Ray Optics

DATE

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ optics એ ભૌતિક વિજ્ઞાનની શાખા છે જે પ્રકાશ સંબંધી સંશોધનો કરે છે.

↳ પ્રકાશ એ ઊર્જાનું સ્વરૂપ છે જે આપણને જુદા જુદા પદાર્થો જોવામાં મદદ કરે છે.

↳ optics ના બે પ્રકાર છે:

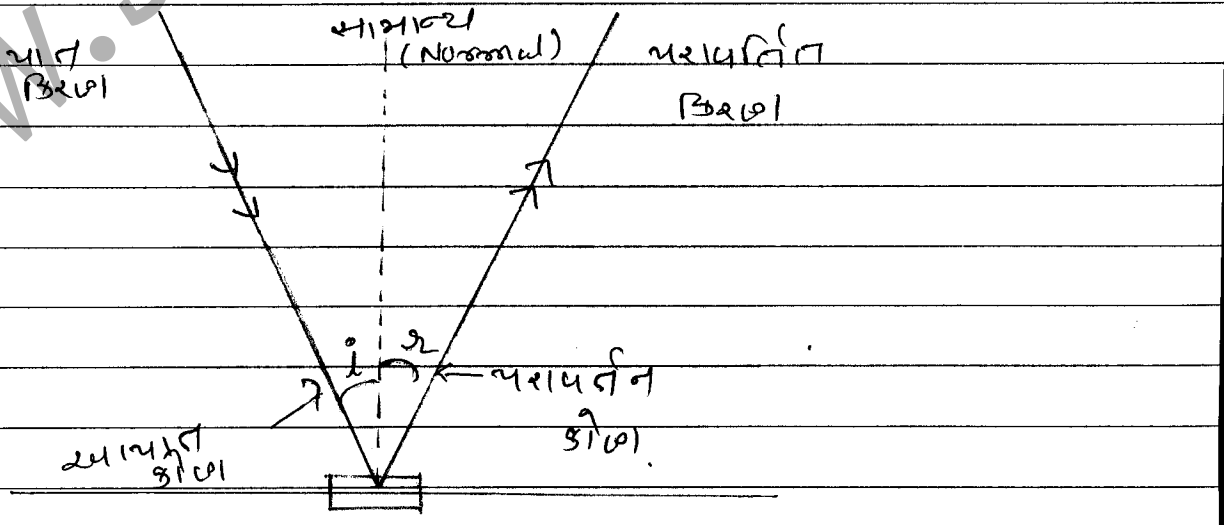
① Ray optics: આ પ્રકારમાં આપણે પ્રકાશને કિરણ તરીકે ધારીએ છીએ, જેનું પરાવર્તન અને વક્રીભવન સમજવામાં આવે છે.

↳ Ray optics માં તરંગલંબાઇ obstacle કરતાં ખૂબ જ ઓછી જોઇએ. ($\lambda < a$)

② તરંગ optics: આ પ્રકારમાં આપણે પ્રકાશને તરંગ તરીકે ધારીને તેનું વક્રીભવન અને વ્યતિભવન સમજીએ છીએ.

⇝ પ્રકાશનું પરાવર્તન :- જ્યારે માધ્યમની સપાટી પર પ્રકાશનું કિરણ આપાત કરવામાં આવે ત્યારે તે સમાન માધ્યમમાં પાછું ફેંકાય છે. તે ગુણધર્મને પ્રકાશનું પરાવર્તન કહે છે.

પરાવર્તન માટે સપાટી finish કરેલી અથવા લીસી જોઇએ. દા.ત. સમતલ અરીસો.



www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ પરાવર્તનનાં નિયમો :

(1) $\angle i = \angle r$ (આપાતકોણ = પરાવર્તન કોણ)

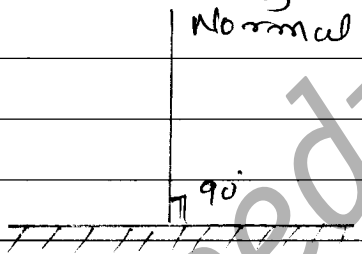
(2) આપાત કિરણ, સામાન્ય (Normal) અને પરાવર્તિત કિરણ એક જ સમતલમાં હોવા જોઈએ.

↳ પરાવર્તનનો નિયમ બધા પ્રકારની સપાટી માટે સાચો છે. દા.ત. સમતલ કે અસમતલ સપાટી.

↳ નોંધ :

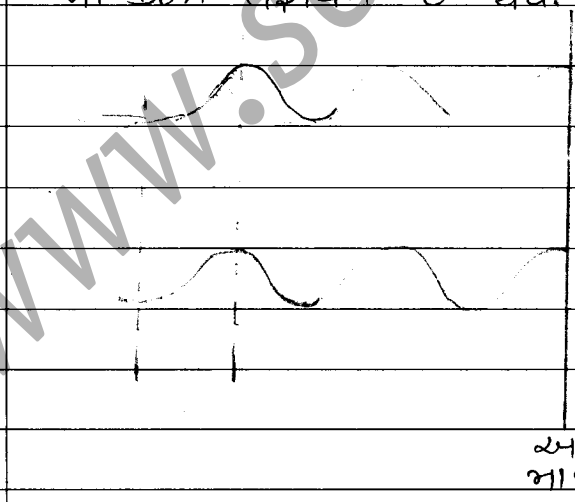
(i) $\angle i = 0$ હોય તો

$\angle r = 0$ એટલે કે પ્રકાશ કિરણ Normal માર્ગે આપાત થઈ જ માર્ગે પાછું પડે છે.

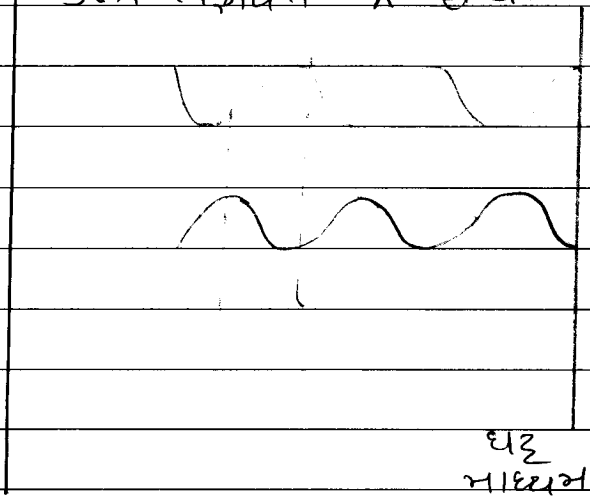


(2) પરાવર્તનમાં વેગ, આવૃત્તિ, તરંગલંબાઈ સમાન રહે છે પરંતુ તીવ્રતા અને કંપવિસ્તાર બદલાય છે કારણ કે અમુક ઊર્જા સપાટી દ્વારા શોષાય છે.

(3) પાકા માધ્યમમાંથી પરાવર્તન માં કળા તફાવત 0 હોય.



ઘટ્ટ માધ્યમમાંથી પરાવર્તનમાં કળા તફાવત π હોય.



www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

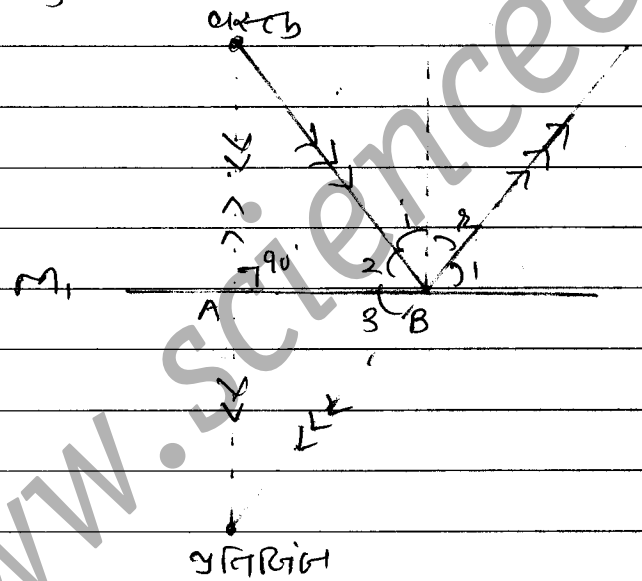
DATE

પરાવર્તનનાં પ્રકાર :

Regular (સમાન)	Irregular / Diffused (અસમાન)
જ્યારે સમતલ સપાટી પર પ્રકાશનાં સમાંતર કિરણો આપાત થાય તો પરાવર્તન બાદ તે સમાંતર જ ગતિ કરે.	જ્યારે સમતલ સપાટી પર પ્રકાશનાં સમાંતર કિરણો આપાત થાય ત્યારે પરાવર્તન બાદ એકબીજાને અસમાંતર ગતિ કરે.

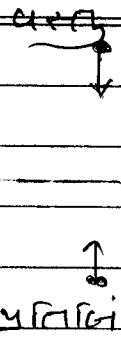
* સમતલ સપાટીથી પરાવર્તન *

(i) જ્યારે સમતલ અરિસાની સામે વસ્તુને મુકવામાં આવે તો રચાતુ પ્રતિબિંબ આભાસી, સીધુ, સમાન કદનુ અને અરિસાની પાછળ સમાન અંતરે રચાય.



(2) જ્યારે કોઈ વસ્તુ સમતલ અરિસાની નજીક રાખવા તેનાથી દૂર v વેગથી ગતિ કરે તો તેનું પ્રતિબિંબ પણ તેટલા જ વેગથી ગતિ કરે. પરંતુ વસ્તુની સાપેક્ષે પ્રતિબિંબનો વેગ '2v' હોય.

www.scienceeducare.com



વસ્તુની સાપેક્ષે પ્રતિબિંબની
ઉંચા = V - (-V)
= 2V

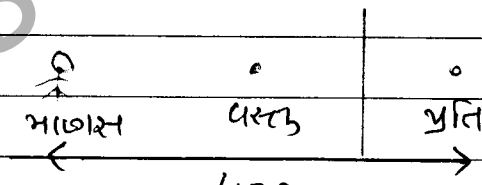
(3) સમતલ અરિસા દ્વારા રચાતુ પ્રતિબિંબ અને વસ્તુમાં ડાબુ અને જમણુ સ્થાન અનગ હોય છે. એટલે કે વસ્તુનું જમણુ એ પ્રતિબિંબનું ડાબુ.

R T	T R
J V	V T
S	S
B	B
K	K

↳ અંગ્રેજી મૂળાક્ષરોમાં માત્ર A, H, I, M, O, T, U, V, W, X, Y જ ઊલટા ન વાચ.

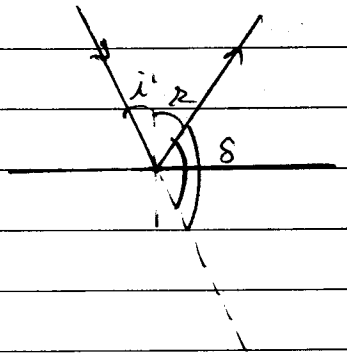
Q: સમતલ અરિસાથી 10 cm અંતરે બિંદુ પદાર્થ મુકેલો છે. એક માણસ વસ્તુની પાછળ 30 cm અંતરે ઉભો છે. તો માણસને પ્રતિબિંબ કેટલા અંતરે દેખાય?

અરિસાથી



⇒ વિચલન કોણ (δ): આપાત કિરણને લંબાવતાં, આ લંબાયેલા આપાત કિરણ અને પરાવર્તિત કિરણ વચ્ચેનો કોણ.

www.scienceeducare.com



$i + r + \delta = 180$

$\therefore \delta = 180 - (i + r)$

પરંતુ $i = r$

$\therefore \delta = 180 - 2i$

અથવા

$\delta = 180 - 2r$

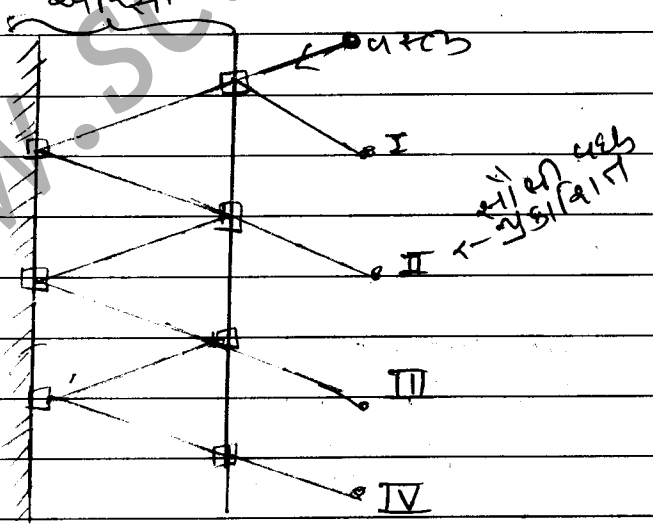
(5) રેખીય વિસ્તૃતીકરણ :

$$m = \frac{\text{પ્રતિબિંબનું કદ}}{\text{વસ્તુનું કદ}} = \frac{I}{O}$$

સમતલ અરિસા માટે $m = +1$

+ ચિહ્ન પ્રતિબિંબ વસ્તુ છાપિ છે.

(6) જ્યારે પોકાક બાડા સમતલ અરિસા સામે વસ્તુને મુકવામાં આવે ત્યારે અમુક સંખ્યામાં પ્રતિબિંબો રચાય છે. જેમા 2nd પ્રતિબિંબ સૌથી પ્રકાશિત હોય. કારણ કે Polished સપાટીનું પ્રતિબિંબ છે.



www.scienceeducare.com

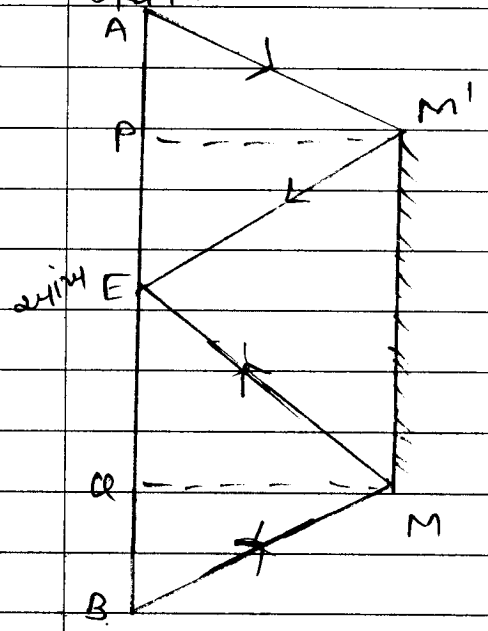
SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

(7) સમતલ અરિસા માટે

f = કેન્દ્ર લંબાઇ = ∞ , પાવર = $\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} = 0$.

(૪) જો માણસ સમતલ અરિસામાં પોતાને જોવા માગતો હોય, તો અરિસાની ન્યુનતમ ઊંચાઇ માણસની ઊંચાઇથી અડધી હોવી જોઇએ. આ પરિણામ આંખની સ્થિતિ પર આધારિત નથી.



માણસ (AB).

$AP = PE = \frac{1}{2} AE$

$EQ = QB = \frac{1}{2} EB$

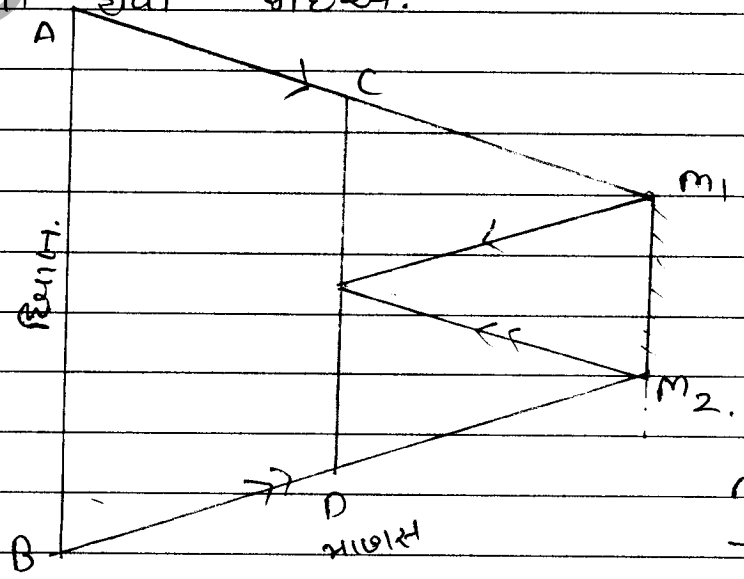
$\therefore M_1M_2 = PQ$

$= PE + EQ$

$\Rightarrow \frac{1}{2} AE + \frac{1}{2} EB$

$M_1M_2 \Rightarrow \frac{1}{2} AB$

(9) જો માણસ તેની પાછળની બાજુ રહેલી દિવાલને અરિસા-માં જોવા માગે તો અરિસાની લંબાઇ દિવાલ કરતાં ત્રીજા ભાગની હોવી જોઇએ.

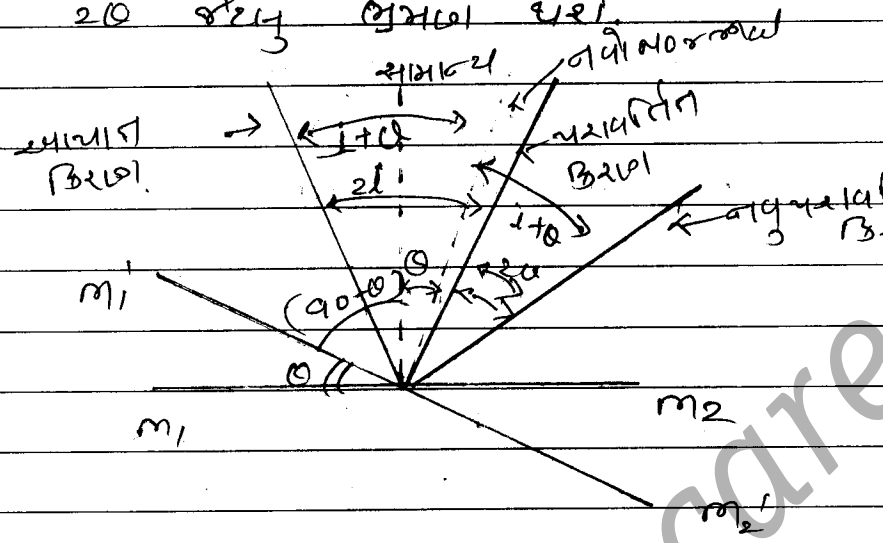


$m_1m_2 = \frac{1}{3} AB$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

(10) આપાત કિરણનું વલન તે જ રાખીએ પરંતુ જો પરિમાણ θ કોણ બમણો કરીએ તો પરાવર્તિત કિરણ 2θ જેટલું બમણો થશે.



(11) જો બે સમતલ અરિસા વચ્ચેનો કોણ θ હોય તો

(a) જો $\frac{360}{\theta}$ બેકી સંખ્યા હોય તો પ્રતિબિંબોની

સંખ્યા $= \left(\frac{360}{\theta} - 1\right)$

(b) જો $\frac{360}{\theta}$ એકી સંખ્યા તો

↳ (i) જો વસ્તુ અસમરૂપપણે મુકેલ હોય તો

પ્રતિબિંબોની સંખ્યા $= 360/\theta$

(ii) જો વસ્તુ સમરૂપપણે મુકેલ હોય તો

પ્રતિબિંબોની સંખ્યા $= \frac{360}{\theta} - 1$

(c) જો $\frac{360}{\theta}$ અપૂર્ણાંક મળે તો પ્રતિબિંબોની

સંખ્યા = જે. Integral Part

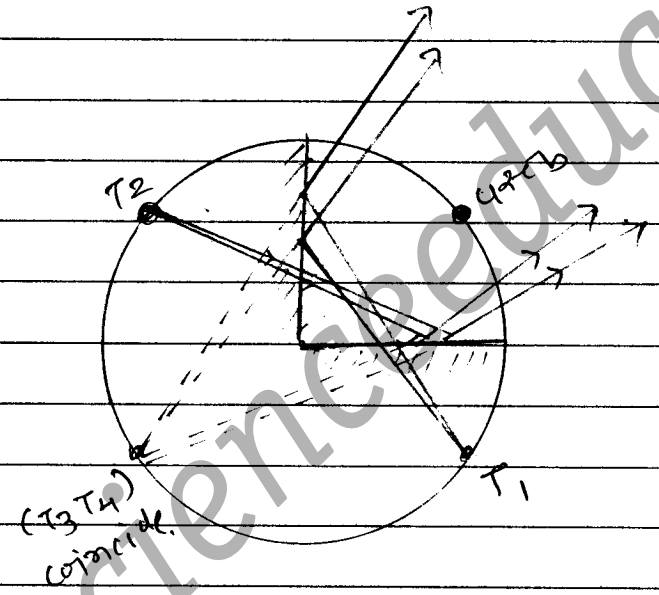
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

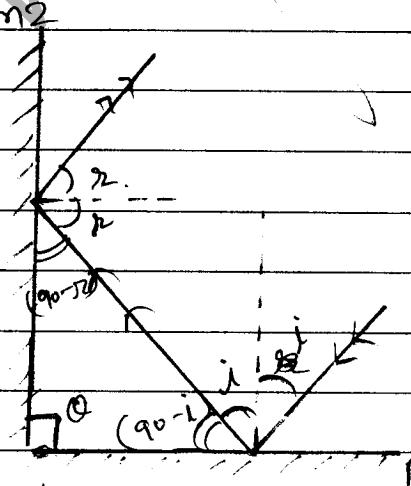
θ	$\frac{360}{\theta}$	પ્રતિબિંબોની સંખ્યા	
		Unsymmetrical	Symmetrical
0	∞	∞	
30	12	11	
40	9	9	8
60	6	5	
72	5	5	4
90	4	3	
100	3.6	3	

(12)



બધા જ પ્રતિબિંબો વર્તુળ પર જ પડે છે.

(13).



$\theta + 90^\circ - i + 90^\circ - r = 180$

$\theta - i - r = 0$

$\therefore \theta = i + r$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

વિચલન કોણ

$\delta_1 = 180° - 2i$

$\delta_2 = 180 - 2r$

કુલ વિચલન

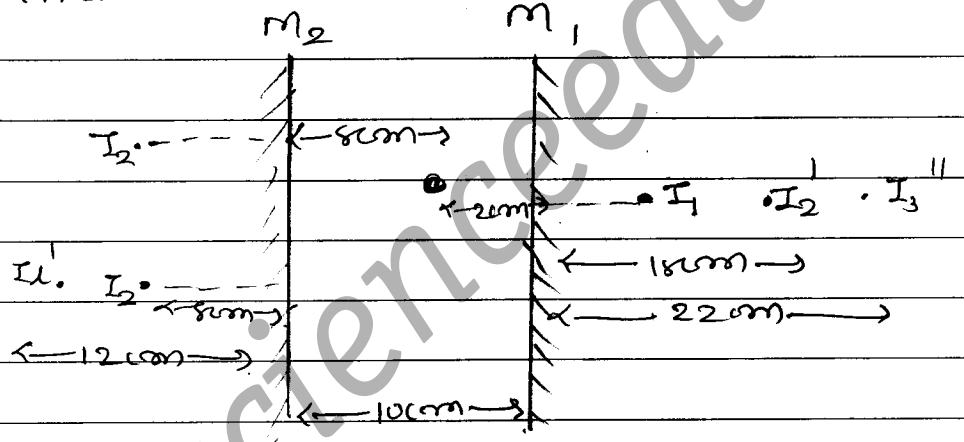
$\delta = \delta_1 + \delta_2$

$= 180 - 2i + 180 - 2r$

$\delta \Rightarrow 360 - 2(i+r)$

$\boxed{\delta = 360 - 2\theta}$ → આ સમતલ અરિસાથી વિચલન કોણ છે.

