$v\left(\frac{1}{u}\right) = 1 - \frac{v}{f} = 1 - \frac{(-D)}{f}$$

$$\boxed{m = \frac{v}{u} = 1 + \frac{D}{f}}$$: इस स्थिति मे नेत्र तनावग्रस्त होंगे।

(ii) यदि प्रतिबिम्ब अनन्त पर बने-
(समान्तर किरणे के लिए)
(तनावमुक्त नेत्रो के लिए)

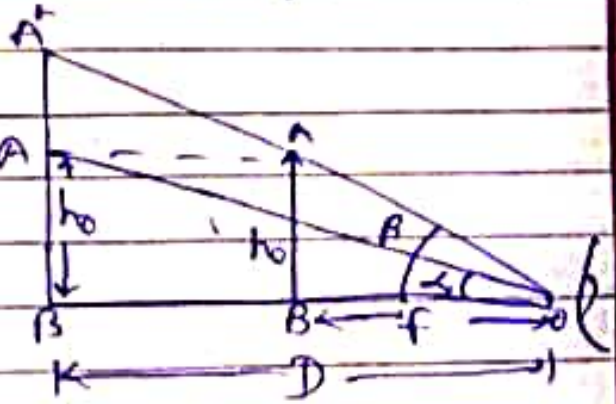
m = प्रतिबिंब द्वारा बनाया गया कोण (आँख पर) β / बिम्ब द्वारा बनाया गया कोण (α)



; जबकि दोनो समान स्थितियो पर उपस्थित हो

$$m = \frac{\beta}{\alpha} \approx \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} = \frac{h_0/f}{h_0/D}$$

$$\boxed{m = \frac{D}{f}}$$; इस स्थिति मे नेत्र तनावमुक्त होंगे।



2. संयुक्त सूक्ष्म दर्शी:-

संयुक्त सूक्ष्मदर्शी मे दो लेंसो का उपयोग किया जाता है

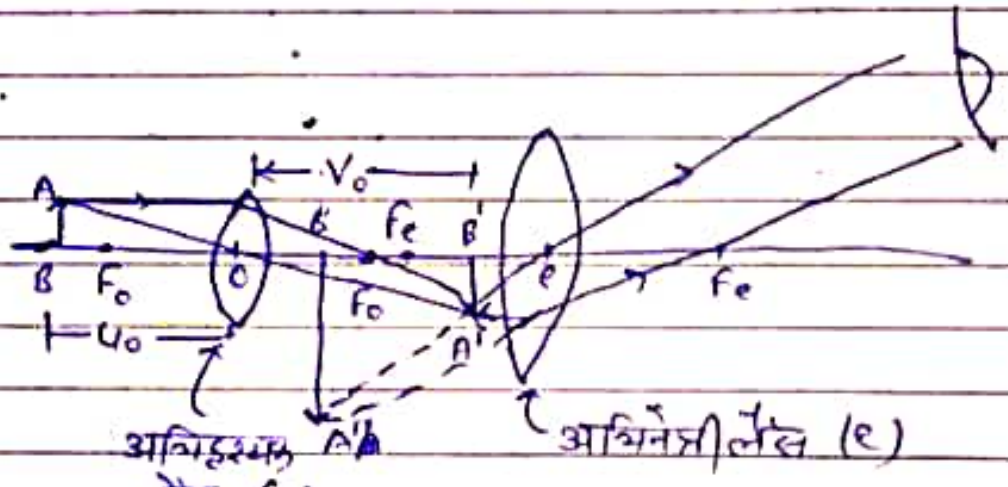
(i) अभिदृश्यक लेंस
(ii) अभिनेत्री लेंस

www.notesdrive.com

वह लेंस जो बिंब के निकट स्थित होता है अभिदृश्यक तथा आँख के निकट स्थित लेंस को अभिनेत्री लेंस कहते है।
अभिनेत्री लेंस की तुलना मे अभिदृश्यक लेंस का द्वारक व फोकस दूरी अल्प रखी जाती है।
अभिनेत्री व अभिदृश्यक लेंस दोनो दो नलिकाओ मे अलग - अलग जुडे होते हैं दोनो नलिकाओ को परस्पर संयोजित किया जाता है। दण्ड चक्रीय व्यवस्था द्वारा दोनो लेंसो को परस्पर व्यवस्थित किया जा सकता है।

आवर्धन क्षमता की गणना :-

(i) स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी के लिये —
(तनावग्रस्त आँखे)



अभिनेत्री लेंस (e)

