

7. भिंगे व त्यांचे उपयोग



- भिंग
- चिन्ह संकेत
- दृष्टिदोष व उपाय
- अपवर्तित किरणांचे रेखन
- मानवी डोळा व भिंगाचे कार्य
- भिंगांचे उपयोग



थोडे आठवा.

- ध्रुव, वक्रताकेंद्र, वक्रता त्रिज्या, मुख्यनाभी या गोलीय आरशाशी संबंधित संज्ञा खालील आकृतीत (आकृती 7.1) लिहा.
- अंतर्गोल व बहिर्गोल आरशांची निर्मिती कशी होते?

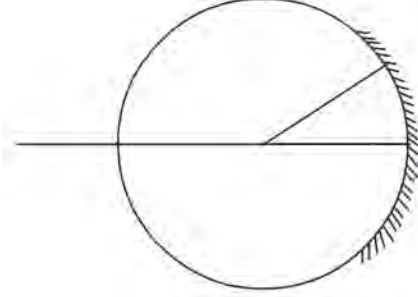
भिंगे (Lenses)

दैनंदिन जीवनातील उपयोगात येणारी भिंगे तुम्ही पाहिलीच असतील. वृद्ध माणसे वाचनासाठी वापरणारी भिंगे, घराच्या प्रवेशद्वाराला असलेले नेत्रगोल, घड्याळाच्या दुरूस्तीसाठी कारागीर डोळ्याला लावत असलेले उपकरण इत्यादी अशी उदाहरणे आहेत.

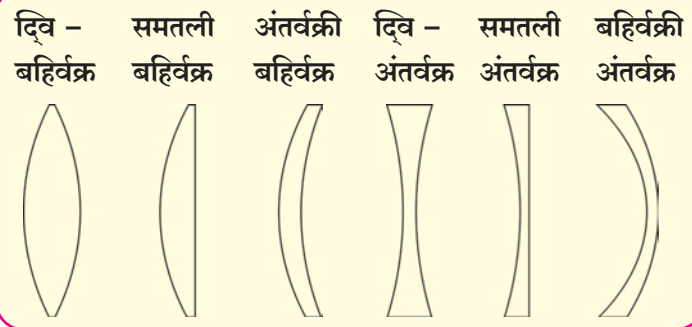
चष्म्यामध्येही भिंग असतात. याशिवाय भिंग वापरून दुर्बिणी तयार केल्या जातात. हे तुम्ही अभ्यासले आहे.

भिंग हे दोन पृष्ठभागांनी युक्त असे पारदर्शक माध्यम आहे. ज्या भिंगाचे दोन्ही पृष्ठभाग गोलीय व बाहेरच्या बाजूने फुगीर असतात त्यांना द्विबहिर्वक्र भिंग किंवा दुहेरी बहिर्गोल भिंग म्हणतात. हे भिंग त्याच्या कडेपेक्षा मध्यभागी जाड असते. ज्या भिंगाचे दोन्ही पृष्ठभाग आतल्या बाजूने गोलीय असतात त्यांना द्विअंतर्वक्र भिंग किंवा दुहेरी अंतर्गोल भिंग म्हणतात. हे भिंग त्यांच्या मध्यभागापेक्षा कडेला जाड असते.

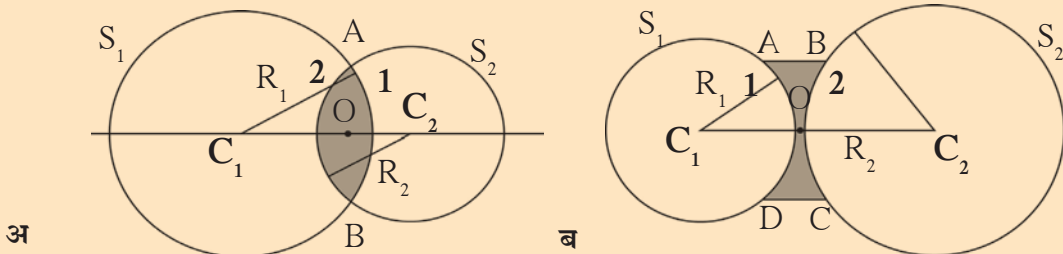
भिंगाचे प्रकार आकृती 7.2 मध्ये दाखविले आहेत. भिंगातून जाताना प्रकाश किरणाचे दोनदा अपवर्तन होते. प्रथम आत जाताना व दुसऱ्यांदा भिंगातून बाहेर पडताना. त्यामुळे किरणांची दिशा बदलते बहुतेक भिंगांना दोन गोलीय पृष्ठभाग असतात. त्यापैकी प्रत्येक पृष्ठभाग एक संपूर्ण गोलाचा भाग असतो.



7.1 गोलीय आरसा



7.2 भिंगाचे प्रकार



7.3 बहिर्गोल व अंतर्गोल भिंगाचे काटछेद

आकृती 7.3 अ आणि 7.3 ब मध्ये बहिर्गोल व अंतर्गोल भिंगाचे काटछेद दाखविले आहेत. यात पृष्ठभाग 1 हा S_1 या गोलाचा तर पृष्ठभाग 2 हा S_2 गोलाचा आहे.