Q: M_1 ની જગ્યા રાખવા માટે પ્રતિબિંબોનું સ્થાન શોધો.



↳ 2cm, 18cm, 22cm.

↓ ↓

(10+8) (12+10)

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

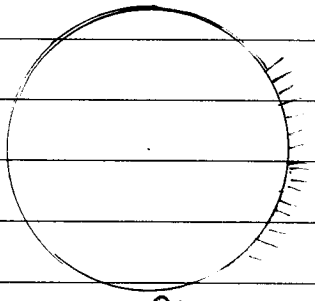
DATE

* ગોળ અરિસાથી પ્રકાશ પરાવર્તન *

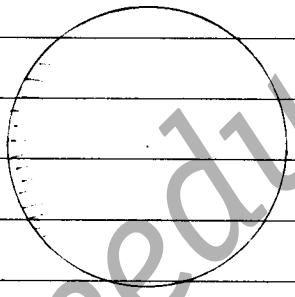
↳ ગોળાકાર અરિસો: ગોળાનો નાનો ભાગ કાપીને તેની એક તરફ Polish કરવામાં આવે તો ગોળાકાર અરિસો બને છે. તેના બે પ્રકાર છે.

(1) અંતર્ગોળ અરિસો: અરિસાની અંદરની સપાટી ચમકતી હોય.

(2) બહિર્ગોળ અરિસો: અરિસાની બહારની સપાટી ચમકતી હોય.

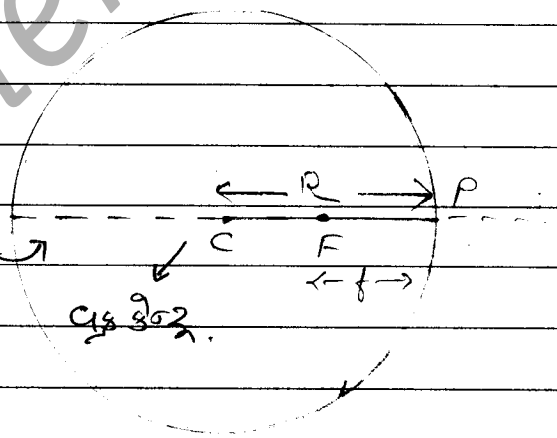


અંતર્ગોળ



બહિર્ગોળ.

↳ અરિસાનાં અમુક ભાગો:



(1) ધ્રુવ: ધ્રુવ અરિસાનુ કેન્દ્ર કે જ્યાંથી બધા અંતરો માપવામાં આવે છે.

(2) ધ્રુવ કેન્દ્ર (C): જેમાંથી ગોળાકાર અરિસો મળે તે ગોળાનું કેન્દ્ર.

www.scienceeducare.com

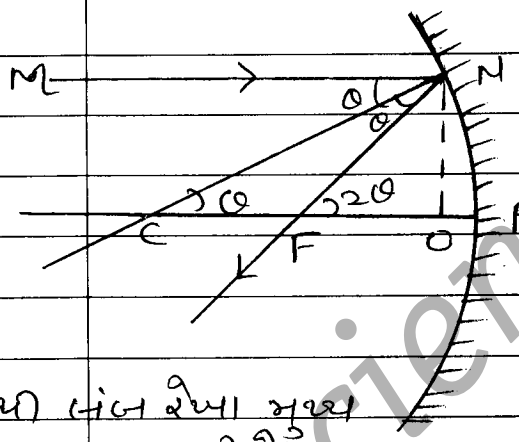
(3) મુખ્ય અક્ષ: વક્રકેન્દ્ર (મુખ્યકેન્દ્ર) અને ધ્રુવને જોડતી રેખા, જે બંને તરફ લંબાવી શકાય છે.

(4) વક્ર ત્રિજ્યા: વક્રકેન્દ્ર અને ધ્રુવ વચ્ચેનું અંતર.

(5) મુખ્યકેન્દ્ર: મુખ્ય અક્ષને સમાંતર આપાત થતું પ્રકાશનું (Focus) કિરણ જે બિંદુથી પરાવર્તન પામે તે બિંદુને મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે.

(6) કેન્દ્ર અંતર: મુખ્યકેન્દ્ર અને ધ્રુવ વચ્ચેનું અંતર.

↳ f & R વચ્ચેનો સંબંધ:



ΔNOCમાં,

$\tan\theta = \frac{NO}{CO}$

જો θ નાનો હોય તો,

$\tan\theta \approx \theta$

$\therefore \theta = \frac{NO}{CO}$ — (1)

N થી આવતા લંબ રેખા મુખ્ય અક્ષ સુધી દોરો.

ΔNOFમાં

$\tan 2\theta = \frac{NO}{FO} \Rightarrow 2\theta = \frac{NO}{FO}$

θનું મૂલ્ય (1)માંથી મુકો,

$\frac{2NO}{CO} = \frac{NO}{FO} \Rightarrow 2FO = CO$ — (2)

↳ જો વક્ર અરીસાનું aperture નાનું હોય તો,

$FO = FP$ અને $CO = CP$

www.scienceeducare.com

↳ આ કિંમત (2) માં મુકતાં,

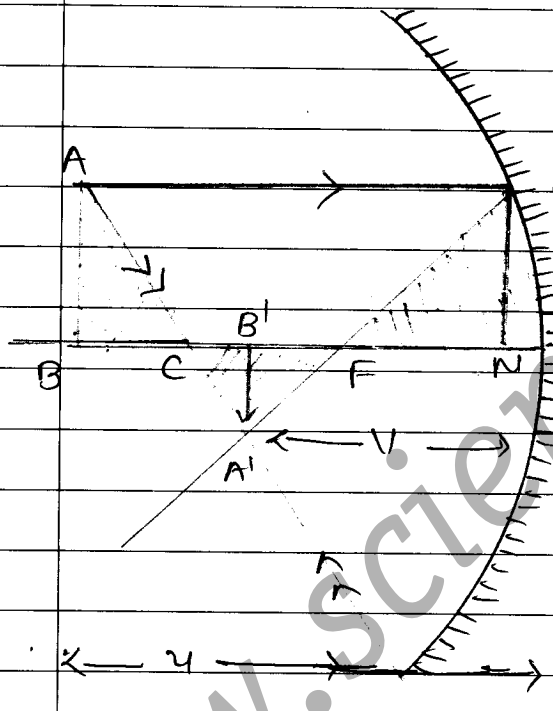
$2Fp = CP$

$2f = R$

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

↳ વક્ર અરિસાની કેન્દ્રાંતરાઇ માત્ર R પર આધારીત છે. માધ્યમ પર આધારિત નથી. તેમજ આપાત પ્રકાશના રંગ પર પણ આધારિત નથી.

>>> અરિસાનું સમીકરણ :-



↳ ΔABC અને $\Delta A'B'C$ માં,

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

$\frac{AB}{A'B'} = \frac{BC}{B'C}$ —(1)

↳ ΔMNF અને $\Delta A'B'F$ માં,

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

$\therefore \frac{AB}{A'B'} = \frac{NF}{B'F}$ —(2)

($\because MN = AB$)

(1) અને (2) ને સરખાવતાં,

$\frac{BC}{B'C} = \frac{NF}{B'F}$

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

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

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

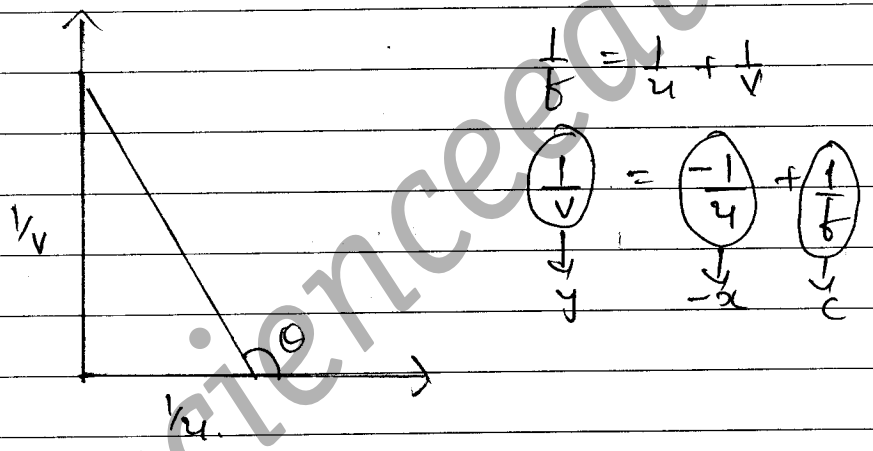
$$\text{પV} = \text{પf} + \text{Vf}$$

↳ પVf વડે ભાગતાં,

$$\frac{\text{પV}}{\text{પVf}} = \frac{\text{પf}}{\text{પVf}} + \frac{\text{Vf}}{\text{પVf}}$$

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

પ = પદાર્થનું દ્રુવથી અંતર
V = પ્રતિબિંબનું દ્રુવથી અંતર
f = દ્રુવથી મુખ્ય કેન્દ્રનું અંતર.



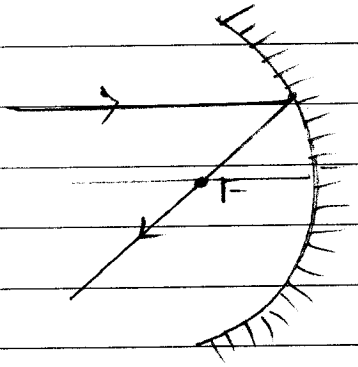
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

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

$\frac{1}{v}$ → y, $\frac{-1}{u}$ → x, $\frac{1}{f}$ → c

⇝ પ્રતિબિંબ રચવા માટેનાં નિયમો :-

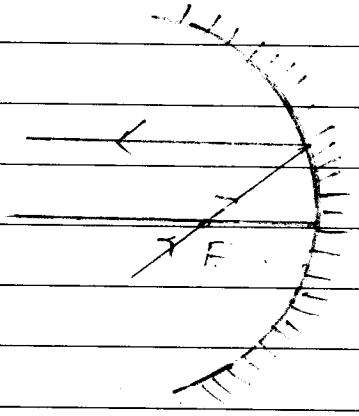
(i) મુખ્ય અક્ષને સમાંતર રીતે પ્રકાશનું કિરણ અરિસા પર આપાત થાય તો પરાવર્તન બાદ તે મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થાય.



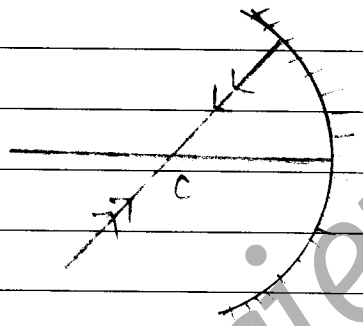
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

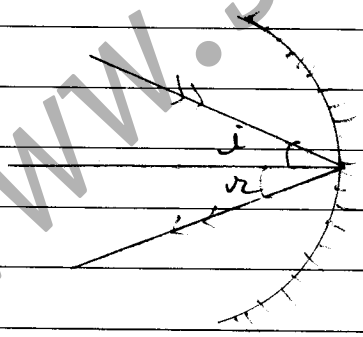
(ii) જો મુખ્ય કેન્દ્રમાંથી પસાર થઈને પ્રકાશનું કિરણ અરિસા પર આપાત થાય તો પરાવર્તન બાદ તે મુખ્ય અક્ષને સમાંતર પસાર થાય છે.



(iii) જો પ્રકાશનું કિરણ અરિસાનાં ધ્રુવ ભાગનાં કેન્દ્રમાંથી પસાર થાય તો પરાવર્તન બાદ તેજ ભાગે પાછુ જશે.



(iv)

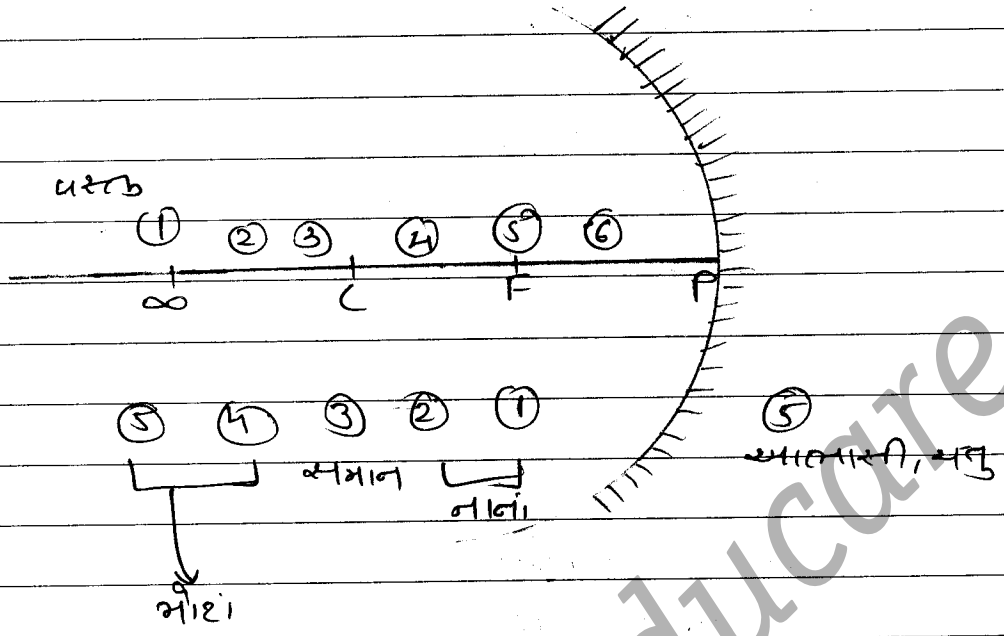


www.scienceeducare.com

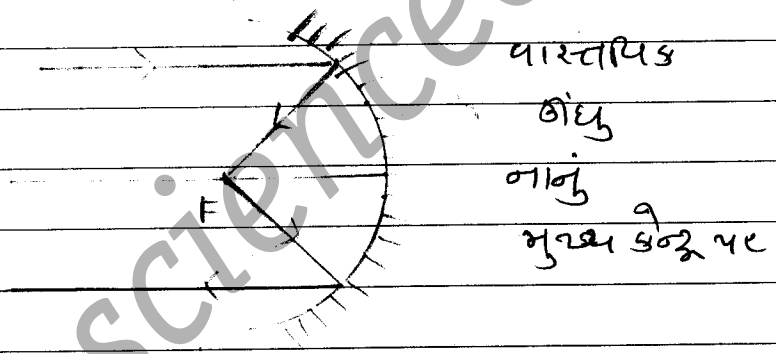
SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

૫૨ અંતર્ગોળ અરીસા વડે બનતું પ્રતિબિંબ :-

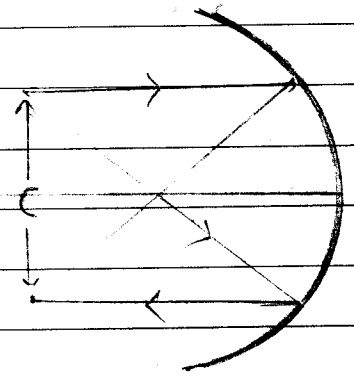


(1) જ્યારે વસ્તુ ∞ હોય



પાસ્તાપિક
ઊંધું
નાનું
મુખ્ય કેન્દ્રુ પર

(2) જ્યારે વસ્તુ C પર હોય :



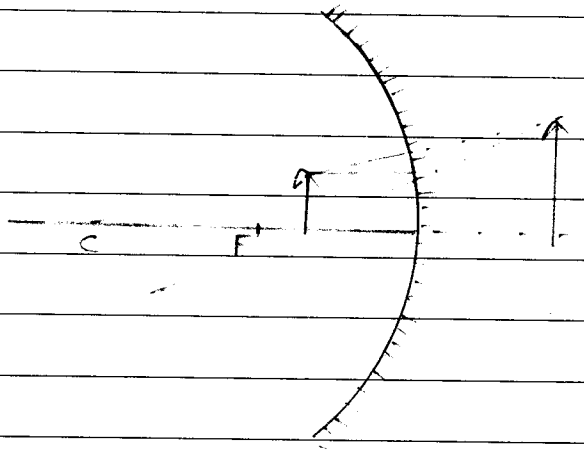
પાસ્તાપિક
ઊંધું
સમાન કદનું
C પર.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

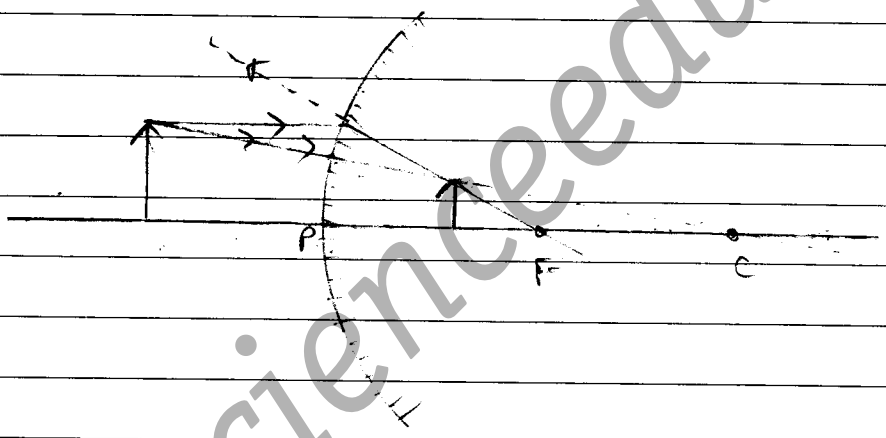
DATE

(3) જ્યારે વસ્તુ P & F વચ્ચે હોય



આભાસી
ચતુ
મોટું
વસ્તુની
અરિસાની પાછળ

☆ બહિર્ગોળ અરિસાથી રચાતાં પ્રતિબિંબ:



આભાસી
નાનું
ચતુ
P & F વચ્ચે.

☆ અરિસાનાં ઉપયોગો:

(1) સમતલ અરિસો: પોતાનું સંપૂર્ણ પ્રતિબિંબ મેવા માટે.

(2) અંતર્ગોળ અરિસો: આંખ, નાક અને દાંતનાં દાક્તર તેનો ઉપયોગ કરે અને તે shuving માટે પણ વપરાય છે.

(3) બહિર્ગોળ અરિસો: વાહનોમાં પાછળનાં વાહનોને મેવા.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: અંતર્ગોળ અરિસાની સામે વસ્તુને ક્યાં મુકવી જોઈએ જેથી સમાન કદનું પ્રતિબિંબ મળે?
↳ C પર

Q: અંતર્ગોળ અરિસાની સામે વસ્તુને ક્યાં મુકવાથી આભાસી પ્રતિબિંબ મળે?
↳ P અને F ની વચ્ચે.

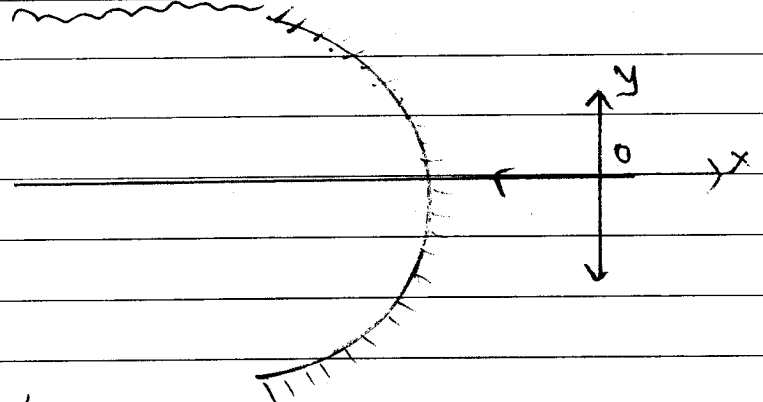
Q: અંતર્ગોળ અરિસામાં વસ્તુ અને તેનાં વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ વચ્ચેનું ન્યુનતમ અંતર કેટલું હોય?
↳ 0 C વસ્તુ C પર હોય?

Q: અંતર્ગોળ અરિસા તરફ વસ્તુ ગતિ કરે તો તેનું પ્રતિબિંબ ...
↳ અરિસાથી દૂર ગતિ કરે.

Q: અંતર્ગોળ અરિસાની પાછળની તરફ આભાસી વસ્તુ મુકીએ તો તેનું પ્રતિબિંબ ...
↳ વાસ્તવિક, સીધુ, નાનુ.

★ વાસ્તવિક વસ્તુનું વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ તે જ બાજુ મળે પરંતુ આભાસી પ્રતિબિંબ અરિસાની પાછળની બાજુ મળે.

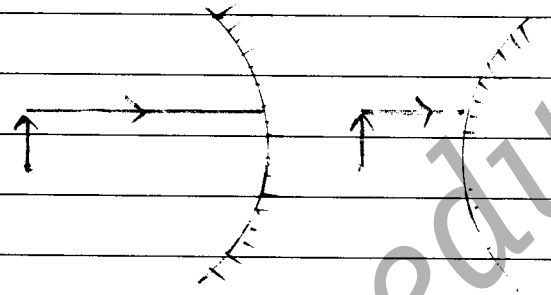
Sign Convention:



www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

- બધા જ અંતરો દ્રુવ થી માપવામાં આવે.
- દ્રુવની ડાબી તરફ અંતર ઋણ અને જમણી તરફ અંતર ધન.
- મુખ્ય અક્ષની ઉપર તરફ અંતર ધન અને નીચે તરફ અંતર ઋણ.
- આપાત કિરણની અંતર હંમેશા ડાબી તરફથી જમણી તરફ લેવાય છે.



- વાસ્તવિક વસ્તુ માટે u હંમેશા ઋણ હોય.
- અંતર્ગોળ અરિસા માટે $f = -ve$ અને બહિર્ગોળ અરિસા માટે $f = +ve$.
- બધીજ રાશિઓને ચિન્હ સાથે મુકવી અને પ્રશ્નમાં રાશિનાં ચિન્હો શોધીને મુકવા.

Q. 10 cm કેન્દ્રાંતર ધરાવતા અંતર્ગોળ અરિસાથી કેટલા અંતરે વસ્તુ મુકવી જોઈએ જેથી 15 cm અંતરે વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ બને.

Ans. $f = -10\ cm$

$v = -15\ cm$

$u = ?$

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

www.scienceeducare.com

$\frac{1}{u} = \frac{-1}{30}$

$\therefore u = -30\,cm$

↳ વસ્તુને અરિસાની સામે 30 cm અંતરે મુકવી જોઈએ.

Q: 30 cm કેન્દ્રાંતરનાં અંતર્ગોળ અરિસાથી 30 cm અંતરે વિંધું વસ્તુ મુકેલ છે. તો પ્રતિબિંબનું સ્થાન જણાવો.