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

$$m = \frac{A''B''}{A'B'} \times \frac{A'B'}{AB}$$

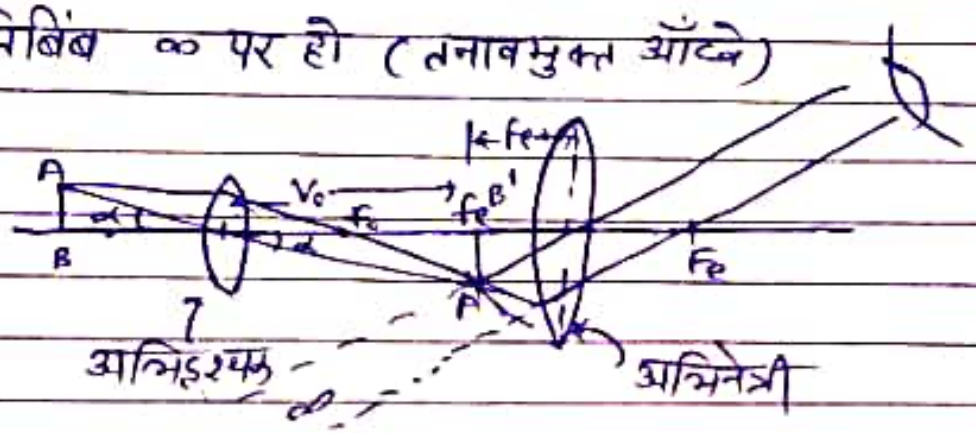
$$\boxed{m = m_e \times m_o}$$

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

www.notesdrive.com

उपरोक्त चित्रानुसार अभिदृश्यक लेंस के सामने फोकस से कुछ अधिक दूरी पर बिंब AB को रखा गया है अभिदृश्यक लेंस के द्वारा इसका वास्तविक उल्टा तथा आवर्धित प्रतिबिंब A'B' का निर्माण किया जाता है। अभिनेत्री लेंस को इस प्रकार समायोजित करते हैं कि प्रतिबिंब A'B' इसके प्रकाशिक केन्द्र तथा फोकस के मध्य आ जाये। अब अभिनेत्री लेंस एक सूक्ष्मदर्शी की भाँति व्यवहार प्रदर्शित करके A'B' का अत्यधिक आवर्धित प्रतिबिंब A''B'' का निर्माण करता है।

(i) यदि प्रतिबिंब ∞ पर हो (तनावमुक्त आँख)



आवर्धन क्षमता m = प्रतिबिंब द्वारा आँख पर बनाया गया कोण (β) / बिंब द्वारा आँख पर बनाया गया कोण (α)

; जबकि दोनों समान स्थितियों पर हों

$$m = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} = \frac{A'B'/f_e}{A'B'/V_0}$$

$$m = m_e \times m_0$$

$$\boxed{m = \left(\frac{D}{f}\right) \times \left(\frac{-V_0}{f_0}\right)}$$

www.notesdrive.com

दूरदर्शी :-

दूरदर्शी दो प्रकार का होता है।

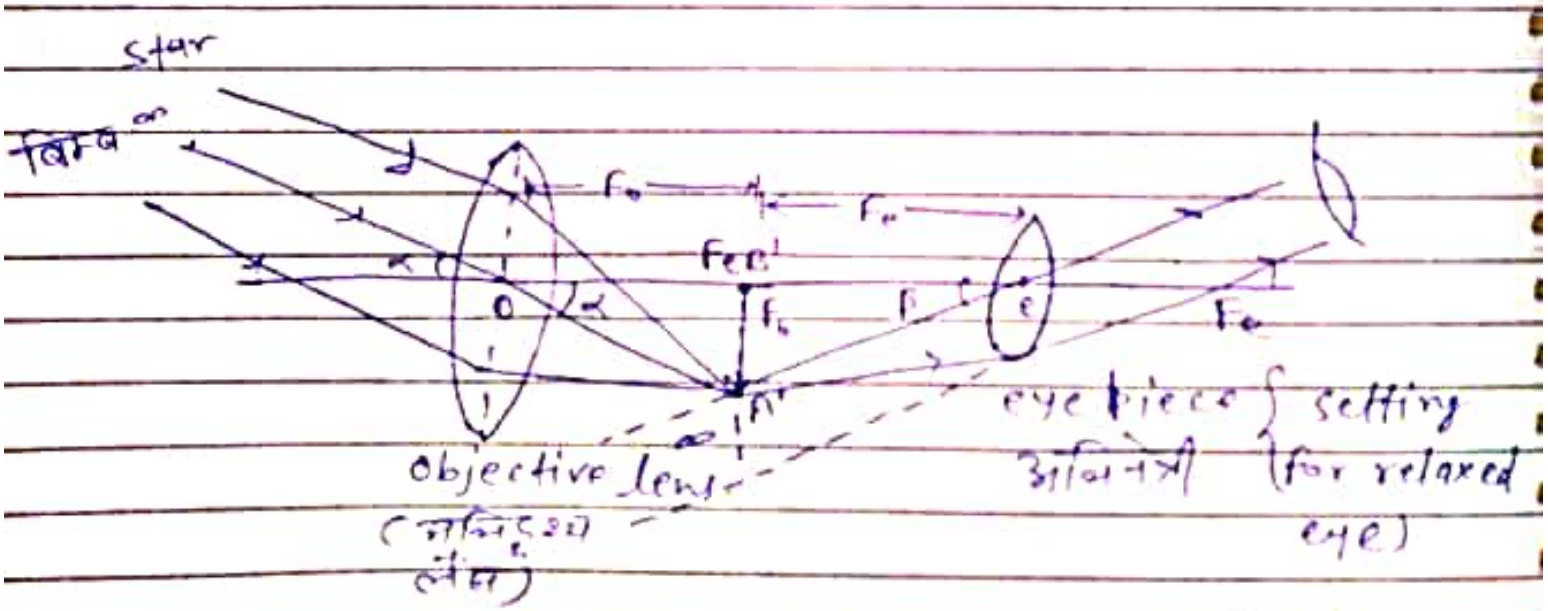
1. अपवर्तक दूरदर्शी
2. परावर्तक दूरदर्शी