वक्रता केंद्र (Centre of curvature : C) – भिंगाचा पृष्ठभाग ज्या गोलाचा भाग आहे, त्या गोलाच्या केंद्रास वक्रता केंद्र म्हणतात. प्रत्येक भिंगास C_1 व C_2 अशी दोन वक्रता केंद्र असतात.

वक्रता त्रिज्या (Radius of curvature : R) – भिंगाचे पृष्ठभाग ज्या गोलाचे भाग असतात त्या गोलांच्या त्रिज्यांना (R_1 व R_2) भिंगाच्या वक्रता त्रिज्या म्हणतात.

मुख्य अक्ष (Principal axis) – भिंगाच्या दोन्ही वक्रता केंद्रातून जाणारी काल्पनिक रेषा म्हणजे मुख्य अक्ष होय.

प्रकाशिय केंद्र (Optical centre : O) – प्रकाश किरण भिंगाच्या ज्या बिंदूतून जातात त्या बिंदूतून विचलित होत नाही अशा मुख्य अक्षावरील बिंदूला भिंगाचे प्रकाशीय केंद्र म्हणतात. आकृतीत O मधून जाणारे किरण P_1Q_1 , P_2Q_2 इत्यादी सरळ रेषेत जात असल्याने O हा प्रकाशीय केंद्र आहे. (पहा 7.4)

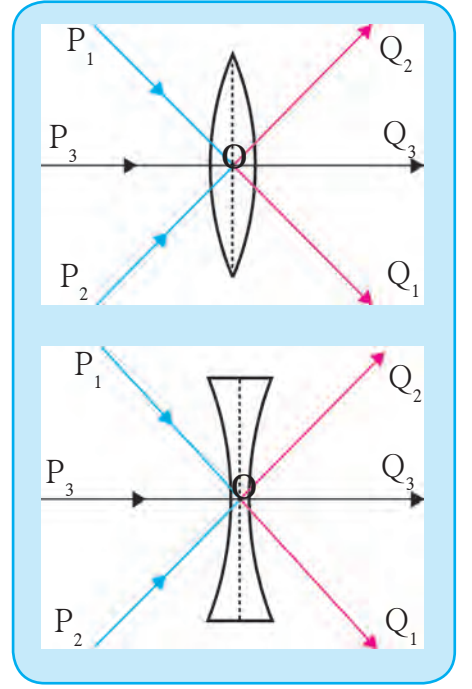
मुख्य नाभी (Principal focus : F) – बहिर्गोल भिंगात जेव्हा मुख्य अक्षाला समांतर असणारे प्रकाश किरण भिंगावर पडतात तेव्हा अपवर्तनानंतर ते मुख्य अक्षावरील एका बिंदूत अभिसरित होतात. त्या बिंदूस बहिर्गोल भिंगाची मुख्य नाभी म्हणतात. येथे F_1 व F_2 हे मुख्य नाभी आहेत.

आकृती 7.5 अ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे बहिर्गोल भिंगामध्ये मुख्य अक्षाला समांतर असणारे प्रकाश किरण अपवर्तनानंतर मुख्य अक्षावर एकत्र येतात (अभिसरित होतात) म्हणून याला अभिसारी भिंग (Converging lense) म्हणतात.

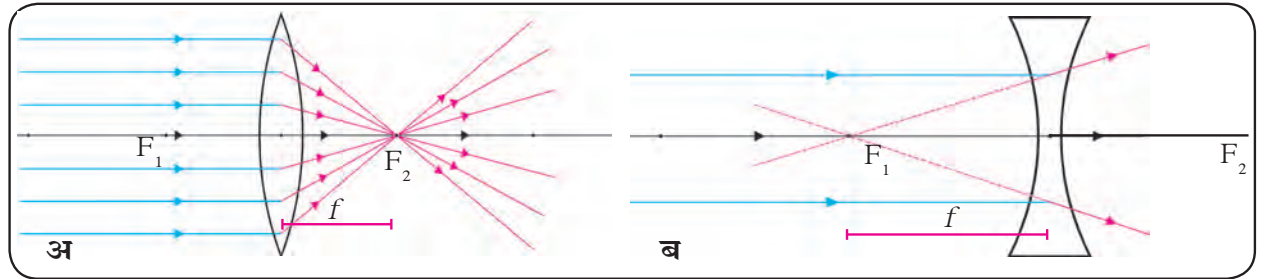
अंतर्गोल भिंगात मुख्य अक्षाला समांतर असणारे प्रकाश किरण भिंगावर पडल्यानंतर अपवर्तनामुळे अशा प्रकारे अपसारित होतात की जणू काही ते मुख्य अक्षावरील एका बिंदूपासून बाहेर पडत आहेत आकृती 7.5 ब या बिंदूला अंतर्गोल भिंगाची मुख्य नाभी म्हणतात. येथे F_1 व F_2 हे मुख्य नाभी आहेत.