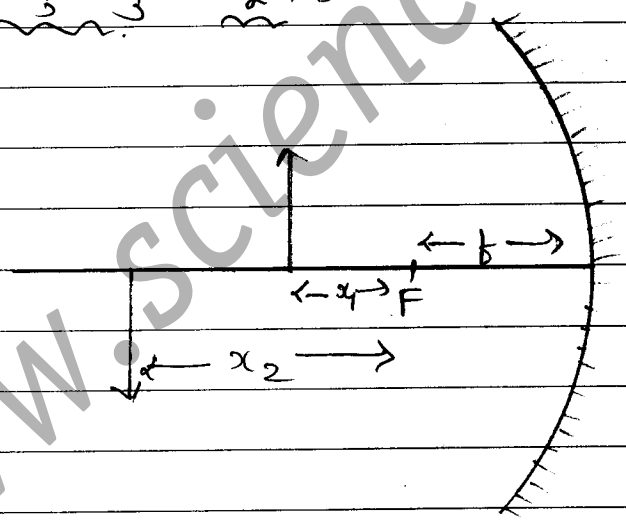
↳ $f = 30\,cm, \quad u = -30\,cm, \quad V = ?$

$\frac{1}{V} = \frac{1}{30} - \frac{1}{-30} \Rightarrow \frac{1}{30} + \frac{1}{30} \Rightarrow \frac{1}{15}$

$\therefore V = 15\,cm$

↳ અરિસાની બાજુમાં 15 cm અંતરે પ્રતિબિંબ મળે.

Ans) પ્રૂફનું સૂત્ર :



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

$\Rightarrow \frac{1}{(f+x_1)} + \frac{1}{(f+x_2)}$

$\frac{1}{f} = \frac{x_1 + x_2 + f + f}{(x_1+f)(x_2+f)}$

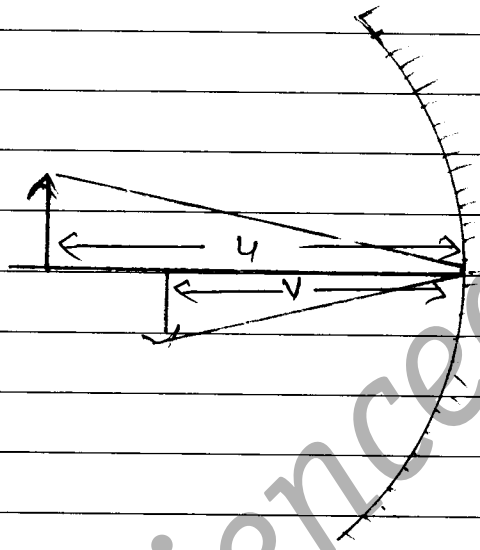
www.scienceeducare.com

$$2f^2 + (x_2+x_1)f = x_1x_2 + f^2 + (x_1+x_2)f$$

$$f^2 = x_1x_2 \quad \therefore \boxed{f = \sqrt{x_1x_2}}$$

રેખીય વિસ્તૃતીકરણ : (m)

m = વસ્તુ પ્રતિબિંબનું કદ $\rightarrow \frac{I}{O}$
વસ્તુનું કદ



$$\frac{(+O)}{(-u)} = \frac{(-I)}{(-v)}$$

$$\therefore \boxed{\frac{I}{O} = \frac{-v}{u}}$$

↳ અરિસાનું સૂત્ર

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

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

↳ વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ માટે m = -ve
આભાસી પ્રતિબિંબ માટે m = +ve

Q: f જેટલું અંતરાલ ધરાવતા અંતર્ગોળ અરિસાની કેટલા અંતરે વસ્તુને મુકવી જોઈએ જેથી વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ ન મળે.

↳ જેટલું અંતરાલ = $-f$
$m = -n$

www.scienceeducare.com

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

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

$$\therefore mf + mu = -f$$

$$\therefore mu = -f - mf$$

$$\therefore u = \frac{-(f+mf)}{m}$$

$$\boxed{u = -\frac{f(1+m)}{m}}$$

Q: 15 cm કેન્દ્રાંતર ધરાવતા બહિર્ગોળ અરીસાથી પદાર્થ કરતાં 3 ગણું મોટું આભાસી પ્રતિબિંબ મળે છે તો પદાર્થનું સ્થાન શોધો.

=

$$f = -15 \text{ cm}$$

$$m = +3$$

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

$$3 = \frac{-15}{f-u}$$

$$3(-15-u) = -15$$

$$\therefore u = -12 \text{ cm}$$

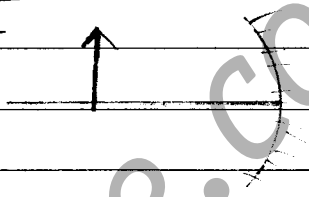
www.scienceeducare.com

DATE

☆ વિસ્તૃતીકરણનાં પ્રકારો :-

(i) ત્રાંસુ વિસ્તૃતીકરણ : જો વસ્તુ મુખ્ય અક્ષને લંબ મુકેલી હોય તો.
(Trinsverse)

$$m_T = \frac{I}{O} = \frac{-v}{u} = \frac{f}{f-u} = \frac{f-v}{f}$$

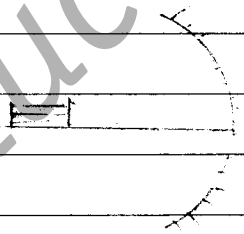


(2) રેખીય વિસ્તૃતીકરણ : જો વસ્તુ મુખ્ય અક્ષ પર મુકેલ હોય.

$$m_L = \frac{I}{O} = \frac{-dv}{du} = \frac{v^2}{u^2} = \left(\frac{f}{f-u}\right)^2$$

m_T અને m_L નો સબંધ

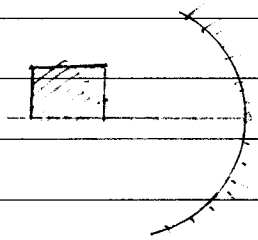
$$m_L = m_T^2$$



(3) છીછરુ વિસ્તૃતીકરણ : અરિસાની સામે ત્રિપરિમાણીય વસ્તુ મુકેલી હોય તો.

$$A_I = m^2 \cdot A_0$$

$$A_I = \left(\frac{f}{f-u}\right)^2 \cdot A_0$$



ઉ.દા. $f = 10$ cm ધરાવતાં અંતર્ગોળ અરિસાની સામે 25 cm અંતરે 3 cm બાજુનો ચોરસ તાર મુકેલો હોય તો પ્રતિબિંબનું ક્ષેત્રફળ શોધો.

↳ $A_0 = 3^2 = 9$ cm²

$f = -10$ cm

$u = -25$ cm

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$$A_I = \left(\frac{-10}{-10+25}\right)^2 \times 9 \Rightarrow 4\ cm^2$$

★ પ્રતિબિંબનો વેગ:

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

t ની સાથેઓ વિકલન કરતાં,

$$0 = \left(\frac{-1}{u^2}\right) \cdot \frac{du}{dt} + \left(\frac{-1}{v^2}\right) \cdot \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{1}{v^2} \cdot \frac{dv}{dt} = \left(\frac{-1}{u^2}\right) \cdot \frac{du}{dt}$$

$$V_I = \frac{-v^2}{u^2} \cdot V_0$$

$$\boxed{V_I = \left(\frac{f}{f-u}\right)^2 \cdot V_0}$$

ઉદા: $f = 24$ cm નાં અંતર્ગોળ અરિસાની સામે 9 cm/s વેગથી વસ્તુ ગતિ કરે છે. તો જ્યારે વસ્તુ 60 cm અંતરે હોય અરિસાથી, ત્યારે તેનાં પ્રતિબિંબનો વેગ શોધો.

↳ $f = -24$ cm, $V_0 = 9$ cm/sec, $u = -60$ cm

$$V_I = \left[\frac{-24}{-24-(-60)}\right]^2 \times 9$$

$$\Rightarrow \frac{-4}{9} \times 9 \Rightarrow \cancel{+16\ cm/s}, +6\ cm \text{ or } -6\ cm$$

અરિસાથી દૂર.

www.scienceeducare.com

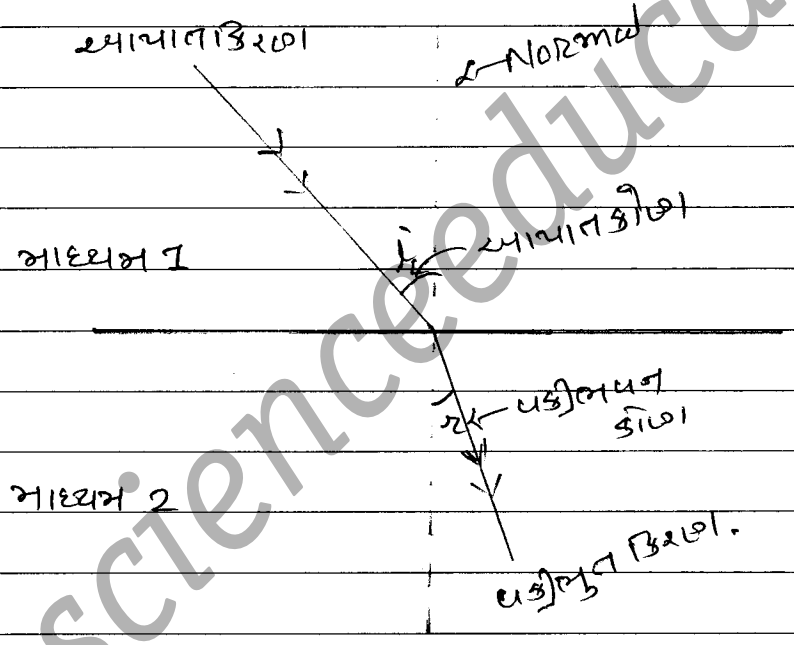
SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

* સમતલ સપાટી પરથી વક્રીભવન *

↳ **પ્રકાશનું વક્રીભવન :** એક માધ્યમમાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ બીજા માધ્યમમાં પ્રવેશે ત્યારે બંને માધ્યમોને અલગ કરતી રેખામાંથી પસાર થાય ત્યારે પોતાનો માર્ગ સહેજ બદલે છે. તેને પ્રકાશનું વક્રીભવન કહે છે.

ઊ.દા.: પાણીમાં મુકેલો સળિયો ત્રાંસો દેખાય છે અને પાણીમાં મુકેલો સિક્કો સહેજ ઊંચો દેખાય છે.



⇒ **વક્રીભવનનાં નિયમો:**

(i) આપાત કિરણ, Normal અને વક્રીભુત કિરણ સમાન સમતલમાં હોય.

(2) **સ્નેલનો નિયમ:**

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

માધ્યમ 1 ની સાપેક્ષે માધ્યમ 2 ની રિફ્રેક્ટીવ ઇન્ડેક્ષ.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

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

↳ વક્રીભવનનાં નિયમોનું તારણ:

(1) આવૃત્તિ (ν) → ન બદલાય.
વેગ અને તરંગલંબાઈ → વક્રીભવન સમયે બદલાય.
આનો ઉપયોગ પ્રકાશનાં રંગ જાણવા થાય છે.

(2) માધ્યમ 2 પ્રકારનાં હોય છે.
(1) આછું માધ્યમ :- V વધુ, μ નાનો
(2) ઘટ્ટ માધ્યમ :- V ઓછો, μ મોટો

$\mu_{હવા} = 1$

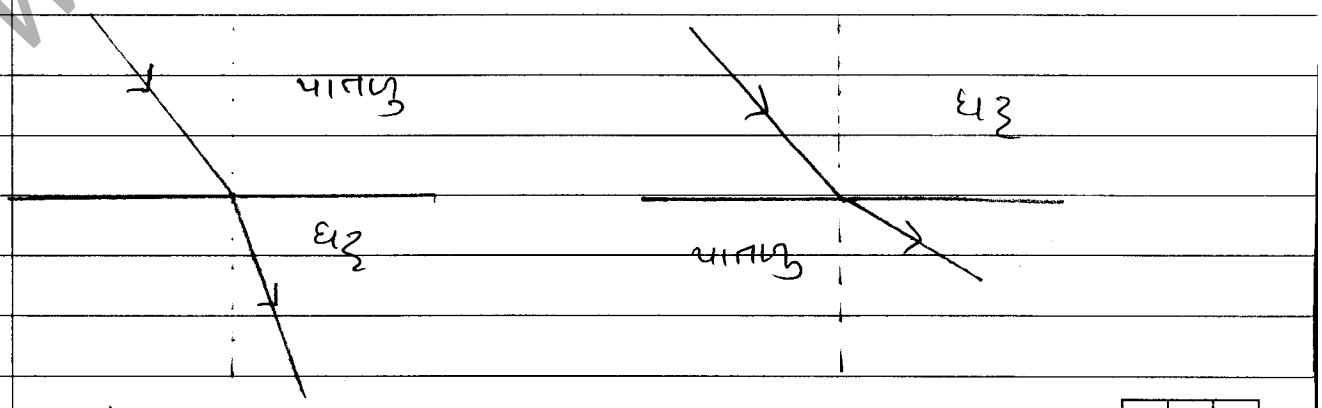
$\mu_{બરફ} = 4/3 = 1.33$

$\mu_{કાચ} = 3/2 = 1.5$

⇒ પરાવર્તનનાં ગુણધર્મો:

(i) જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ પાતળા (આછા) માધ્યમમાંથી ઘટ્ટ માધ્યમમાં જાય ત્યારે તે Normal તરફ વળે છે.

(2) જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ ઘટ્ટ માધ્યમ માંથી પાતળા માધ્યમમાં જાય ત્યારે તે Normal થી દૂર જાય છે.



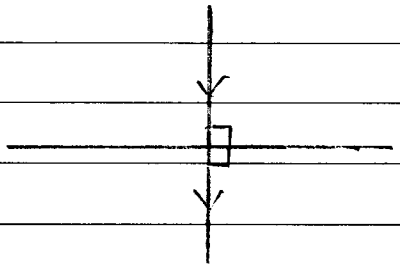
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

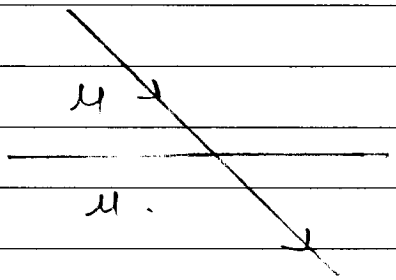
DATE

⇒ વક્રીભવન ના થાય તે માટેની શરતો:

(1) પ્રકાશ કિરણ માધ્યમને અલગ કરતી રેખાને લંબ આપાત થાય.



(2) બંને માધ્યમની રિફ્રેક્ટીવ ઇન્ડેક્સ (R_f) સમાન હોય.



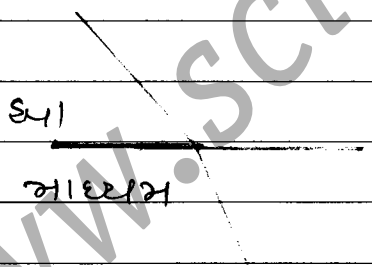
⇒ રિફ્રેક્ટીવ ઇન્ડેક્સનાં પ્રકારો:

(1) Absolute R_f : (μ)

$$\mu = \frac{C}{V}$$

⇒ શૂન્યાવકાશમાં પ્રકાશનો વેગ / માધ્યમમાં પ્રકાશનો વેગ.

$\mu > 1$

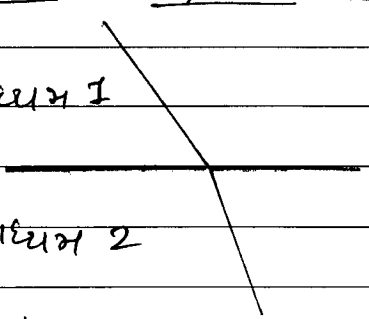


(2) સાપેક્ષ રિફ્રેક્ટીવ ઇન્ડેક્સ:

$$\therefore {}_1\mu_2 = \mu_2/\mu_1$$

$$\Rightarrow \frac{C/V_2}{C/V_1} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow \frac{n_2}{n_1}$$

$$\therefore {}_1\mu_2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$



www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

$$\boxed{{}_1\mu_2 = \frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}}$$ { પ્રકાશની આવૃત્તિ કોઇ માધ્યમનાં કારણે ન બદલાય.

$\mu \propto \frac{1}{\lambda}$ ∴ $\mu_{મંજલી} = max^m$ (મહત્તમ)

$\mu_{લાલ}$ = ન્યુનતમ

Q: હવામાં ગતિ કરતું પ્રકાશનું કિરણ માધ્યમમાં પ્રવેશે છે જ્યાં તેની આવૃત્તિ 2×10^{14} Hz અને તરંગલંબાઇ 5000 A° છે. તો માધ્યમની રિફ્રેક્ટીવ ઇન્ડેક્સ શોધો.

↳ $\mu = \frac{c}{v} = \frac{c}{n\lambda}$

$\Rightarrow \frac{3\times10^8}{2\times10^{14}\times5\times10^{-7}}$

$\Rightarrow 3\times10^{8-8}$

$\mu \Rightarrow 3$

$v = n\lambda$

$\Rightarrow 2\times10^{14}\times5\times10^{-7}$

$v \Rightarrow 10^8$ m/s

Q: હવામાં પ્રકાશની તરંગલંબાઇ 5000 A° છે. તે $\mu = 4/3$ ધરાવતાં પાણીમાં પ્રવેશે તો તેની તરંગલંબાઇ શોધો.

↳ $\mu = c/v$

$\Rightarrow \frac{n\lambda_1}{n\lambda_2} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

$4/3 = \frac{6000}{n}$

∴ $n = \frac{6000\times3}{4} \Rightarrow 4500$ A°

Q: કાચ અને પાણીની રિફ્રેક્ટીવ ઇન્ડેક્સ અનુક્રમે 3/2 અને 4/3 છે. કાચમાં પ્રકાશનો વેગ 2×10^8 m/s હોય તો પાણીમાં વેગ શોધો.

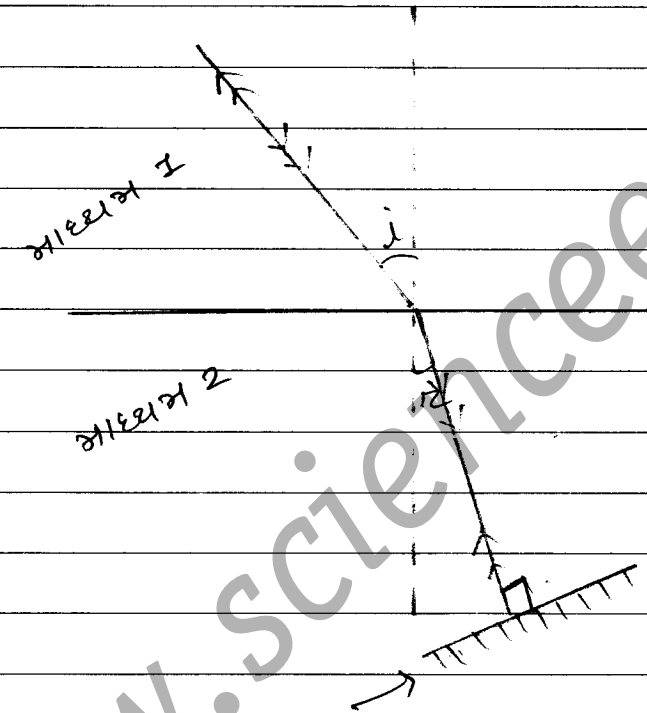
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$$\frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{3/2}{4/3} = \frac{v}{2\times10^8} \Rightarrow v = \frac{3\times10^8\times3}{4} \Rightarrow 2.25\times10^8 \text{ m/s}$$

* પ્રકાશની Reversibility નો નિયમ : જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ માધ્યમ 1 માંથી માધ્યમ 2 માં જાય ત્યારે તેનાં માર્ગથી સહેજ અલગ છે. જો સામાન્ય આપાત માટે પ્રકાશનો કિરણનાં માર્ગમાં સમતલ અરિસો મુકવામાં આવે તો તે સમાન માર્ગ પાછુ ફરે છે.



સ્નેલનો નિયમ

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

$$_2\mu_1 = \frac{\sin r}{\sin i}$$

બંનેનો ગુણાકાર કરતાં

$$_1\mu_2 \times {}_2\mu_1 = 1$$

$$\therefore \boxed{_1\mu_2 = \frac{1}{{}_2\mu_1}}$$

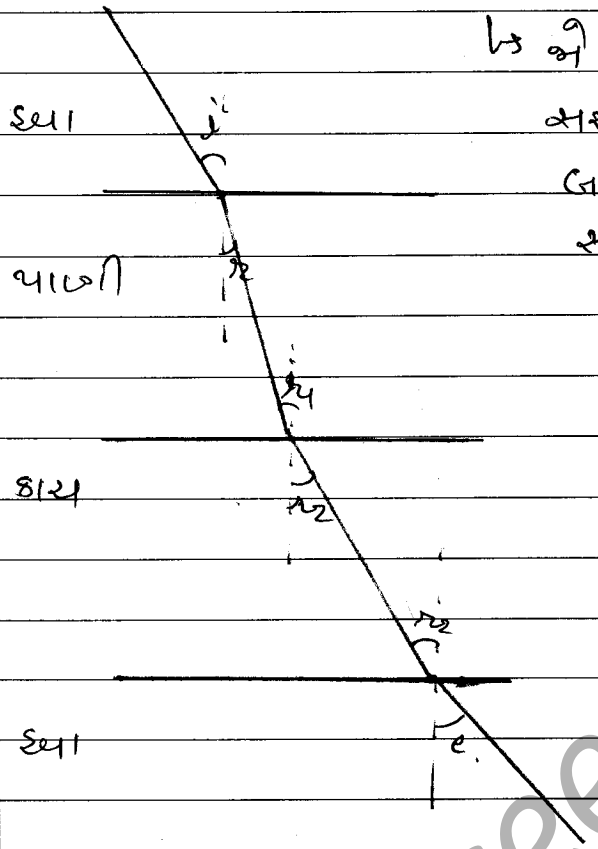
$$_a\mu_w = 4/3 \ , \ {}_w\mu_a = 3/4$$

w = પાણી , a = હવા.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

અમુક સમાંતર માધ્યમોમાંના કારણે વક્રીભવન :



↳ જો પહેલું અને છેલ્લું માધ્યમ સરખા હોય તો આપાત અને નિર્ગત આપતું કિરણ હંમેશા સમાંતર હોય.

$\angle i = \angle e$

$${}_a\mu_w = \frac{\sin i}{\sin r_1}$$

$${}_w\mu_g = \frac{\sin r_1}{\sin r_2}$$

$${}_g\mu_a = \frac{\sin r_2}{\sin e}$$

ગુણાકાર કરતાં,

$${}_a\mu_w \times {}_w\mu_g \times {}_g\mu_a = 1$$

$$\boxed{{}_w\mu_g = \frac{1}{{}_a\mu_g \times {}_g\mu_a}}$$

$$\boxed{{}_w\mu_g = \frac{{}_a\mu_g}{{}_a\mu_w}}$$

$$\therefore \boxed{{}_2\mu_3 = \frac{{}_1\mu_3}{{}_1\mu_2}}$$

Lateral Deviation (બાજુથી વિચલન) :

જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ કાચનાં સ્લેબમાંથી પસાર થાય ત્યારે આપાત કિરણ અને નિર્ગત આપતાં કિરણ વચ્ચેનાં લંબ અંતરને lateral deviation કહે છે.