1. अपवर्तक दूरदर्शी :-

अपवर्तक दूरदर्शी में दो प्रकार के लेंसो का उपयोग किया जाता है।

(i) अभिदृश्यक लेंस
(ii) अभिनेत्री लेंस

अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी एवं द्वारक बड़ा जबकि अभिनेत्री लेंस की फोकस दूरी व द्वारक अपेक्षाकृत छोटे रखे जाते हैं। ये दोनो लेंस दो नलियों द्वारा संयोजित होते हैं तथा ये नलियाँ परस्पर व्यवस्थित की जाती हैं। दण्ड चक्रीय व्यवस्था द्वारा दोनो नलियो को एक दूसरे में समायोजित कर सकते हैं।



$$m = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha} = \frac{-A'B'/-f_e}{-A'B'/f_o}$$

* नली की लं॰ -

$L = f_o + f_e$

$$\boxed{m = \frac{-f_o}{f_e}}$$

www.notesdrive.com
Scanned by CamScanner

2. परावर्तक दूरदर्शी (कैसग्रेन दूरदर्शी):-

(i) संरचना :-

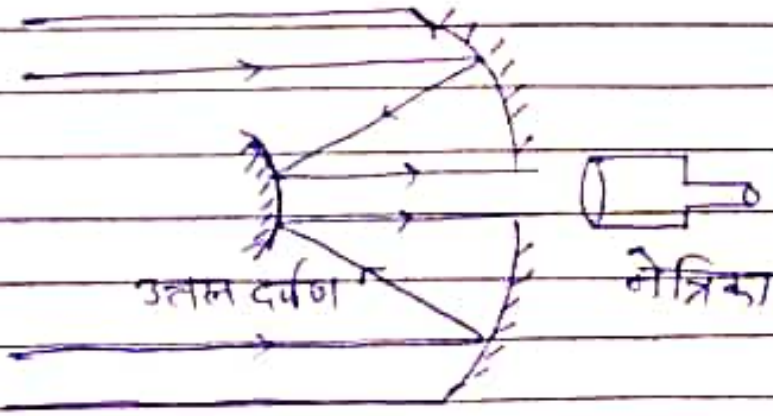
कैसग्रेन दूरदर्शी मे एक अत्यधिक बड़े द्वारक का अवतल दर्पण का उपयोग किया जाता है। इसे प्राथमिक दर्पण अथवा अभिदृश्यक दर्पण कहते हैं। इस अभिदृश्यक दर्पण के सम्मुख एक उत्तल दर्पण व्यवस्थित किया जाता है। अभिदृश्यक दर्पण के मध्य भाग में नेत्रिका व्यवस्थित की जाती है।

(ii) कार्यविधि:-

किसी अनन्त पर स्थित बिम्ब से आने वाली प्रकाश किरणे अवतल दर्पण से परावर्तित होकर फोकस पर मिलने से पूर्व ही, उत्तल दर्पण द्वारा परावर्तित की जाती है। ये परावर्तित किरणे नेत्रिका मे प्रवेश करती है जहाँ प्रतिबिंब दिखाई देता है।

भारत का सबसे बड़ा परावर्तक दूरदर्शी तमिलनाडु मे स्थित है। जिसके द्वारक का व्यास 2.34 मीटर है।

विश्व का सबसे बड़ा परावर्तक दूरदर्शी संयुक्त राज्य अमेरिका मे स्थित है जिसके द्वारक का व्यास 10m. है।



www.notesdrive.com