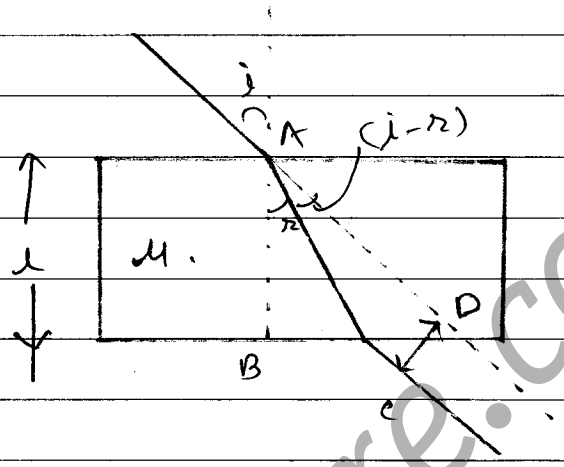
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

ΔABC માં

$\cos r = \frac{AB}{AC} = \frac{b}{AC}$

$AC = \frac{b}{\cos r}$



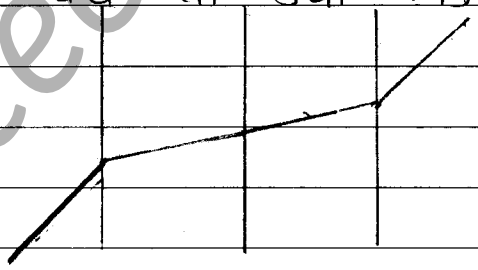
ΔACD માં

$\sin(i-r) = \frac{CD}{AC}$

$CD = AC \cdot \sin(i-r)$

$$\boxed{CD = \frac{b}{\cos r} \cdot \sin(i-r)}$$

પ્ર: આપેલી આકૃતિ માટે જો આપાત કિરણ અને બહાર આવતું કિરણ એકબીજાને સમાંતર હોય તો કયો વિકલ્પ સાચો છે.



(A) $\mu_1 = \mu_2$

(B) $\mu_2 = \mu_3$

(C) $\mu_3 = \mu_4$

✓(D) $\mu_4 = \mu_1$

પ્ર: $\sqrt{3}$ રિફ્રેક્ટીવ ઇન્ડેક્સ ધરાવતાં કાચનાં સ્લેબ પર 60° ખૂણો પ્રકાશનું કિરણ આપાત થાય છે. જે સ્લેબની જાડાઇ 5 cm હોય તો બાજુની વિચલન શોધો.

↳ $\mu = \sqrt{3}$

$i = 60$

$\therefore \mu = \frac{\sin i}{\sin r}$

$\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}/2}{\sin r} \Rightarrow \sin r = 1/2 \Rightarrow r = 30°$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

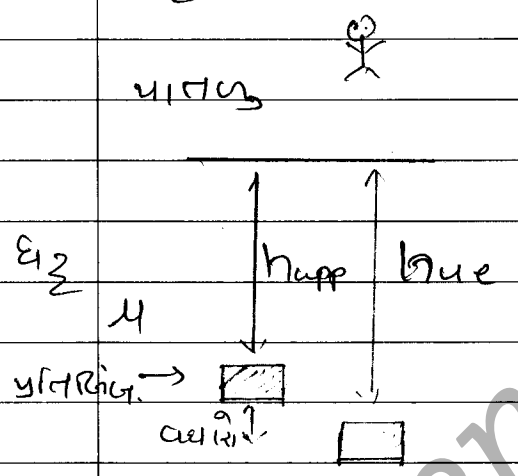
એ CD (બાજુથી વિચલન) $= \frac{5}{\cos 30^\circ} \cdot \sin(60-30)$

$\Rightarrow \frac{5\times 2}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{2}$

$$\boxed{CD \Rightarrow \frac{5}{\sqrt{3}} \text{ cm}}$$

વાસ્તવિક ઊંચાઈ (h_{ac}) અને આભાસી (દેખીતી) ઊંચાઈ (N_{app}):

(i) ઘટ્ટ માધ્યમમાં વસ્તુ.



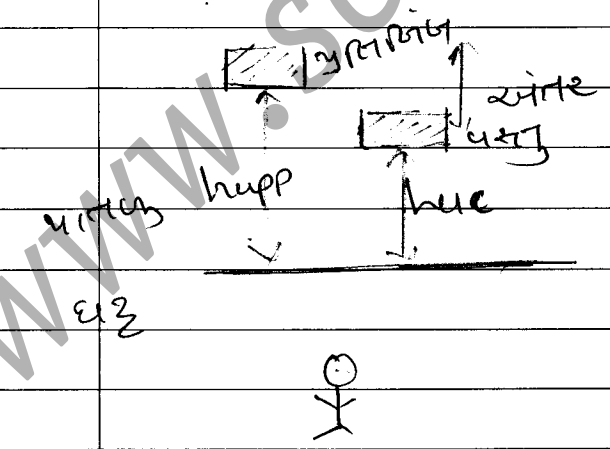
$\mu = \frac{h_{ac}}{h_{app}}$

વધારો $= h_{ac} - h_{app}$

$\Rightarrow h_{ac} - \frac{h_{ac}}{\mu}$

$\therefore$ વધારો $= h_{ac}(1 - 1/\mu)$

(2) વસ્તુ પાતળા માધ્યમમાં:



$\mu = \frac{h_{app}}{h_{ac}}$

$\therefore$ અંતર $\Rightarrow h_{app} - h_{ac}$

$\Rightarrow \mu h_{ac} - h_{ac}$

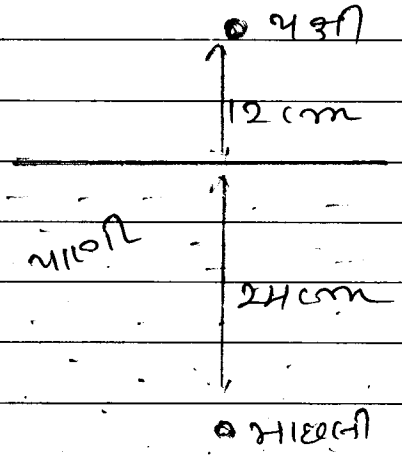
અંતર $\Rightarrow h_{ac}(\mu - 1)$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

Q.1

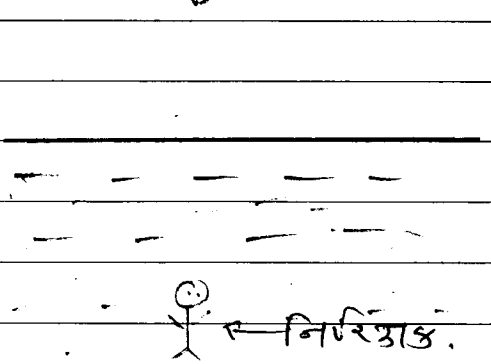


આપેલી આકૃતિમાં જ્યારે પક્ષી માછલીને જોવે ત્યારે પક્ષી અને માછલી વચ્ચેનું અંતર શોધો.

$$\mu = \frac{h_{ac}}{h_{app}} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{24}{h_{app}} \Rightarrow h_{app} = 18\ cm$$

$\therefore$ અંતર $= 12 + 18 \Rightarrow$ 30 cm.

Q.2 પક્ષી 18 cm ઊંચાઈએ ઊડે છે. તેને પાણીની અંદર રહેલો નિરિક્ષક જોવે છે. તો તેને પક્ષી કેટલા અંતરે દેખાશે?



$$\mu = \frac{h_{app}}{h_{ac}}$$

$$\frac{4}{3} = \frac{h_{app}}{18}$$

$$\therefore h_{app} = \frac{18 \times 4}{3}$$

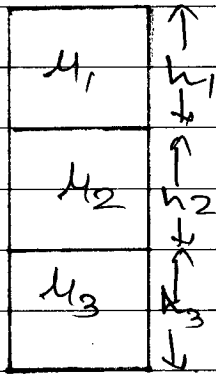
$$h_{app} = 24\ cm$$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

૪ ⇒ જુદા જુદા અવસ્થિત પ્રવાહી એકજીમ ઉપર મુકેલાં હોય :-



$$h_{ac} = h_1 + h_2 + h_3$$

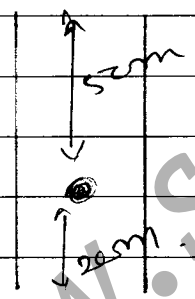
$$\mu = \frac{h_{ac}}{h_{app}}$$

$$h_{app} = \frac{h_{ac}}{\mu}$$

$$h_{app} = \frac{h_1}{\mu_1} + \frac{h_2}{\mu_2} + \frac{h_3}{\mu_3}$$

કુલ ઊંચાઈ વધારો $= h_1\left(1-\frac{1}{\mu_1}\right) + h_2\left(1-\frac{1}{\mu_2}\right) + h_3\left(1-\frac{1}{\mu_3}\right)$

ઊ.દા. કાચમાં ઘાનો પરપોટો એક તરફથી 5 cm અને વિરુદ્ધ તરફથી 2 cm અંતરે દેખાય છે. તો કાચની મડાઈ શોધો.



$$h_{ac} = h_{app} \times \mu$$

$$h_{ac_1} = 1.5 \times 5 = 7.5\ cm$$

$$h_{ac_2} = 1.5 \times 2 = 3\ cm$$

કુલ $= (7.5 + 3)\ cm$

$\Rightarrow 10.5\ cm$

or

$h_{ac} = 1.5 \times 7 \Rightarrow 10.5\ cm$

Q: 8 cm મડાઈની લંબચોરસ ટાંકી પાણીથી સંપૂર્ણ ભરેલી છે. તો ટાંકીનું તળિયું કેટલી ઊંડાઈએ દેખાય.

↳ $\mu = \frac{h_{ac}}{h_{app}} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{8}{h_{app}} \Rightarrow h_{app} = 6\ cm$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

Q: કાગળનાં ટુકડાને માઇક્રોસ્કોપથી જોવામાં આવે છે. જો કાગળ પર 3 cm જાડાઈનો કાચનો સ્લેબ ($\mu = 1.5$) મુકવામાં આવે તો કાગળને જોવા માટે માઇક્રોસ્કોપને કેટલું ખસેડવું પડે?

↳ વધ ખસેડવું પડતું ⇒ $3\left(1 - \frac{1}{1.5}\right)$

$\Rightarrow 3\left(1 - \frac{10}{15}\right)$

⇒ 1 cm ઉપરતરફ.

Q: બીકરનાં તળિયે રહેલાં સિક્કાને માઇક્રોસ્કોપથી જોવામાં આવે છે. હવે માઇક્રોસ્કોપને 1 cm ઉપર તરફ લઈ જવામાં આવે છે. તો સિક્કાને ફરીથી Focus કરવા બીકરમાં કેટલું પાણી ભરવું જોઈએ.

⇒ વધારો = $h_{acc}\left(1 - \frac{1}{\mu}\right)$

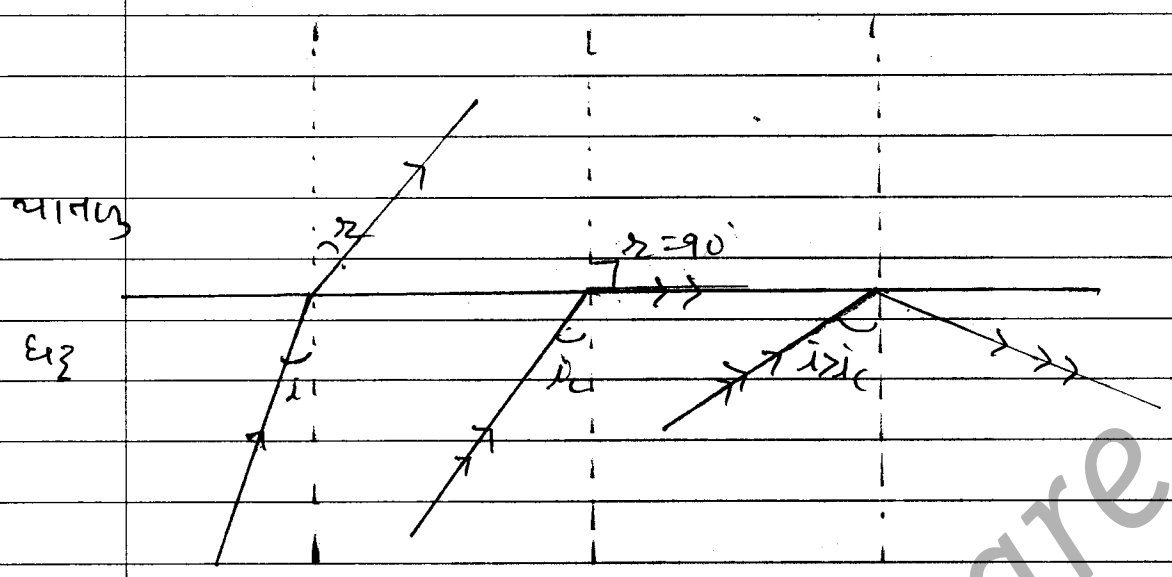
$1 = h_{acc}\left(1 - \frac{1}{4/3}\right)$

$\boxed{h_{acc} = 4 \text{ cm}}$

પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન (T.I.R):

જ્યારે પ્રકાશનું કિરણ ઘટ્ટમાંથી પાતળા માધ્યમમાં ગતિ કરે ત્યારે તે સંજયી દૂર વળે છે. જો આપાતકોણ વધારવામાં આવે તો વક્રીભવનકોણ પણ વધે છે. ક્રાંતિકોણ કહેવાતાં આપાત કોણ માટે, વક્રીભવનકોણ 90° થાય છે. જો હજુ આપાતકોણ વધારવામાં આવે તો કિરણ પાછું તે જ માધ્યમમાં આવે છે. તેની તીવ્રતાં પણ સમાન રહે છે. તેને પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન કહે છે.

www.scienceeducare.com



↳ શરતો: (i) પ્રકાશનું કિરણ ઘટ્ટ માંથી પાતળા માધ્યમમાં જ જ્યુ મેઈએ.

(2) $i > i_c$

↳ સ્નેલનો નિયમ,

$$d\mu_r = \frac{\sin i}{\sin r}$$

જ્યારે $i = i_c \Rightarrow r = 90°$

$$\therefore \frac{1}{r\mu_d} = \frac{\sin i_c}{\sin 90°} \Rightarrow \frac{1}{r\mu_d} = \sin i_c$$

i_c પર આધાર રાખે.

⇒ i_c નો આધાર :

(i) μ પર

$$\sin i_c \propto \frac{1}{\mu}$$

(2) λ પર

$$\sin i_c \propto \frac{1}{\mu} \propto \lambda$$

$$\therefore i_c \propto \lambda$$

$i_{c\,\text{લાલ}}$ = મહત્તમ

$i_{c\,\text{મંજલી}}$ = ન્યુનતમ

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

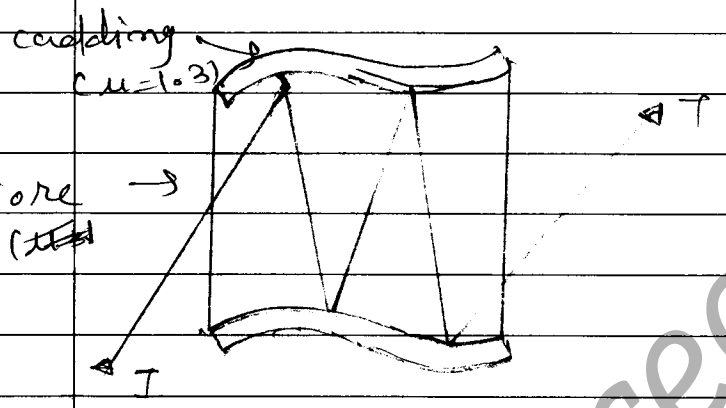
અમલીકરણ :

(1) હીરાની ચમકમાં ($\mu = 2.4$)

(2) રણમાં મરિચિકા મૃગજળમાં (થોડા અંતરે પાણીનો ભાસ થવો)

(3) ધ્રુવીય પ્રદેશમાં Looming માં (જહાજનું ઊલટુ દેખાવુ).

(4) ઓપ્ટીકલ ફાઇબર (મોબાઇલ કંપની અને કેબલમાં ઉપયોગી



ex: x અને y પ્રવાહીમાં પ્રકાશની તરંગલંબાઇ અનુક્રમે 3500 A° અને 7000 A° છે. તો ક્રાંતિકોણ શોધો.

$$\sin i_c = \frac{1}{r\mu_d} \Rightarrow \frac{\mu_r}{\mu_d} = \frac{\lambda_d}{\lambda_r}$$

$$\sin i_c = \frac{3500}{7000} \Rightarrow \frac{1}{2} \Rightarrow \therefore i_c = 30^\circ$$

Q: કાચ ($\mu = 1.5$)નાં પ્રિઝમને પાણીમાં ડુબાડવામાં આવે છે. AB પર લંબ રીતે પ્રકાશ કિરણ આપાત કરીએ તો θનાં કયા મુલ્ય માટે BC થી પુર્ણ આંતરિક પરાવર્તન થશે?

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$i > i_c$

$\theta > i_c$

$\sin\theta > \sin i_c$

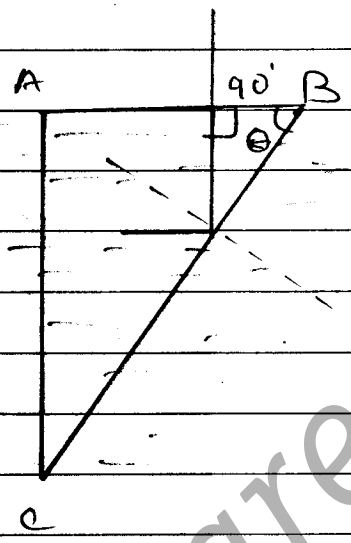
$\sin\theta > \frac{1}{n\mu_d}$

$\sin\theta > \frac{\mu_r}{\mu_d}$ $\left[\mu \propto \frac{1}{\lambda}\right]$

$> \frac{\lambda_d}{\lambda_r}$

$> \frac{4/3}{3/2}$

$\boxed{\sin\theta > \frac{8}{9}}$



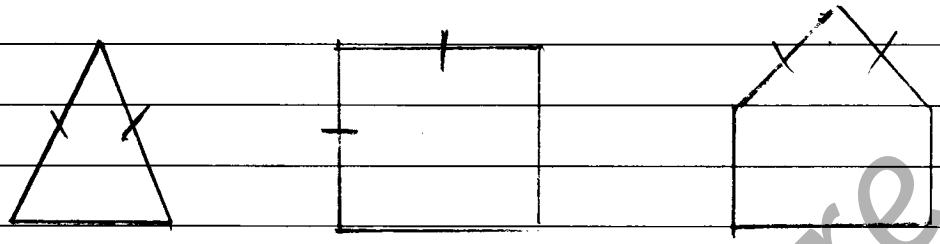
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

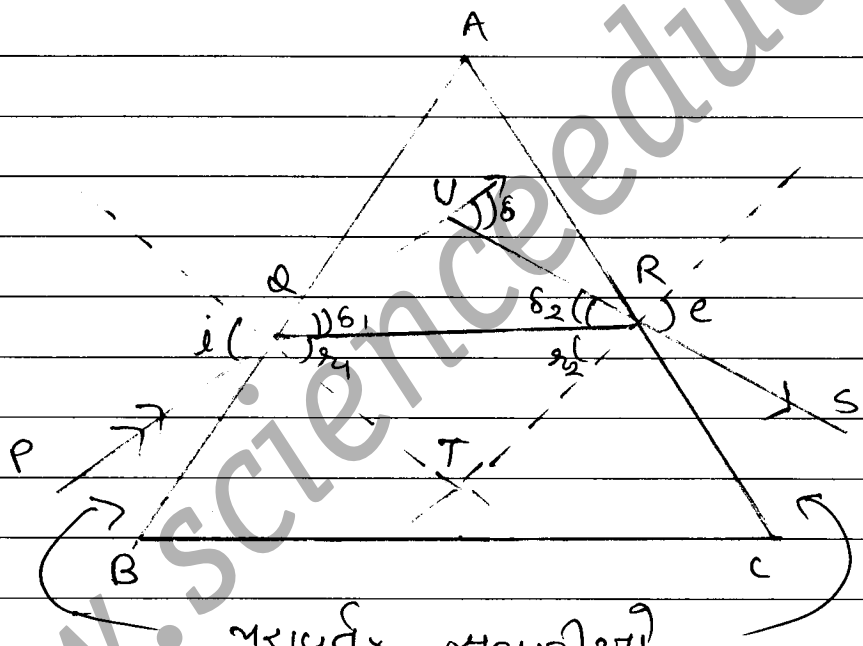
DATE

* પ્રિઝમ, વિચલન અને વિક્ષેપણ (Dispersion) *

↳ **પ્રિઝમ:** તે બે સમતલ પરાવર્તક સપાટીથી બનેલું પારદર્શક માધ્યમ છે.



↳ **પ્રિઝમની કોણ શોધવાનું સૂત્ર:**



↳ પ્રથમ સપાટીનો વિચલન કોણ $\delta_1 = i - r_1$

↳ બીજી સપાટીનો વિચલન કોણ $\delta_2 = e - r_2$

Δ QOR માં

$\delta = \delta_1 + \delta_2$

$\Rightarrow (i - r_1) + (e - r_2) \Rightarrow i + e - (r_1 + r_2)$ — (1)

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

ΔQRT માં, $r_1 + r_2 + T = 180$

$T = 180 - (r_1 + r_2)$

□AQTR માં, $\therefore A + T = 180^\circ$ { AQTR ચતુષ્કોણ છે }

$\therefore T = 180^\circ - A$

T નું મૂલ્ય સરખાવતાં,

$180 - (r_1 + r_2) = 180^\circ - A$

$\boxed{A = r_1 + r_2}$ — (2)

(1) માં મૂકતાં,

$\boxed{\delta = i + e - A}$ — (3)

ન્યૂનતમ વિચલન માટેનું સૂત્ર,

$\delta = \text{ન્યૂનતમ } (\delta_m)$

(i) $i = e$

(ii) $r_1 = r_2 = r$

(iii) BC || QR

(2) માં મૂકતાં,

$A = r + r \Rightarrow \boxed{A = 2r} \Rightarrow r \boxed{r = A/2}$

(3) માં મૂકતાં, $\delta_m = i + i - A$

$i \quad \delta_m = \dfrac{A + \delta_m}{2}$

વક્રીભવનનો નિયમ

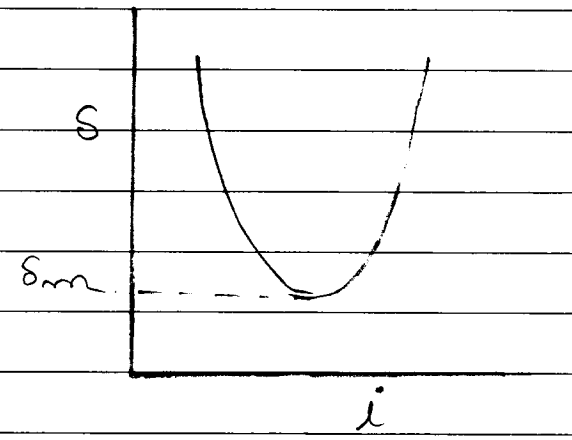
$\mu = \dfrac{\sin i}{\sin r}$ $\qquad \mu = \dfrac{\sin\left(\frac{A+\delta_m}{2}\right)}{\sin A/2}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

આલેખ :



i નું મુલ્ય વધારતાં δ ઘટશે. અને i નાં કોઇ નિશ્ચિત મુલ્ય માટે δ ન્યુનતમ થશે.

ઉદા.1: 30° નું ન્યુનતમ વિચલન કરતા 60° ત્રિઅમકોણના ત્રિઅમ પર પ્રકાશનું કિરણ આપાત કરવામાં આવે છે. તો ત્રિઅમનો μ શોધો.

↳ $A = 60° \; ; \; \delta = 30°$

$$\mu = \frac{\sin 45°}{\sin 30} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} * \frac{2}{1} \Rightarrow \sqrt{2}$$

$$\boxed{\mu = \sqrt{2}}$$

ઉ.2: $\mu = \cot A/2$ ધરાવતાં ત્રિઅમ પર પ્રકાશનું કિરણ આપાત કરીને તો δ_m શોધો.

$$\cot A/2 = \frac{\sin (A+\delta_m/2)}{\sin A/2}$$

$$\cot A/2 \cdot \sin A/2 = \sin \left(\frac{A+\delta_m}{2}\right)$$

$$\cos A/2 = \sin \left(\frac{A+\delta_m}{2}\right)$$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

$$\sin\left(\frac{A+\delta_m}{2}\right) = \sin\left(90 - \frac{A}{2}\right)$$

$$\therefore \frac{A+\delta_m}{2} = 90 - \frac{A}{2}$$

$$A + \delta_m = 180 - A$$

$$\therefore \delta_m = 180 - 2A$$

ઉ.દા: સમબાજુ ત્રિકોણ (પ્રિઝમ) પર પ્રકાશનું કિરણ આપાત કરવામાં આવે છે. અહીં $\angle i = \angle e$ છે. અને $\angle i$ અને $\angle e$ નાં મૂલ્ય પ્રિઝમકોણથી $3/4$ ગણા છે. તો વિચલનકોણ શોધો.

↳ $e = i = \frac{3}{4}A$

$$\delta = i + e - A$$

$$= \left(\frac{3}{4}A + \frac{3}{4}A\right) - A \Rightarrow \frac{3}{2}A - A$$

$$\delta \Rightarrow A/2$$

$$\Rightarrow \frac{60}{2}$$

(∵ સમબાજુ ત્રિકોણ ∵ $A = 60$)

$$\boxed{\delta \Rightarrow 30^\circ}$$

ઉ.દા: પ્રિઝમકોણ 30° અને $\mu = \sqrt{3}$ ધરાવતાં પ્રિઝમ પર પ્રકાશનું કિરણ આપાત કરવામાં આવે છે. પ્રિઝમની બીજી સપાટી બહારથી Polished છે. આ સપાટીમાંથી ~~બહાર~~ પાછા આવતાં પ્રકાશનાં કિરણનું આપાતકોણ શોધો.

↳ $A = 30^\circ$, $r = 90^\circ$, $\mu = \sqrt{3}$

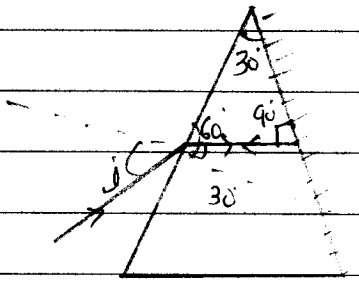
$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

SCIENCE EDUCARE
www.scieneeducare.com

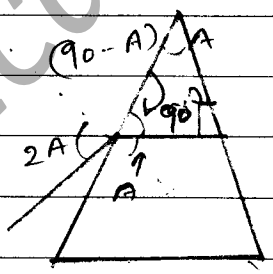
$\sqrt{3} = \frac{\sin i}{\sin 30^\circ}$

$\therefore \sin i = \sqrt{3} \times 1/2$

$\boxed{i \to 60^\circ}$



Q.E) A પ્રિઝમકોણ ધરાવતાં પ્રિઝમ પર 2A કોણે પ્રકાશનું કિરણ આપાત થાય છે. બીજી સપાટી ઉદ્દગમથી Polished છે જ્યાંથી કિરણ પાછું પરાવર્તન પામે છે તો μ શોધો.



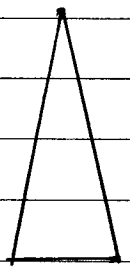
$i = 2A$, $r = A$

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

$\mu = \frac{\sin 2A}{\sin A} \Rightarrow \frac{2\sin A \cos A}{\sin A}$

$\therefore \mu = 2\cos A$

કિસ્સો 1 : પ્રિઝમ પાતળો હોય. ($A < 10^\circ$)



$\mu = \frac{\sin\left(\frac{A+\delta m}{2}\right)}{\sin A/2}$

$\Rightarrow \frac{A+\delta m}{2A} \times 2$

$\mu A \Rightarrow A + \delta m$

$\delta m = (\mu - 1) A$

$\delta \propto \mu \propto 1/\lambda$ પરથી $\Rightarrow \delta \propto A$

www.scieneeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

કિસ્સો 2 : જો પ્રકાશનું કિરણ પ્રિઝ્મમાંથી બહાર જ ન આવે.

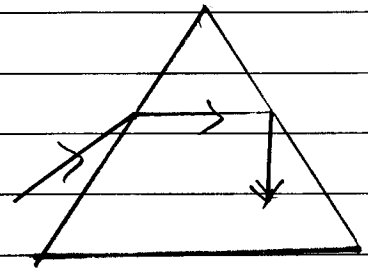
$A > 2i_c$

$\frac{A}{2} > i_c$

$\sin\frac{A}{2} > \sin i_c$

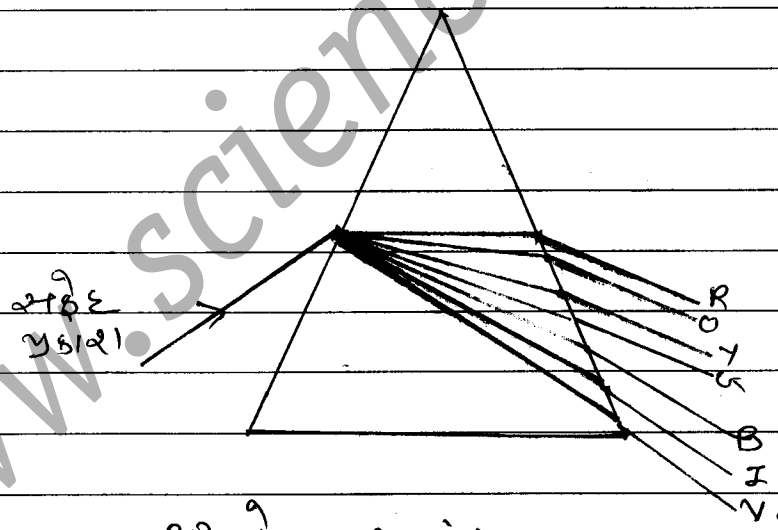
$\sin\frac{A}{2} > 1/\mu$

$\therefore \boxed{\mu > \frac{1}{\sin\frac{A}{2}}}$



પ્રકાશનું વિભાજન : પ્રિઝ્મ પર સફેદ પ્રકાશ આપાત કરતાં તેનું 7 જુદા જુદા રંગોનાં પ્રકાશમાં વિભાજન થાય છે.

ઉ.દા : મેઘધનુષ.



પીળો - મધ્યરંગ

$\mu_y = \frac{\mu_v + \mu_R}{2}$

→ કોણીય વિભાજન (θ) : બે અંતિમ રંગનાં વિભાજનનાં તફાવતને કોણીય વિભાજન કહે છે.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

$$\theta = \delta_v - \delta_r$$
$$= (\mu_v - 1)A - (\mu_r - 1)A$$
$$\therefore \theta = (\mu_v - \mu_r)A$$

$$\theta \propto \mu \propto 1/\lambda$$

$$\theta \propto A$$

⇒ પિલાજન શક્તિ (ω): કોણીય પિલાજન અને મધ્ય રંગનાં પિલાજનનો ગુણોત્તર

$$\omega = \frac{\theta}{\delta_y}$$

$$\Rightarrow \frac{\delta_v - \delta_r}{\delta_y} \Rightarrow \frac{(\mu_v - 1)A - (\mu_r - 1)A}{(\mu_y - 1)A}$$

$$\boxed{\omega = \frac{(\mu_v - \mu_r)}{(\mu_y - 1)}}$$

ઉદા: $\mu = 1.5$ અને 5° પ્રિઝમકોણ ધરાવતાં પ્રિઝમ પર પ્રકાશનું કિરણ આપાત કરવામાં આવે છે. તો પિલાજન કોણ શોધો.

$$\delta_m = (\mu - 1)A$$
$$= (1.5 - 1)A \Rightarrow (0.5) \times 5^\circ$$
$$\delta_m \Rightarrow 2.5$$

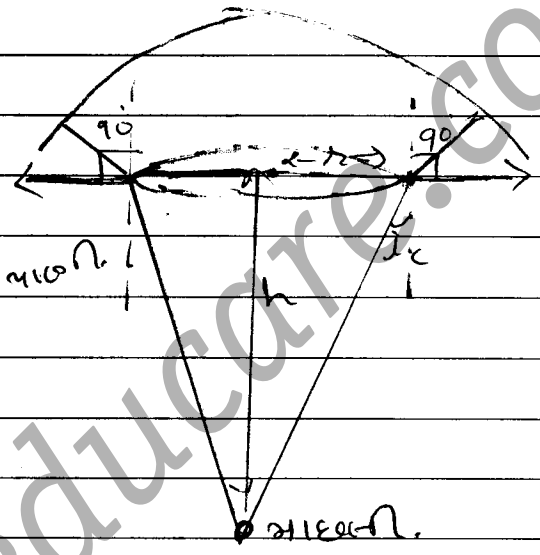
ઉદા: 5° પ્રિઝમકોણનાં પ્રિઝમ પર સફેદ પ્રકાશ આપાત કરવામાં આવે છે. તો કોણીય પિલાજન શોધો.
($\mu_v = 1.659$ & $\mu_r = 1.641$)

↳ $\theta = (\mu_v - \mu_r)A$
$$= (0.018) \times 5^\circ \Rightarrow \frac{18 \times 5}{1000} \Rightarrow 0.9$$

DATE

⇒ પૂર્ણ આંતરિક પરાવર્તન આધારિત પ્રશ્નો:

Q:1. પાણીની સપાટીથી h ઊંડાઈએ રહેલી માછલી શંકુ દ્વારા મહત્તમ આકાશ જોવા ઇચ્છે છે. તો શંકુની ત્રિજ્યા શોધો.

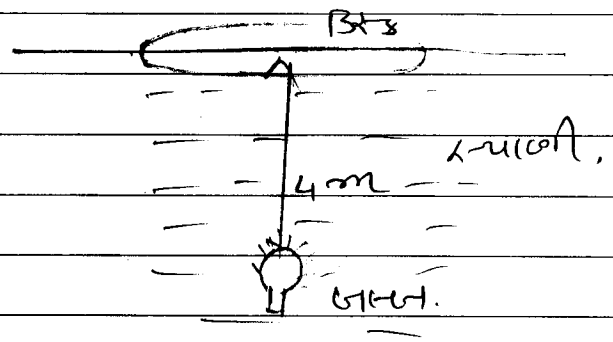


Ans. $\sin i_c = \frac{1}{\mu} \Rightarrow \frac{r}{\sqrt{h^2+r^2}}$

$h^2 + r^2 = (\mu r)^2$

$\therefore \boxed{r = \frac{h}{\sqrt{\mu^2-1}}}$

Q:2 પાણીની સપાટીથી 4 m ઊંડાઈ પર બલ્બ મુકેલો છે અને સપાટી પર Bસ્ક મુકેલ છે. તો Bસ્કની ત્રિજ્યા શોધો જેથી પ્રકાશ બહાર ન જાવે. ($\mu = 5/3$).



$r = \frac{h}{\sqrt{\mu^2-1}}$

$\Rightarrow \frac{4}{\sqrt{(\frac{5}{3})^2-1}}$

$r \Rightarrow 3$ મીટર

Q:3 હવામાં ગતિ કરતું પ્રકાશ કિરણ કાચમાં દાખલ થાય છે. કાચની રિફ્રેક્ટીવ ઇન્ડેક્ષ μ અને જાડાઈ t છે. તો પ્રકાશને કાચમાંથી પસાર થવા લાગતો સમય શોધો.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

↳ $\mu = \frac{c}{v} \Rightarrow \frac{c}{t} \times$ સમય

$\therefore$ સમય $\Rightarrow \frac{\mu t}{c}$ (t = ભડાઈ)

પ્રિઝમનાં સમૂહ:

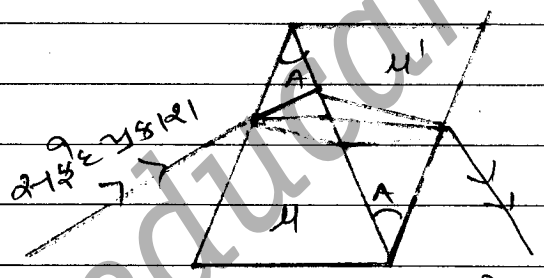
① વિભાજન (વગર વિચલને):

↳ વિચલન ન થાય તે માટે,

$\delta = 0$

$\delta_1 - \delta_2 = 0$

$(\mu_y - 1)A + (\mu'_y - 1)A' = 0$



આકૃતિ - 1.

$(\mu_y - 1)A = -A'(\mu'_y - 1)$

$\therefore \boxed{\frac{A}{A'} = \frac{-(\mu'_y - 1)}{(\mu_y - 1)}}$

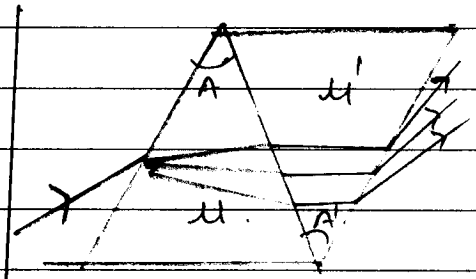
② વિચલન (વિભાજન ન થવુ જોઈએ):

આકૃતિ ① પરથી,

વિભાજન ન થાય તે માટે

$\theta = 0$

$\theta_1 + \theta_2 = 0$



આકૃતિ - 2

આકૃતિ ② પરથી,

$(\mu_v - \mu_r)A + (\mu'_v - \mu'_r)A' = 0$

$\therefore \boxed{\frac{A}{A'} = \frac{-(\mu'_r - \mu'_v)}{(\mu_r - \mu_v)}}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

વક્ર સપાટીથી વક્રીભવન

↳ ગોળાકાર સપાટી: ગોળાનો નાનો ભાગ કાપવામાં આવે છે જે બે માધ્યમોને અલગ કરે છે.

લેન્સનાં પ્રકાર:

① અંતર્ગોળ

R = (−)
Med = 1
માધ્યમ =

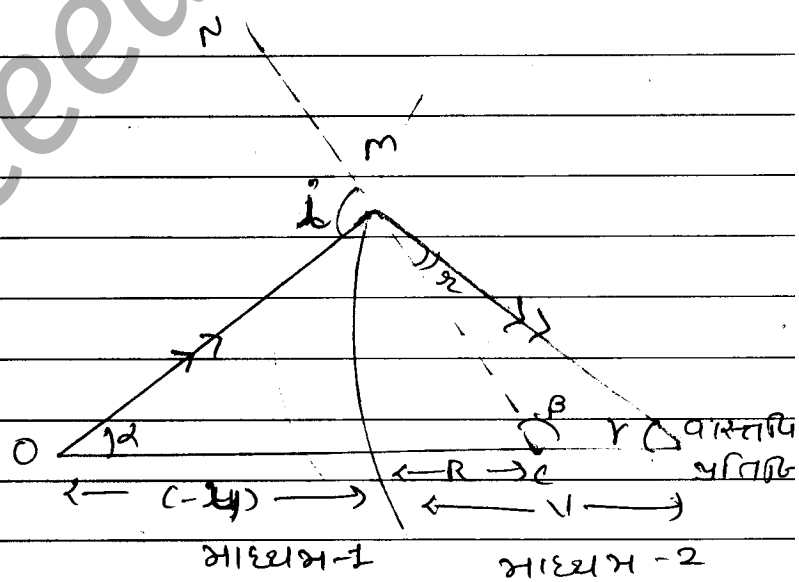
R(+)
માધ્યમ = 2

② બહિર્ગોળ

R = (−)
માધ્યમ = 1

R = (+)
માધ્યમ = 2

↳ વક્રીભવન સૂત્ર:



સ્નેલનો નિયમ:

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

જો i અને r નાનાં હોય તો

$\sin i = i$ & $\sin r = r$

$\mu = \frac{i}{r}$ ∴ $i = \mu r$ —①

ΔMOC માં

$i = \alpha + \beta$.

ΔMCI માં,

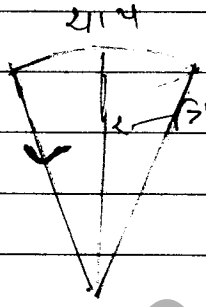
$\beta = r + \gamma \Rightarrow r = (\beta - \gamma)$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

(1) માં મુકતાં

$$\alpha + \beta = \mu(\beta - \gamma) \quad -(2)$$



કોણ = $\frac{\text{ચાપ}}{\text{ત્રિજ્યા}}$

$$\alpha = \frac{MP}{-u}, \quad \beta = \frac{MP}{R}$$

$$\gamma = \frac{MP}{v}$$

(2) માં મુકતાં,

$$\frac{MP}{-u} + \frac{MP}{R} = \mu\left(\frac{MP}{R} - \frac{MP}{v}\right)$$

$$-\frac{1}{u} + \frac{1}{R} = \frac{\mu}{R} - \frac{\mu}{v}$$

$$\therefore \frac{\mu}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{R}(\mu - 1)$$

$$\therefore \boxed{\frac{\mu}{v} - \frac{1}{u} = \frac{(\mu - 1)}{R}}$$

જો વસ્તુનું પ્રતિબિંબ તેની જ બાજુ હોય તો તે આભાસી હોય પરંતુ સામેની બાજુ તે વાસ્તવિક હોય.

અહીં $\mu = \mu_2 / \mu_1$

$$\therefore \frac{\mu_2/\mu_1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{(\mu_2/\mu_1 - 1)}{R}$$

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

Q: 10 cm ત્રિજ્યાની અંતર્ગોળ સપાટી હવા અને કાચને અલગ કરે છે. જો વસ્તુને હવામાં 20 cm અંતરે મુકવામાં આવે તો પ્રતિબિંબનું સ્થાન અને પ્રકાર શોધો.

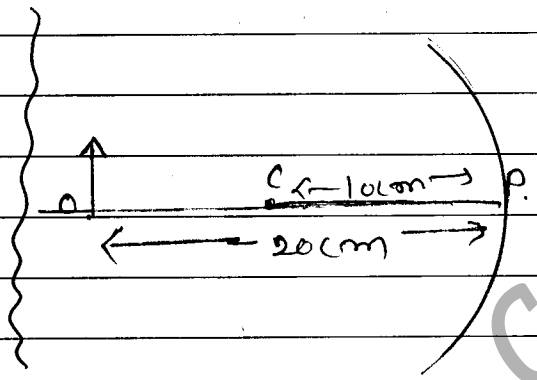
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ $u = -20\ cm$

$R = -10\ cm$

↓ કિરણ



$\mu_1 = 1, \mu_2 = \frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{1.5}{1} \Rightarrow 1.5$

$\frac{\mu}{v} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R}$

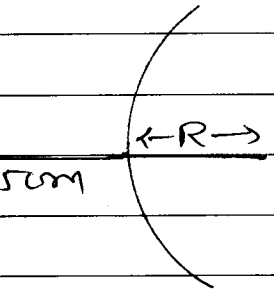
↳ $\frac{1.5}{v} - \frac{1}{(-20)} = \frac{1.5-1}{(-10)}$

↳ $\frac{1.5}{v} = \frac{-1}{20} - \frac{1}{10}$.

↳ $\frac{1.5}{v} = \frac{-1}{10}$ ⟹ $\boxed{v = -15\ cm}$

Q: 10 cm ત્રિજ્યાની અરિણાળ સપાટી હવા અને કાચને અલગ કરે છે. વસ્તુ હવામાં 15 cm અંતરે છે. તો પ્રતિબિંબનું અંતર અને સ્વભાવ શોધો.

↳ $u = -15\ cm, \quad R = +10\ cm$



$\mu = 1, \mu_2 = \frac{\mu_2}{\mu_1} = \frac{1.5}{1} = 1.5$

$\frac{\mu}{v} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R}$

$\frac{1.5}{v} - \frac{1}{(-15)} = \frac{1.5-1}{10}$

↳ $\frac{1.5}{v} = \frac{5}{100} + \frac{1}{15} \quad \Rightarrow 1.5 = \frac{1}{v} \quad \frac{1}{20} - \frac{1}{15}$

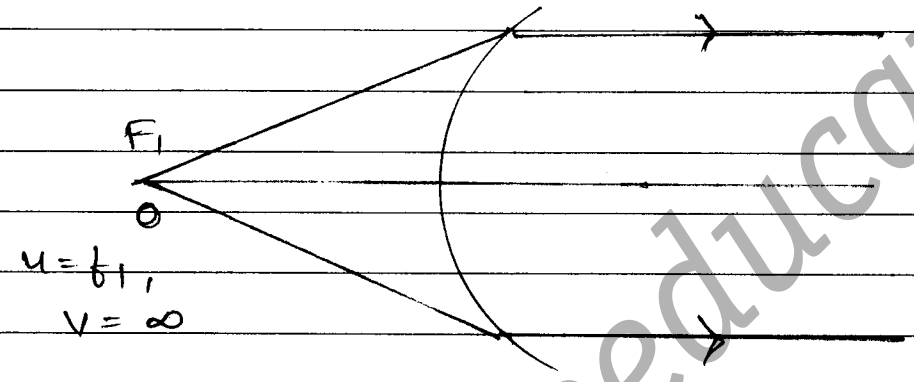
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$V = -90$ cm ⇒ આભાસી પ્રતિબિંબ

મુખ્ય કેન્દ્ર :-

(1) પ્રથમ મુખ્ય કેન્દ્ર : (F_1) : મુખ્ય અક્ષ પરનું એવું બિંદુ કે જ્યાં વસ્તુ મૂકીએ તો પ્રતિબિંબ અનંત અંતરે મળે.

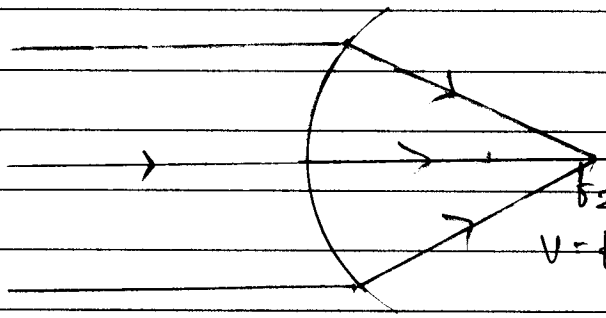


$$\frac{\mu}{V} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R} \Rightarrow \frac{\mu}{\infty} - \frac{1}{f_1} = \frac{\mu - 1}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{-1}{f_1} = \frac{\mu - 1}{R}$$

$$\therefore \boxed{f_1 = \frac{-R}{(\mu - 1)}}$$

(2) દ્વિતીય મુખ્ય કેન્દ્ર : (f_2) : મુખ્ય અક્ષ પરનું એવું બિંદુ કે અનંત અંતરે વસ્તુને મૂકતાં તેનું પ્રતિબિંબ આ બિંદુ પર મળે.



www.scienceeducare.com

$$\frac{\mu}{v} - \frac{1}{u} = \frac{\mu-1}{R} \Rightarrow \frac{\mu}{f_2} - \frac{1}{\infty} = \frac{\mu-1}{R}$$

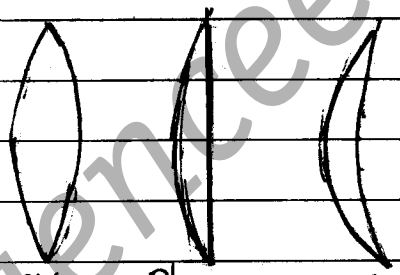
$$\therefore \boxed{f_2 = \frac{\mu R}{\mu-1}}$$

f_1 અને f_2 વચ્ચેનો સંબંધ

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{-1}{\mu} \Rightarrow \boxed{f_2 = -\mu f_1}$$

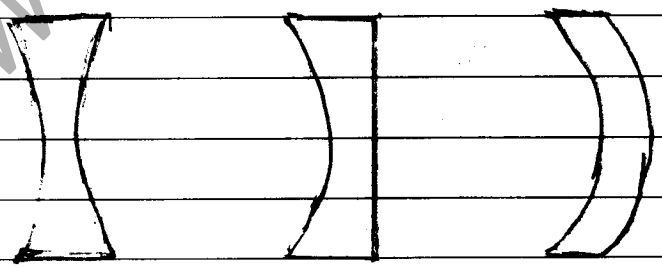
↳ લેન્સ: બે સમતલમાં કે ગોળાકાર સપાટી ધરાવતું પારદર્શક માધ્યમ છે.

(1) બહિર્ગોળ લેન્સ:



Biconvex Plano convex Memiscus.

(2) અંતર્ગોળ લેન્સ:

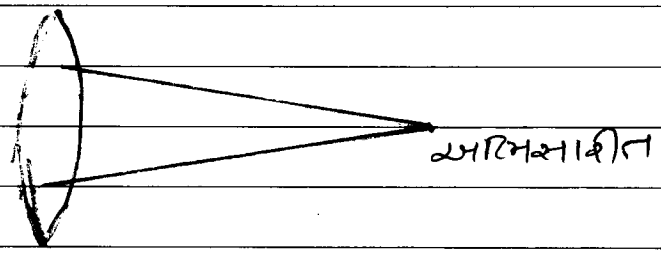


www.scienceeducare.com

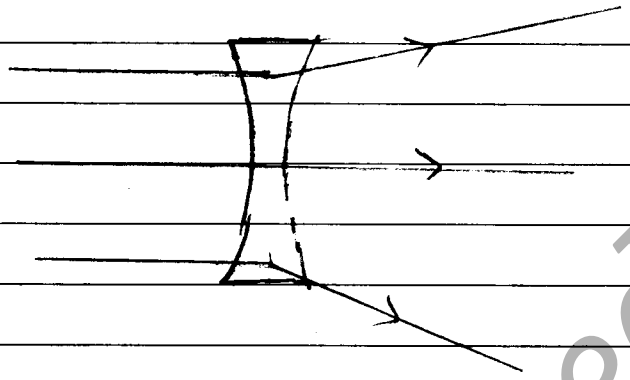
SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

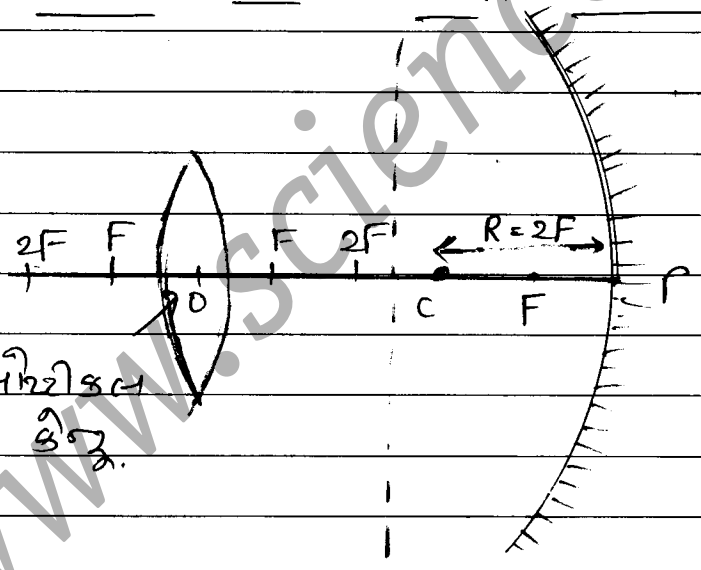
⇒ અભિસારી લેન્સ :



⇒ અપસારી લેન્સ :



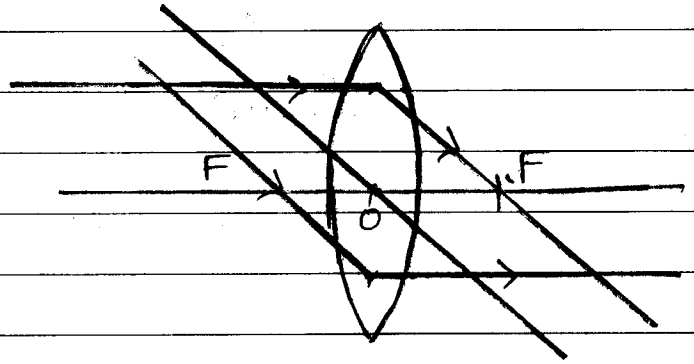
અરિસા અને લેન્સ વચ્ચેનો તફાવત :



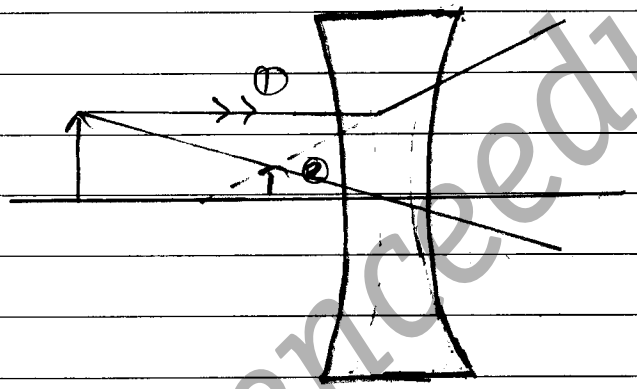
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

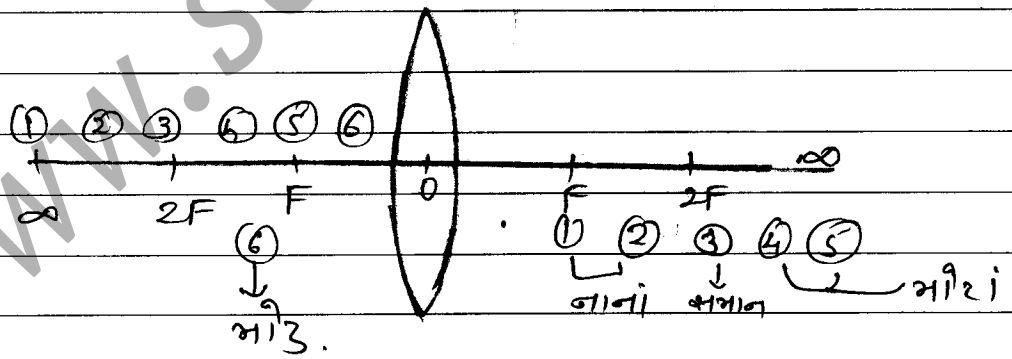
⇒ પ્રતિબિંબ બનવા માટેનાં નિયમો:



અંતર્ગોળ લેન્સથી બનતું પ્રતિબિંબ:



બહિર્ગોળ લેન્સથી બનતાં પ્રતિબિંબ:



ઊલટા અને નીચા.

વાસ્તવિક, ઊંધા

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

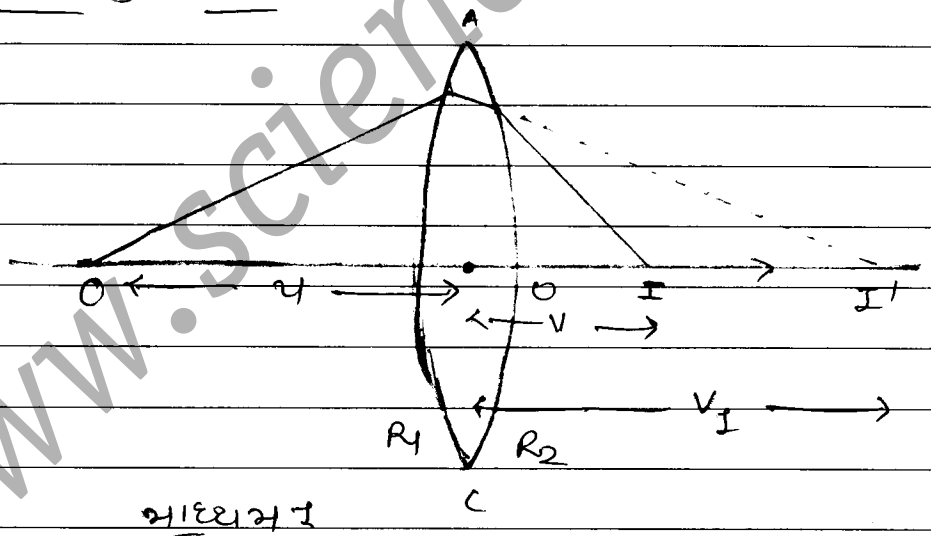
Q: બહિર્ગોળ લેન્સની સામે રહેલી વસ્તુનું પ્રતિબિંબ આ
= લેન્સથી કેટલા ન્યુનતમ અંતરે મળે?
↳ 4F (વસ્તુ 2F પર)

Q: બહિર્ગોળ લેન્સથી વસ્તુનું પ્રતિબિંબ સમાન કદનું મેળવવું
તો વસ્તુ કયાં મુકવી જોઈએ?
↳ 2F પર

Q: બહિર્ગોળ લેન્સથી આભાસી પ્રતિબિંબ મેળવવા વસ્તુ કયાં
મુકવી જોઈએ?
↳ F અને ધ્રુવ્રીકાન કેન્દ્ર વચ્ચે.

Q: જો બહિર્ગોળ લેન્સની સામે આભાસી વસ્તુ મુકેલ હોય
= તો તેનું પ્રતિબિંબ કેવું હોય?
↳ વાસ્તવિક, ઊલટું, નાનું

લેન્સનું સૂત્ર:



આકૃતિ 1

↳ બે સપાટી ABC અને ADC જેની ત્રિજ્યા અનુક્રમે R_1 અને R_2 છે તેનાથી બનેલો લેન્સ ધારો. લેન્સની સામે મુકેલા કોઈ પદાર્થનું પ્રતિબિંબ પ્રથમ સપાટી દ્વારા I મળે છે. એ I બીજી સપાટી માટે વસ્તુ તરીકે વર્તે અને અંતિમ

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

પ્રતિબિંબ I મળે.

↳ પિનાજન સૂત્ર:

$$\frac{\mu}{v} - \frac{1}{u} = \frac{\mu - 1}{R}$$

ABC સપાટી

$$\frac{{}_1\mu_2}{v_1} - \frac{1}{u} = \frac{{}_1\mu_2 - 1}{R_1} \quad -(1)$$

ADC સપાટી

$$\frac{{}_2\mu_1}{v} - \frac{1}{v_1} = \frac{{}_2\mu_1 - 1}{R_2}$$

$$\frac{1/{}_1\mu_2}{v} - \frac{1}{v_1} = \frac{1/{}_1\mu_2 - 1}{R_2}$$

${}_1\mu_2$ દ્વારા ગુણતાં,

$$\frac{1}{v} - \frac{{}_1\mu_2}{v_1} = \frac{1 - {}_1\mu_2}{R_2} \quad -(2)$$

↳ (1) અને (2) નો સરવાળો કરતાં,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = ({}_1\mu_2 - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right] \quad -(3)$$

જ્યારે $u = \infty$ અને $v = f$ ત્યારે

$$\frac{1}{f} - \frac{1}{\infty} = ({}_1\mu_2 - 1)\left[\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right] \quad -(4)$$

↳ (3) અને (4) પરથી,

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

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

ઉદા: 15 cm કેન્દ્રાંતરનાં બહિર્ગોળ લેન્સથી 10 cm અંતરે પદાર્થ મુકતા કે. પ્રતિબિંબનું સ્થાન અને પ્રકાર જણાવો.

ઉ $u = -10$ cm, $f = +15$ cm

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{v} - \frac{1}{(-10)}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{2-3}{30} \Rightarrow v = -30 \text{ cm}$$

પ્રતિબિંબ આભાસી

કેન્દ્રાંતરનો લેન્સ પર આધાર:

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

(1) લેન્સનાં દ્રવ્ય પર

$$\frac{1}{f} \propto \mu$$

$$f \propto \frac{1}{\mu}$$

$\mu_{\text{પડમક}} < \mu_{\text{તાજ}}$

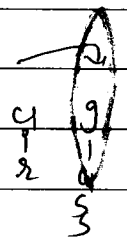
(2) આપાત પ્રકાશનાં રંગ પર

$$\frac{1}{f} \propto \mu \propto \frac{1}{\lambda}$$

$$f \propto \lambda$$

$f_{\text{લાલ}}$ = મહત્તમ $f_{\text{જાંબલી}}$ = ન્યૂનતમ

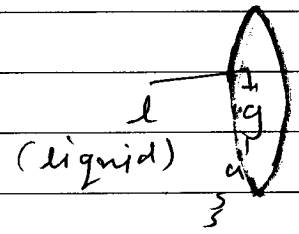
(3) બાજુ માધ્યમ પર.



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

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com



$$\frac{1}{f_l} = ({}_lM_g - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

બંનેનો ગુણોત્તર લેતાં

$$\frac{1/f_a}{1/f_l} = \frac{{}_aM_g - 1}{{}_lM_g - 1}$$

$$\frac{f_l}{f_a} = \frac{{}_aM_g - 1}{{}_lM_g - 1}$$

$$\left({}_lM_g = \frac{{}_aM_g}{{}_aM_l}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{{}_aM_g - 1}{\frac{{}_aM_g}{{}_aM_l} - 1}$$

$$\boxed{\frac{f_l}{f_a} \Rightarrow \frac{{}_aM_l\,({}_aM_g - 1)}{({}_aM_g - {}_aM_l)}}$$

$$\boxed{f_l = \frac{{}_aM_l\,({}_aM_g - 1)}{({}_aM_g - {}_aM_l)} \cdot f_a}$$

તારણો:

(i) લેન્સને પ્રવાહીમાં ડુબાડતાં, કેન્દ્રલંબાઈ વધે છે.

(ii) જ્યારે ${}_aM_g > {}_aM_l$ (અંદર > બહાર)

અંતર્ગોળ = અંતર્ગોળ

બહિર્ગોળ = બહિર્ગોળ

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

(iii) જ્યારે $\mu_g < \mu_1$ (અંદર < બહાર)
પ્રકાર વિરુદ્ધ થાય.
અંતર્ગોળ ⇌ બહિર્ગોળ

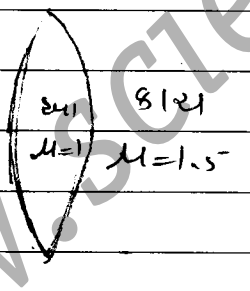
(iv) જ્યારે $\mu_g = \mu_1$
$f_1 = \infty$
સમતલ સપાટી.

ex: કાચથી બનેલા 8 cm ત્રિજ્યાનો બહિર્ગોળ લેન્સ હવામાં છે. તેને પાણીમાં ડુબાડતાં તેની નવી કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.

Sol: $f = \frac{\mu_g - 1}{\mu_g - \mu_2} \times \mu_2 \times f_1$

$\Rightarrow \frac{3/2 - 1}{3/2 - 4/3} \times \frac{4}{3} \times 8 \Rightarrow \frac{32 \text{ cm}}{=}$

ex: કાચમાં રહેલ હવાનો પરપોટો કયા લેન્સ તરીકે વર્તે છે.

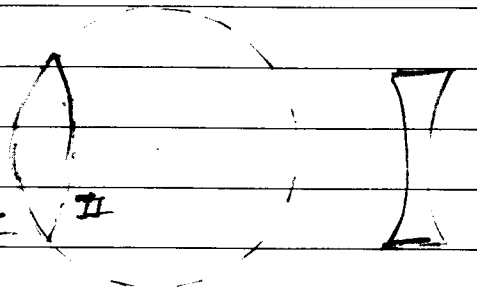


અંદર < બહાર
સ્વભાવ વિરોધી
∴ અંતર્ગોળ લેન્સ.

4) વક્રતા ત્રિજ્યા પર :

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

Biconvex = $R_1 = (+)$, $R_2 = (-)$



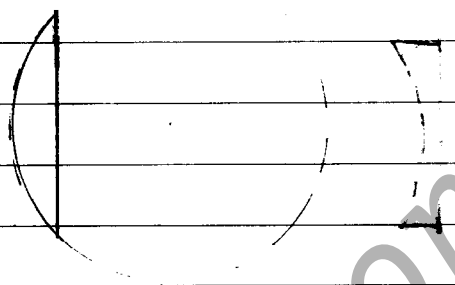
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

Plano અંતર્ગોળ = $R_1 (+\infty)$ $R_2 (-)$

Concave convex = $R_1 (+)$
(બહિર્ગોળ અંતર્ગોળ) $R_2 (+)$

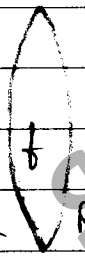


Biconcave = $R_1 (-)$
(દ્વિઅંતર્ગોળ) $R_2 (+)$

Plano concave = $R_1 (-)$
$R_2 = \infty$

Q: = f કેન્દ્રાંતરનાં બહિર્ગોળ લેન્સનાં બે સમાન ભાગ કરવામાં આવે છે.
(1) મુખ્ય અક્ષને સમાંતર અને (2) મુખ્ય અક્ષને લંબ. તો નવી કેન્દ્ર લંબાઈ.

Ans.



$$\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{+R} - \frac{1}{-R}\right]$$

$$= (\mu - 1)\left(\frac{2}{R}\right)$$

$$\boxed{f = \frac{R}{2(\mu - 1)}}$$

↳ મુખ્ય અક્ષને સમાંતર:

પ્રકાશ સમાન
તેથી કેન્દ્રાંતર સમાન રહે.

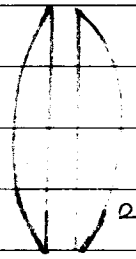
↳ મુખ્ય અક્ષને લંબ:

$$\frac{1}{f'} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{+R} - \frac{1}{\infty}\right]$$

www.scienceeducare.com

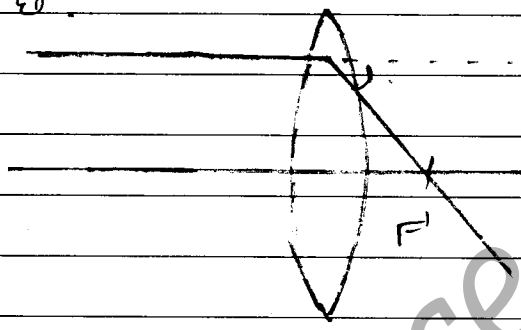
$= (\mu - 1) \frac{1}{R}$

$$f' = \frac{R}{(\mu - 1)} = 2f$$



લેન્સનો પાવર : પ્રકાશનાં કિરણને તેનાં માર્ગથી વિચલિત કરવાની લેન્સની શક્તિ.

સમગોલનો પાવર શૂન્ય હોય કારણ કે તે પ્રકાશનાં કિરણોને વિચલિત કરતાં નથી પરંતુ તેની તીવ્રતા વધારે છે.



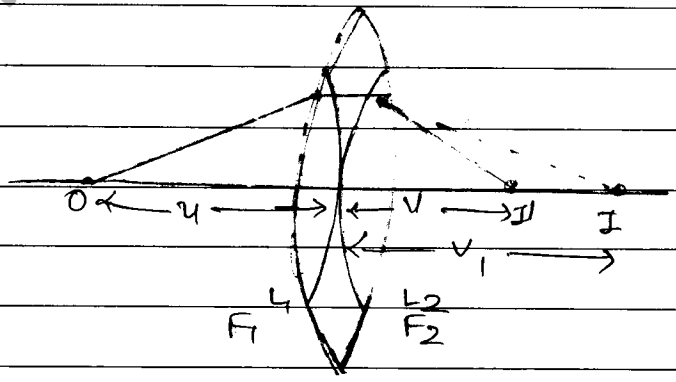
$P = \frac{1}{f \text{ (મીટર)}}$

$P = \frac{100}{f \text{ cm}}$

એકમ: ડાયોપ્ટર (D)

સંપર્કમાં રહેલા બે લેન્સની સમતુલ્ય કેન્દ્રલંબાઈ:

F_1 અને F_2 કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતાં બે લેન્સ L_1 અને L_2 ને સંપર્કમાં રાખો. લેન્સની સામે મૂકેલ કોઈ વસ્તુનું પ્રથમ લેન્સ દ્વારા પ્રતિબિંબ I બને છે જે બીજા લેન્સ માટે વસ્તુ તરીકે કાર્ય કરશે અને અંતિમ પ્રતિબિંબ I મળશે.



www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

લેન્સનું સૂત્ર,

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

લેન્સ L_1,	લેન્સ L_2
$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{v_1} - \frac{1}{u}$	$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{v} - \frac{1}{v_1}$

સરવાળો કરતાં,

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

જો આપેલ લેન્સની સંયુક્ત કેન્દ્રાંતર F હોય તો,

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u} \quad - (2)$$

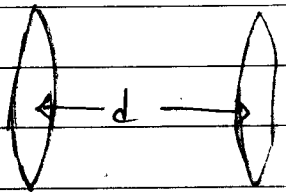
(1) અને (2) પરથી,

$$\boxed{\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}} \qquad \boxed{P = P_1 + P_2}$$

↳ બે લેન્સ વચ્ચેનું અંતર d હોય તો,

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$$

$$\boxed{P = P_1 + P_2 - dP_1P_2}$$

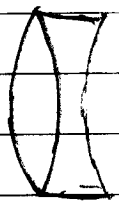


Q: બહિર્ગોળ લેન્સ અને અંતર્ગોળ લેન્સ બંનેની કેન્દ્રાંતર સમાન છે ($f = 25\ cm$). તેમને સંપર્કમાં મુકેલા છે તો સંયુક્ત પાવર શોધો.

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

$\Rightarrow \frac{1}{25} + \frac{1}{-25} \Rightarrow \frac{1}{f} = 0$

$\therefore \boxed{P = 0}$



www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

Q: બે પાતળા લેન્સ સંપર્કમાં છે તેમની સંયુક્ત કેન્દ્રાંતર 80 cm છે. જો એક લેન્સની કેન્દ્રાંતર 20 cm હોય તો 2nd લેન્સનો પાવર શોધો.

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

$\frac{1}{80} = \frac{1}{20} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{80} - \frac{1}{20} \Rightarrow -3/80$

$\therefore f_2 = \frac{-80}{3}$ cm

$P_2 = \frac{-300\,D}{80} \Rightarrow -3.75\,D$.

Q: 20 cm કેન્દ્રાંતરનો બહિર્ગોળ લેન્સ અંતર્ગોળ લેન્સની સામે 5 cm અંતરે મુકેલ છે. બહિર્ગોળ લેન્સ પર સમાંતર કિરણો એવી રીતે આપાત કરવામાં આવે જેથી તે સમાંતર રીતે અંતર્ગોળમાંથી બહાર આવે છે. તો અંતર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રાંતર શોધો.

= $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2}$

(સમાંતર આપાત અને સમાંતર જ બહાર આવતાં હોવાથી પરિણામ શૂન્ય $\therefore P=0 \therefore \frac{1}{f}=0$)

$0 = \frac{1}{20} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{20 f_2}$

$\therefore \frac{d}{20 f_2} = \frac{f_2 + 20}{20 f_2}$

$\therefore d = f_2 + 20$

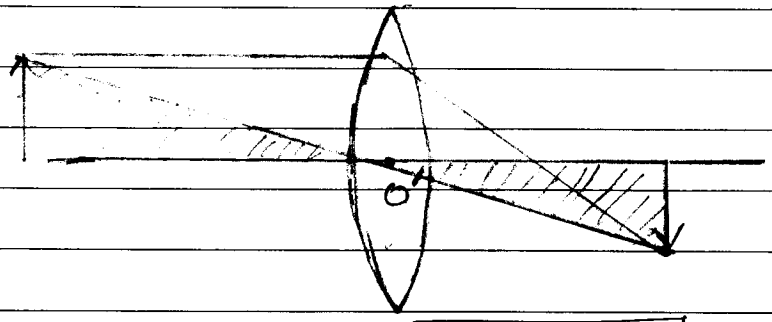
$f_2 = 5 - 20$

$f_2 \Rightarrow -15$ cm

વૈધીય પરિભાષા:

$m = \frac{\text{પ્રતિબિંબનું કદ}}{\text{વસ્તુનું કદ}} = \frac{I}{O}$

www.scienceeducare.com



$$\frac{O}{u} = \frac{I}{v} \Rightarrow \boxed{\frac{I}{O} = \frac{v}{u}}$$

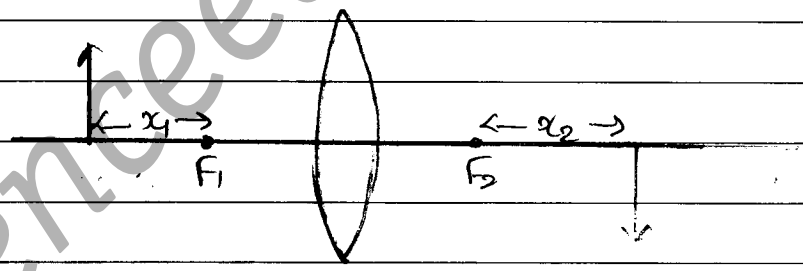
લેન્સનું સૂત્ર

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u} \Rightarrow \boxed{m = \frac{f}{f+u} \Rightarrow \frac{f-v}{f}}$$

ન્યૂટનનું સૂત્ર:

$$f = \sqrt{x_1 x_2}$$

$$\boxed{f_1 \cdot f_2 = x_1 x_2}$$



- આ વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ માટે જ લાગુ પડે છે માત્ર બહિર્ગોળ લેન્સથી મળે છે.
- લેન્સનાં ઉપયોગો:

(1) વસ્તુની દૃશ્ય મોટી દૂર કરવા
(2) માઇક્રોસ્કોપ અને ટેલિસ્કોપમાં
(3) કેમેરા
(4) ફિલ્મ પ્રોજેક્ટર

Q: બહિર્ગોળ લેન્સનાં પ્રથમ કેન્દ્ર (F_1)થી કેટલા અંતરે મુકેલી વસ્તુનું પ્રતિબિંબ દ્વિતીય કેન્દ્ર (F_2)થી 2 cm અંતરે મળે છે. તો લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

$f_1 \cdot f_2 = x_1 x_2$

$f = \sqrt{x_1 \times x_2} \rightarrow \sqrt{9 \times 25}$

$\boxed{f \Rightarrow 15\,cm}$

Q: 1 ઇંચ અંતરે રહેલ વસ્તુને બહિર્ગોળ લેન્સથી જોવામાં આવે છે. જો તેનું પ્રતિબિંબ સીધું અને 5 ગણું મોટું જોઈએ તો લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.

$5 = \frac{f}{f+1}$

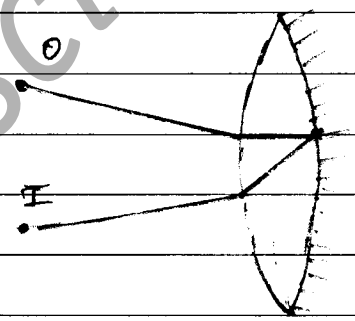
$\therefore 5f = f - 5$

$\therefore -4f = 5$

$-f = 5/4 \Rightarrow -1.25$

$\boxed{f = -1.25}$

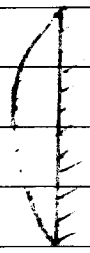
જ્યારે લેન્સની એક સપાટી ચમકતી (Polished) હોય:



1 પરાવર્તન + 2 વક્રીભવન

$\therefore \boxed{\frac{1}{f'} = \frac{1}{f_m} + \frac{2}{f}}$

(i) Plano convex લેન્સની સમતલ સપાટી ચમકતી હોય તો.



$f_m = \infty$

$\frac{1}{f'} = \frac{1}{\infty} + 2/f$

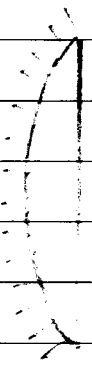
$\therefore \boxed{\frac{1}{f'} = 2/f}$

અંતર્ગોળ અરિસો.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

(2) Plano Convex લેન્સની વક્ર સપાટી ગોળ હોય તો



$f_m = R/2$

$f = \frac{R}{\mu - 1}$

$\frac{1}{f'} = \frac{2}{R} + \frac{2(\mu-1)}{R}$

$\therefore \boxed{f' = \frac{R}{2\mu}}$

અંતર્ગોળ અરિસો.

(3) દ્વિનતિગોળ લેન્સની એક સપાટી ગોળ હોય.

$f_m = R/2$

$f = \frac{R}{2(\mu-1)}$

$\frac{1}{f'} = \frac{2}{R} + \frac{2 \cdot 2(\mu-1)}{R}$

$\boxed{f' = \frac{R}{4\mu - 2}}$ અંતર્ગોળ અરિસો.

Q: 1.5 વક્રીભવનાંક ધરાવતાં Plano બહિર્ગોળ લેન્સની વક્રસપાટીની ત્રિજ્યા 30 cm છે. જો વક્રસપાટી ગોળ હોય તો અંતર્ગોળ અરિસાની કેન્દ્ર અંતર શોધો.

→ $f' = \frac{R}{2\mu} \Rightarrow \frac{30}{2 \times 1.5} \Rightarrow \underline{10\ cm}$

Q: Plano બહિર્ગોળ લેન્સની સમતલ સપાટી ચમકતી હતાં તો અંતર્ગોળ અરિસા તરીકે વર્તે છે. તો લેન્સની કેન્દ્ર અંતર શોધો.

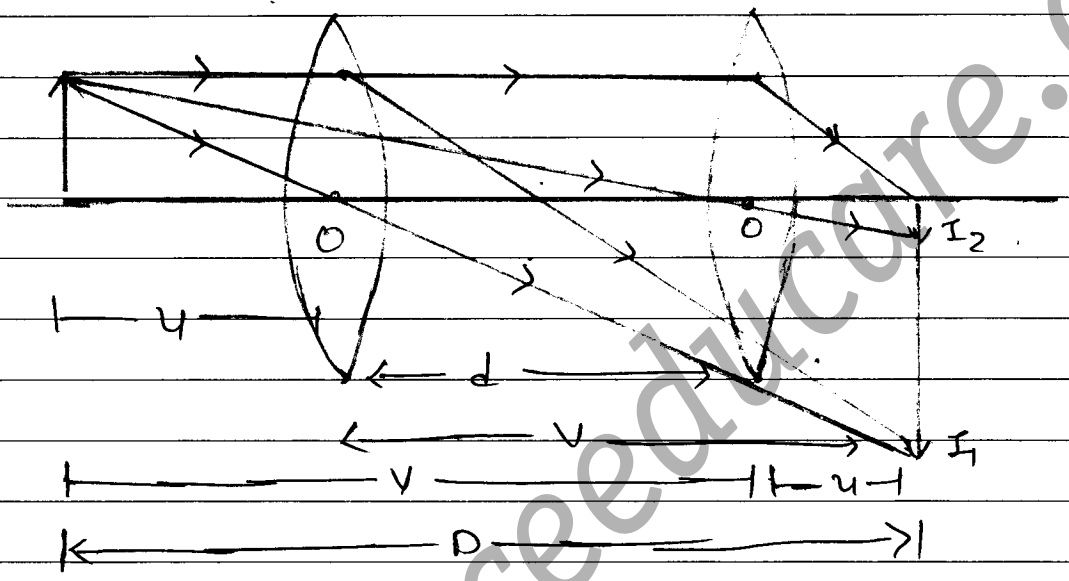
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

↳ $f' = f/2$

$10 = f/2$ $\Rightarrow \boxed{f = 20\ cm}$

સ્થાનાંતર રીત દ્વારા બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રાંતર શોધવા :-



સિદ્ધાંત : Conjugate Foci

$D > 4f$

સૂત્ર : $\boxed{f = \frac{D^2 - d^2}{4D}}$

નોંધ :-

① આ બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રાંતર શોધવાની સૌથી સારી રીત.

② $m_1 = \frac{I_1}{O} = \frac{V}{u}$

$m_2 = \frac{I_2}{O} = \frac{u}{V}$

ગુણાકાર કરતાં, $\frac{I_1}{O} \times \frac{I_2}{O} \Rightarrow \frac{V}{u} \times \frac{u}{V}$ $\Rightarrow \boxed{O = \sqrt{I_1 \cdot I_2}}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

(3) $f_1 = \frac{d}{m_1 - m_2}$

(4) $f = \frac{m \cdot D}{(1+m)^2}$

Q: 100 cm અંતરે રહેલી વસ્તુનું વાસ્તવિક પ્રતિબિંબ મેળવવા બહિર્ગોળ લેન્સનો ઉપયોગ થાય છે. જો લેન્સને 20 cm સ્થાનાંતરીત કરવામાં આવે તો નાનુ પ્રતિબિંબ મળે છે. તો f શોધો.

= d = 20 cm, D = 100 cm

$\frac{D^2 - d^2}{4D} = f$

$f = \frac{(100)^2 - (20)^2}{4 \times 100} \Rightarrow \frac{9600}{400} \Rightarrow 24 \text{ cm}$

Q: બહિર્ગોળ લેન્સની સામે રહેલ વસ્તુનું પ્રતિબિંબ 36 cm કદનું મળે છે. હવે લેન્સને ખસેડતા પ્રતિબિંબ 4 cm નું મળે છે. તો વસ્તુનું કદ શોધો.

$O = \sqrt{36 \times 4} \Rightarrow 6 \times 2$

$O \Rightarrow 12 \text{ cm}$

Q: બહિર્ગોળ લેન્સની સામે મુકેલી વસ્તુનું પ્રતિબિંબ વસ્તુથી 100 cm અંતરે મળે છે. જો લેન્સનું Magnification 4 હોય તો તેની ફોકસ અંતર શોધો.

$f = \frac{4 \times 100}{(1+4)^2}$

$f \Rightarrow 16 \text{ cm}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

☆ પ્રતિબિંબ અને દૃશ્યખામીઓ ☆

↳ માણસની આંખ :=

(i) તે બહિર્ગોળ લેન્સ પ્રમાણે છે જે સિલિકી સ્નાયુનો બનેલો હોય છે. આ લેન્સ દ્વારા વસ્તુનું વાસ્તવિક ઊંધું પ્રતિબિંબ રેટિના પર રચાય છે.

(ii) વસ્તુની સ્થિતિ પ્રમાણે લેન્સ તેનું કદ અને આકાર બદલી શકે છે.

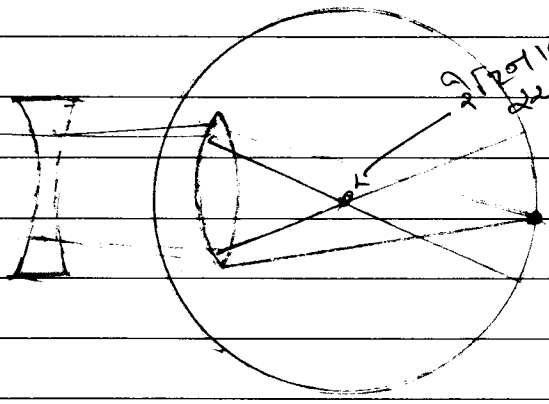
(iii) સામાન્ય આંખ માટે,
નજીકનું બિંદુ D = 25 cm, દૂરનું બિંદુ = ∞

(iv) દૂરની વસ્તુ જોવામાં આંખ ખૂબ Relax અને નજીકની વસ્તુ જોવામાં આંખ ખૂબ તણાવ અનુભવે છે.

(v) માણસની આંખનો Resolving power 1 minute છે.

↳ દૃશ્ય ખામીઓ :

(i) નજીકદૃષ્ટિ અથવા માયોપિયા : માણસ નજીકની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ જોઈ શકે પરંતુ દૂરની વસ્તુઓ સ્પષ્ટ જોઈ શકતો નથી કારણ કે પ્રતિબિંબ રેટિનાની આગળ રચાય છે. અંતર્ગોળ લેન્સનો ઉપયોગ કરી આ ખામી દૂર કરી શકાય.



www.scienceeducare.com

$u = -\infty$

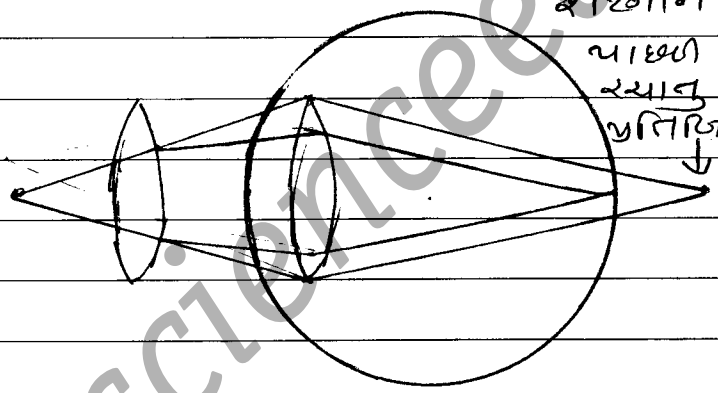
$v = -x$

માળાસની ખામીયુક્ત આંખનું દૂરનું ~~ખામીયુક્ત~~ બિંદુ.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{(-x)} - \left(\frac{-1}{\infty}\right)$$

$$\therefore \boxed{f = -x}$$

(2) ગૂરુદૃષ્ટિ or ધ્રુવપરમેટ્રોપિયા: માળાસ દૂરની વસ્તુ જોઈ શકે પરંતુ નજીકની વસ્તુ સ્પષ્ટ ન જોઈ શકે કારણ કે પ્રતિબિંબ રેટિનાની પાછળ રચાય. બહિર્ગોળ લેન્સનાં ઉપયોગથી આ ખામી દૂર થઈ શકે.



$u = -D$

$v = -x$

ખામીયુક્ત આંખની નજીકનું બિંદુ.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{-x} - \frac{1}{(-D)}$$

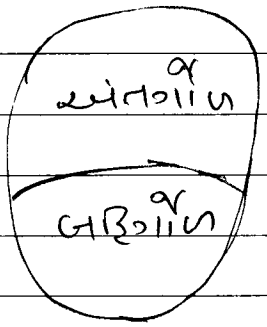
$$\therefore \boxed{f = \frac{-xD}{x-D}}$$

જ્યાં $D = 25\,cm$

(iii) Presbiopia : આ વધુ ઉંમરની વ્યક્તિમાં સર્જાતી ખામી છે જેમાં તે નજીક અને દૂર બંને વસ્તુ સ્પષ્ટ જોઈ શકતાં નથી. ટ્રિકેન્ડ્રીય લેન્સનાં ઉપયોગથી તેને સરખી કરી શકાય જેમાં નીચે બહિર્ગોળ લેન્સ અને ઉપર અંતર્ગોળ લેન્સ હોય.

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE



(iv) stigmaism : જન્મથી જ થતી આ ખામીમાં માણસ સમક્ષિતિજ અને સમલંબ સમતલમાં ખામી ફેરફાર અનુભવતો નથી. તે આંખના લેન્સનાં અસામાન્ય આકારનાં કારણે થાય છે જે નળાકાર લેન્સનાં ઉપયોગથી સરખુ કરી શકાય.

નળાકાર લેન્સ.

↳ જ્યાં સુધી દેખી શકાય છે તે V અને જે ભેપુ છે તે u હશે. અને u & V બંને ઋણ હોય.

આંખની ખામીઓ :- લેન્સની આગળ કોઇ વસ્તુ મુકેલી હોય અને તેનું પ્રતિબિંબ સરખુ ન આવે તેને aberration (માર્ગવિક્ષેપ) કહે છે.

તેનાં બે પ્રકાર છે:

(i) chromatic aberration: લેન્સ પર પડતાં પ્રકાશનાં કારણે તે સર્મય છે.

↳ તે બે પ્રકારનાં છે:

(i) રેખીય chromatic aberration: (L.C.A)

classmate

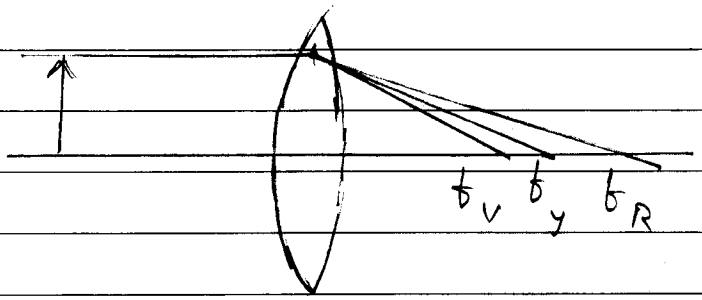
PAGE 70

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

↳ જ્યારે સફેદ પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરતી વસ્તુ મૂકીએ ત્યારે જુદા જુદા રંગનાં 7 પ્રતિબિંબ રચાય છે.

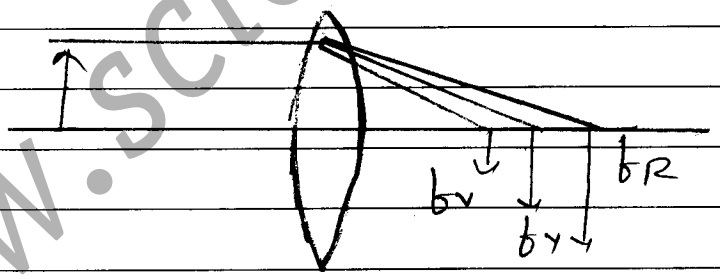


$$\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

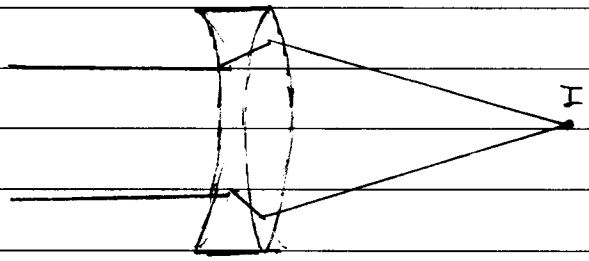
$$\frac{1}{f} \propto \mu \propto \frac{1}{\lambda} \Rightarrow \boxed{f \propto \lambda}$$

$$L.C.A \Rightarrow |f_R - f_V| \Rightarrow w.f$$

(2) અક્ષીય or lateral chromatic Aberration:
જ્યારે સફેદ પ્રકાશ ઉત્સર્જિત કરતી વસ્તુને લેન્સની સામે મૂકીએ ત્યારે તેનાં 7 જુદા જુદા રંગનાં પ્રતિબિંબ અને જુદા જુદા કદનાં મળે છે.

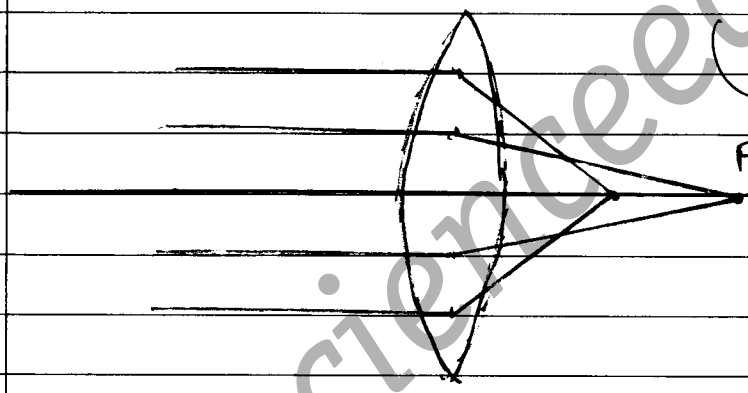


(3) Achromatic combination: chromatic પ્રકારની બંને ખામી દુર કરવા અંતર્ગાળ અને બહિર્ગાળ પ્રકારનાં જોડાણ લેન્સનો ઉપયોગ થાય છે જે વિભાજન વગર વિચલનનાં વિષમ પર કાર્ય કરે છે. જેનાથી એક વસ્તુનું એક પ્રતિબિંબ મેળવી શકાય છે.



$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{-f_1}{f_2}$$

(2) ગોળાકાર x aberration : લેન્સનાં ગોળાકાર સ્વભાવનાં કારણે તે સર્જાય છે જેમાં મુખ્ય અક્ષની નજીકનાં કિરણો અને મુખ્ય અક્ષની દૂરનાં કિરણો જુદા જુદા બિંદુએ મળતાં એક જ પદાર્થનાં 2 પ્રતિબિંબ મળે છે. Plano convex લેન્સનાં ઉપયોગથી તેનું નિવારણ થાય કેમાં સમતલ સપાટીની સામે પદાર્થ મુકવામાં આવે છે

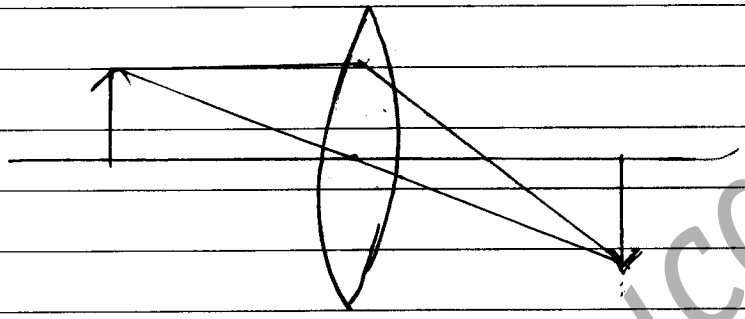


www.scienceeducare.com

DATE

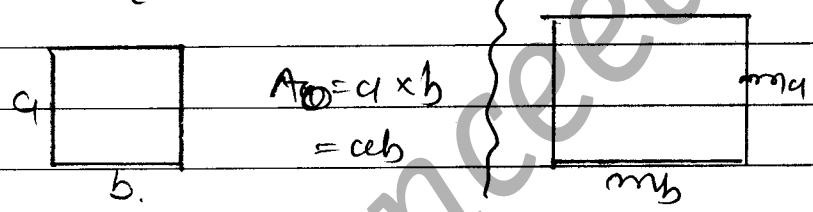
★ ઓપ્ટિકલ સાધનો ★

(i) ફિલ્મ પ્રોજેક્શન: તે બહિર્ગોળ લેન્સ ધરાવે છે જેમાં વસ્તુને F અને 2F વચ્ચે મુકવામાં આવે છે જેનાથી પડદા પર વિશાળ પ્રતિબિંબ મળે છે.



વાસ્તવિક, વિશાળ અને ઊંધુ

વિસ્તૃતીકરણ = m.



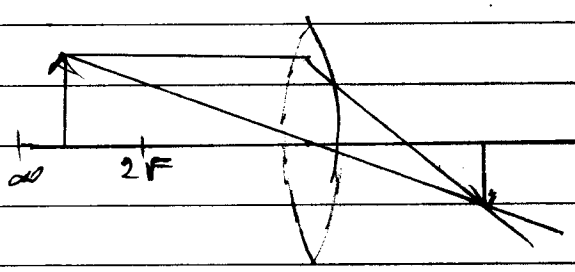
$A_O = a \times b$
$= ab$

$A_I = ma \times mb$
$= m^2 ab$

$\therefore \boxed{A_I = m^2 . A_O}$

(2) લેન્સ કેમેરા: તે બહિર્ગોળ લેન્સ ધરાવે છે જેમાં વસ્તુને 2F અને ∞ વચ્ચે મુકતાં પડદા પર નાનું પ્રતિબિંબ મળે છે.

↳ કેમેરાનું shutter ખુલીને પ્રકાશનું કિરણ પડદા પર પડે તે માટે લાગતો સમય, exposure સમય કહેવાય. જે aperture નાં ખાસ પર આધારિત છે.



$f.no = \frac{\text{કેન્દ્રલંબાઈ}}{\text{aperture ખાસ}} = f/d$

exposure સમય $\propto \frac{1}{d^2}$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

$\{(f.no)^2 \propto$ exposure સમય$\}$

Q: 10 cm કેન્ટ્રલંબાઈનાં બાઈગૉળ લેન્સનાં ઉપયોગથી 1 mm^2 ની લંબચોરસ ફિલ્મને ફિલ્મપ્રોજેક્ટરની સામે મુકેલ છે. વસ્તુ અંતર 9 cm છે. તો લેન્સનું વિસ્તૃતીકરણ અને પ્રતિબિંબનું ક્ષેત્રફળ શોધો.

↳ $m = \frac{f}{f+u} = \frac{10}{(10-9)} \Rightarrow \underline{10}$

$A_I = 10^2 \times 1 \Rightarrow \underline{100\ mm^2}$

Q: $f/_{2.8}$ ગોઠવેલ લેન્સ કેમેરો $\frac{1}{200}$ sec નો exposure સમય આપે છે જો તેને $f/_{5.6}$ ગોઠવવામાં આવે તો exposure સમય શોધો.

↳ $\frac{f}{2.8} = \frac{1}{200}$, $\frac{f}{5.6} = 1$,

$\frac{(2.8)^2}{(5.6)^2} = \frac{1/200}{t}$

$\therefore t = 4 \times \frac{1}{200} \Rightarrow 1/_{50}$ sec

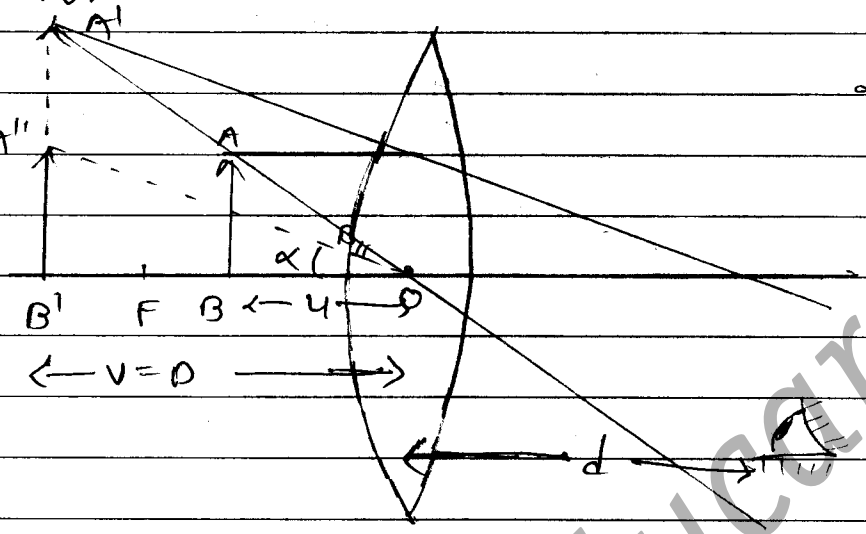
www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

DATE

★ માઇક્રોસ્કોપ :- સૂક્ષ્મ વસ્તુઓને વિશાળ જોવા માટે.

(1) સાદુ માઇક્રોસ્કોપ :- OR વિસ્તૃતીકરણ પાવર :



પ્રતિબિંબ, મોટું, વિશાળ

વિસ્તૃતીકરણ પાવર (m) ⇒ પ્રતિબિંબ દ્વારા લેન્સ પર બનતો ખૂણો / વસ્તુ દ્વારા લેન્સ પર બનતો ખૂણો

↳ વસ્તુ D પર જોઈએ ત્યારે,

⇒ β/α

⇒ $\frac{\tan\beta}{\tan\alpha}$ ⇒ $\frac{AB/u}{A'B'/D}$

$\therefore \boxed{m = D/u}$ — (1)

↳ કિસ્સો 1 : ∞ પર પ્રતિબિંબ

$u = f$

$\boxed{m = D/f}$

↳ કિસ્સો 2 : D પર પ્રતિબિંબ,

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

$1/f = 1/v - 1/u$

$\frac{1}{f} = \frac{1}{(-D)} - \frac{1}{(-u)}$ → D વડે ગુણતાં

↳ $D/f = -1 + D/u$

$D/u = 1 + D/f$

↳ ① મૂકતાં

$$\boxed{m = 1 + D/f}$$

↳ લેન્સથી d અંતરે આંખ હોય તો

$$\boxed{m = 1 + \frac{D-d}{f}}$$

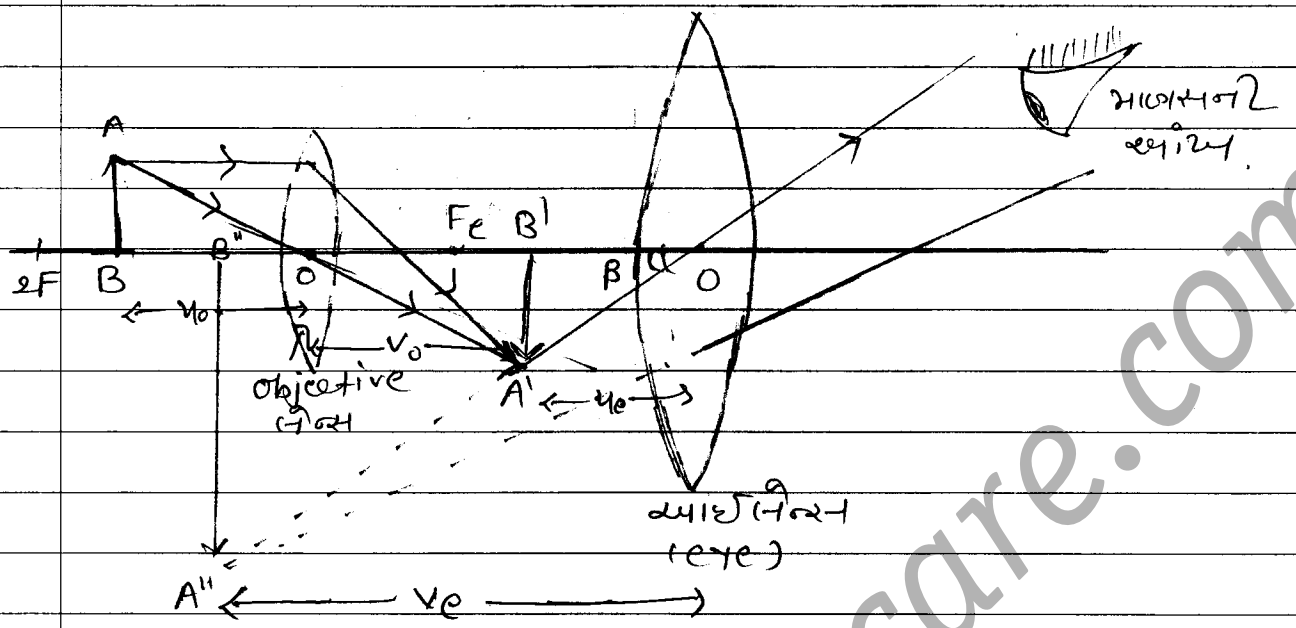
↳ ઘડિયાળીઓ લેની ઉપયોગ કરે છે.

(iii) સંયુક્ત માઇક્રોસ્કોપ : તે જે લેન્સ ધરાવે છે. આઇલેન્સ અને ઓબ્જેક્ટીવ લેન્સ. જેનાં ઓબ્જેક્ટીવ લેન્સ નાનો હોય છે.

ઓબ્જેક્ટીવ લેન્સની સામે વસ્તુ મુકવામાં આવે છે. જેનાથી વાસ્તવિક, ઊંધુ અને વિશાળ પ્રતિબિંબ મળે છે. આ તે 2nd લેન્સ માટે વસ્તુ તરીકે વર્તશે જેનાં દ્વારા આભાસી, ઊંધુ અને વિશાળ પ્રતિબિંબ મળશે.

ઓબ્જેક્ટિવ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઇ આઇપીસ કરતાં નાની હોય છે. શાળાની લેબોરેટરીમાં તે વપરાય છે. પ્રોજેક્શન લેમ્પમાં પણ વપરાય છે.

www.scienceeducare.com

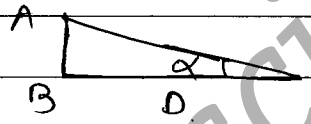


↳ વિસ્તૃતીકરણ પાવર (m) = $\frac{\text{પ્રતિબિંબ દ્વારા લેન્સ પર બનતો ખૂણો}}{\text{વસ્તુ દ્વારા લેન્સ પર બનતો ખૂણો}}$

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

જો β અને α ખૂબ નાના હોય તો $m = \frac{\tan\beta}{\tan\alpha}$

$\Rightarrow \frac{A'B'/u_e}{AB/D} \Rightarrow \frac{D}{u_e} \times \frac{A'B'}{AB}$



$\therefore \boxed{m = m_0 \times m_e}$

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

⇒ કિસ્સો I : ∞ પર પ્રતિબિંબ

$u_e = f_e$

① માં મુકતાં,

$m = \left(\frac{-v_0}{u_0}\right) \times \frac{D}{f_e}$.

ખગોળની ટ્યુબની લંબાઇ = $v_0 + f_e$.

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

કિસ્સો 2: D પર પ્રતિબિંબ

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

D વડે ગુણતાં,

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

∴ (1) માં મુકતાં,

$$m = \left(\frac{-v_o}{u_o}\right) \times \left(1 + \frac{D}{u_e}\right)$$

નળીની લંબાઈ = $v_o + u_e$.

Q: સંયુક્ત માઇક્રોસ્કોપમાં પિસ્તૂતીકરણ 95 છે. વસ્તુકેન્દ્રથી વસ્તુનું અંતર $\frac{1}{3.8}$ cm અને વસ્તુકેન્દ્રની કેટલી લંબાઈ $\frac{1}{4}$ cm હોય તો યાદચકેન્દ્રનું પિસ્તૂતીકરણ શોધો.

∴ $m = 95$ cm

$u_o = 10/38$ cm

$f_o = 1/4$ cm $\quad m_e = ?$

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

$\Rightarrow \frac{4}{1} = \frac{1}{v_o} - \frac{38}{(-10)}$

$\frac{1}{v_o} = 4 - \frac{38}{10}$

$\frac{1}{v_o} = \frac{2}{10}$

$\therefore \boxed{v_o = 5 \text{ cm}}$

$m_o = v_o/u_o \rightarrow 5/1/3.8$

$\boxed{m_o = 19}$

∴ $m = 19 \times m_e$

$95 = 19 \times m_e$

$\therefore \boxed{m_e = 5}$

www.scienceeducare.com

Q: સંયુક્ત માઇક્રોસ્કોપનો કુલ વિસ્તૃતીકરણ પાવર 35 અને ઓબ્જેક્ટીવ લેન્સનો વિસ્તૃતીકરણ પાવર 7 છે. તો આઇ લેન્સનો વિસ્તૃતીકરણ પાવર શોધો.

$m = m_o \times m_e$

$35 = 7 \times m_e \rightarrow \boxed{m_e = 5}$

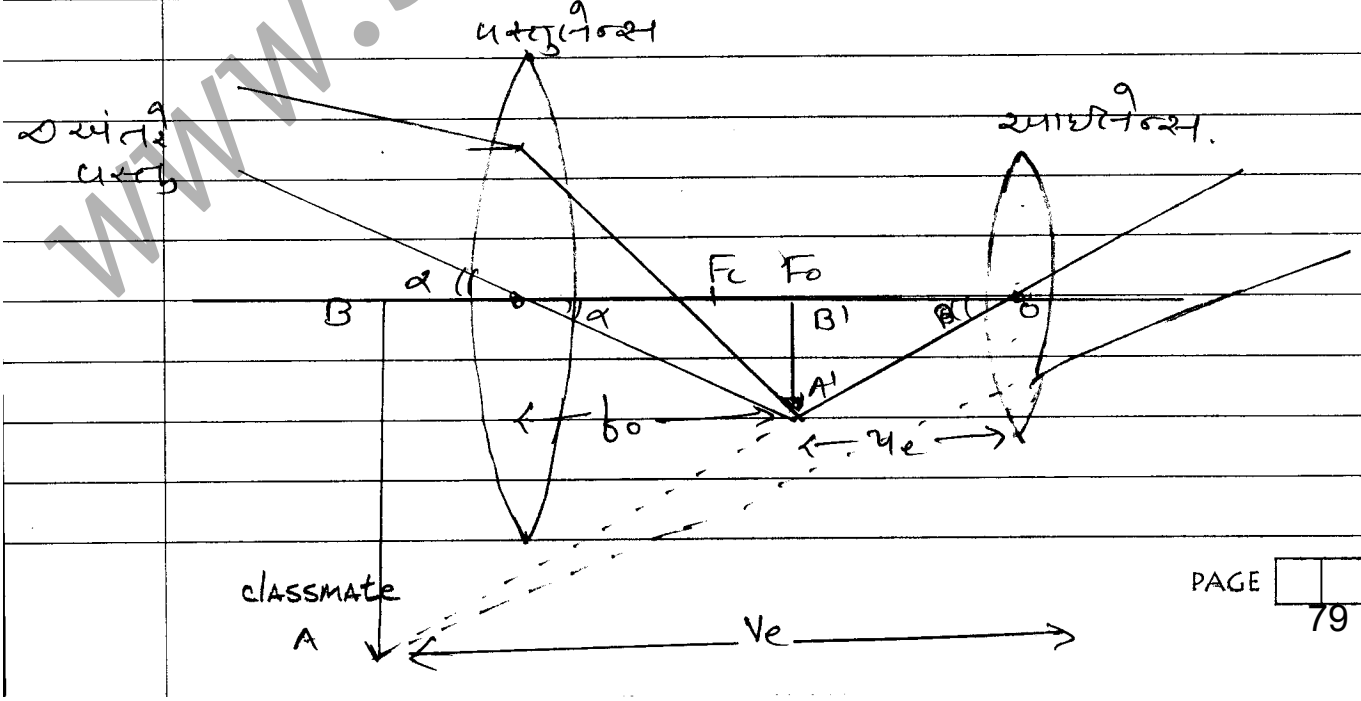
★ ટેલિસ્કોપ: દૂરની વસ્તુઓને નજીક જોવા વપરાય.

(i) એસ્ટ્રોનોમિકલ ટેલિસ્કોપ: તે જે ઝાંખણ લેન્સ ધરાવે છે. જેનાં ઓબ્જેક્ટિવ લેન્સનું કદ આઇપીસ કરતાં વધુ હોય છે.

અનંત અંતરે મુકેલ વસ્તુનું ઓબ્જેક્ટિવ લેન્સથી જોવામાં આવે છે જેનાં દ્વારા કેન્દ્રુ (Fo) પર પ્રતિબિંબ મળે છે. જે 2nd લેન્સ માટે વસ્તુ તરીકે વર્તે છે જેનાથી આભાસી પ્રતિબિંબ મળે છે.

વિસ્તૃતીકરણ પાવર વધારે જોઇએ તો ઓબ્જેક્ટિવ લેન્સની કેન્દ્રાંતર આઇપીસ કરતાં વધુ હોવી જોઇએ. અવકાશમાં રહેલી વસ્તુઓ જોવા તેનો ઉપયોગ થાય છે.

જો ઓબ્જેક્ટિવ લેન્સ પર માપવી જોઈએ તો પ્રતિબિંબની તીવ્રતા વધે છે.



www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

વિસ્તૃતીકરણ (m) = પ્રતિબિંબ દ્વારા નેત્ર પરનો કોણ / પદાર્થ દ્વારા નેત્ર પરનો કોણ

જ્યારે D પર પદાર્થ હોય,

$\Rightarrow \beta/\alpha$

જો α અને β નાના હોય,

$m = \tan\alpha/\tan\beta$

$\Rightarrow \frac{A'B'/(-u_e)}{A'B'/f_o}$

$$\boxed{m \Rightarrow \frac{-f_o}{u_e}} \quad -(1)$$

↳ કિસ્સો - I : ∞ પર પદાર્થ,

$u_e = f_e$

(1) માં મુકતાં,

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

બાહ્ય લંબાઈ = $f_o + f_e$

↳ કિસ્સો : 2 : D પર પ્રતિબિંબ.

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

f_o વડે ગુણતાં,

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

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

① માં મુકતાં,

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

નજીની અંતર = $f_o + f_e$

Q: સામાન્ય દ્રશ્ય માટે એસ્ટ્રોનોમિકલ ટેલિસ્કોપનો વિસ્તૃતીકરણ પાવર 9 અને નજીની અંતર 20 cm છે. તો બંને લેન્સની કેન્દ્રાંતર શોધો.

↳ $m = \frac{f_o}{f_e}$

$f_o + f_e = 20 \Rightarrow f_o = 20 - f_e$

$$9 = \frac{20 - f_e}{f_e}$$

$\therefore 9f_e + f_e = 20 \Rightarrow f_e = 10\ cm$

$\therefore f_o = 16\ cm$

Q: એસ્ટ્રોનોમિકલ ટેલિસ્કોપનો વિસ્તૃતીકરણ પાવર 8 અને નજીની અંતર 45 cm છે. તો બંને લેન્સની કેન્દ્રાંતર શોધો.

↳ $m = \frac{-f_o}{f_e} = 8$

↳ $f_o = -8f_e$

↳ $45 = f_o + f_e$

$45 = 8f_e + f_e$

$\therefore f_e = 5\ cm$

↳ $f_o = 8 \times 5 \Rightarrow 40\ cm$

www.scienceeducare.com

SCIENCE EDUCARE
www.scienceeducare.com

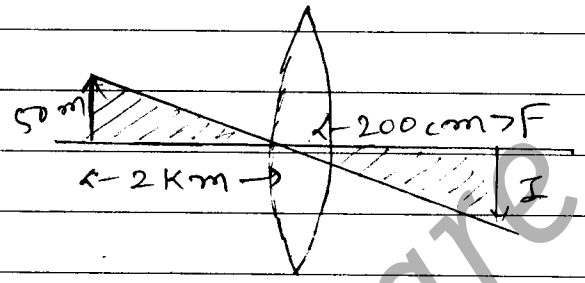
DATE

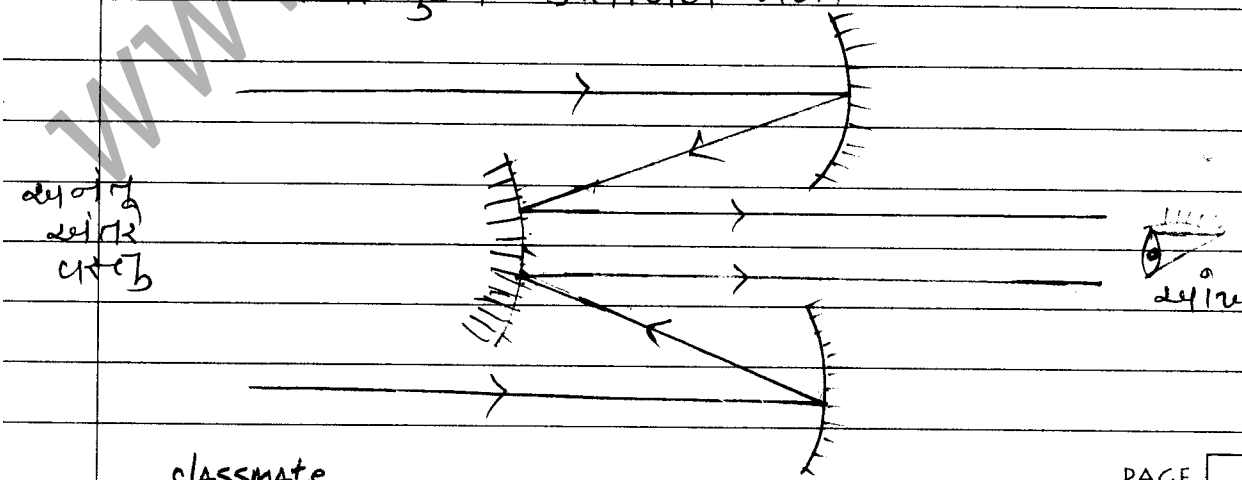
Q: એસ્ટ્રોનોમિકલ ટેલિસ્કોપનાં ઓબ્જેક્ટિવ લેન્સ અને આઇપીસની કેન્દ્રલંબાઇ અનુક્રમે 200 cm અને 2 cm છે. 2 km દૂર રહેલ 50 m ઊંચાઇની વસ્તુ જોવા તે વપરાય છે. તો વસ્તુલેન્સ દ્વારા મળતાં પ્રતિબિંબની ઊંચાઇ શોધો.

↳ $\frac{(50 \times 10^2)}{2 \times 10^4} = \frac{I}{200}$

$\frac{5}{20} = \frac{I}{200}$

$\therefore I = 5\ cm$



(ii) Cassegrain ટેલિસ્કોપ :- તેમાં જે અંતર્ગોળ અરિસો અને એક બહિર્ગોળ અરિસો હોય છે. અનંત અંતરે મુકેલી વસ્તુનું પ્રતિબિંબ અંતર્ગોળ અરિસાનાં Focus પર મળે છે. જે બહિર્ગોળ અરિસા માટે વસ્તુ તરીકે વર્તે છે જેનાં દ્વારા અંતિમ પ્રતિબિંબ મળે છે.

↳ તે chromatic abberationનું ખામીમુક્ત પ્રતિબિંબ આપે છે કારણકે લેન્સ વપરાતો નથી. અને પેરાબોલિક અરિસાનો ઉપયોગ ગોળાકાર abberation દૂર કરવા થાય છે. તેથી ખામી મુક્ત પ્રતિબિંબ મળે.