आकृती 7.5 ब मध्ये दाखविल्याप्रमाणे अंतर्गोल भिंगामध्ये मुख्य अक्षाला समांतर असणारे प्रकाश किरण अपवर्तनानंतर एकमेकांपासून दूर जातात (अपसारित होतात), म्हणून या भिंगांना अपसारी भिंग (Diverging lense) म्हणतात.

नाभीय अंतर (Focal length : f) – भिंगाची मुख्य नाभी व प्रकाशीय मध्य यामधील अंतर नाभीय अंतर होय.



7.4 भिंगाचा प्रकाशीय केंद्र



7.5 भिंगाची नाभी



साहित्य : बहिर्गोल भिंग, पडदा / मोठा कागद , मीटर पट्टी, भिंग ठेवण्यासाठीचे स्टँड इत्यादी.

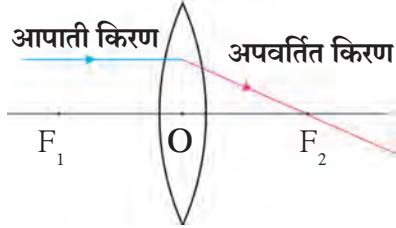
कृती : पडदा स्थिर ठेवून भिंगाच्या साहाय्याने दूरवरच्या वस्तू उदा. झाड किंवा इमारत यांची सुस्पष्ट प्रतिमा पडद्यावरती मिळवा. पट्टीच्या सहाय्याने पडदा व भिंग यामधील अंतर मोजा. आता भिंगाचा दुसरा पृष्ठभाग पडद्याकडे करा. पुन्हा भिंग पुढे मागे सरकून दूरवरच्या वस्तूची सुस्पष्ट प्रतिमा पडद्यावर मिळवा. पट्टीच्या साहाय्याने पडदा व भिंग यामधील अंतर मोजा.

पडदा व भिंग यामधील अंतरास काय म्हणतात? या अंतरावरून बहिर्गोल भिंगाच्या वक्रता त्रिज्येबाबत शिक्षकांशी चर्चा करा. दूरवरच्या वस्तूची प्रतिमा भिंगाच्या नाभीच्या जवळपास मिळते. म्हणून वरील कृतीत पडदा आणि भिंग यांच्यातील अंतर हे नाभीय अंतर असते. वरील कृतीत अंतर्गोल भिंग वापरल्यास काय होईल?

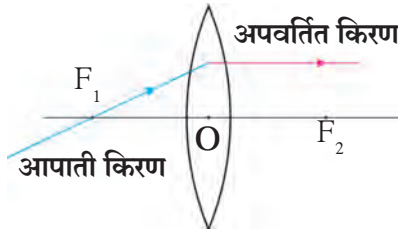
अपवर्तित किरणांचे रेखन : गोलीय आरशाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमांचा अभ्यास करण्यासाठी किरणाकृती काढण्याचे नियम तुम्ही शिकला आहात. त्याचप्रमाणे भिंगाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमांचा अभ्यासही किरणाकृतीच्या साहाय्याने करता येतो. किरणाकृतीच्या आधारे भिंगाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमांचे स्थान, आकार व स्वरूप यांचा अभ्यास करता येतो.

बहिर्गोल भिंगाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमा

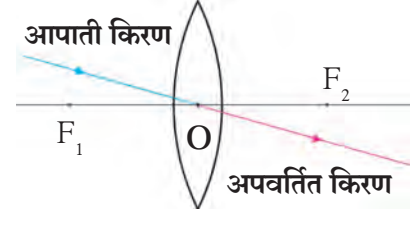
खालील तीन नियमांचा वापर करून भिंगाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमांची किरणाकृती काढता येते.



नियम 1 : जर आपाती किरण मुख्य अक्षाला समांतर असेल तर अपवर्तित किरण मुख्य नाभीतून जातो.



नियम 2 : जर आपाती किरण मुख्य नाभीतून जात असेल तर अपवर्तित किरण मुख्य अक्षाला समांतर जातो.



नियम 3 : जर आपाती किरण भिंगाच्या प्रकाशिय केंद्रातून जात असेल तर त्याची दिशा बदलत नाही.

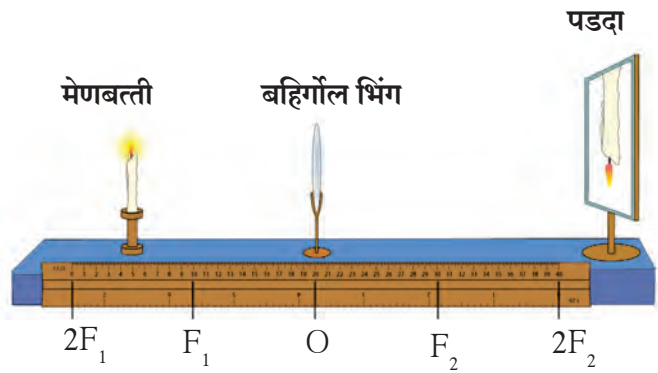


करून पहा.

साहित्य : एक बहिर्गोल भिंग, पडदा, मीटरपट्टी, भिंगाचे स्टँड, खडू, मेणबत्ती इ.

कृती :

- एका लांब टेबलावर मधोमध एक मोठी सरळ रेषा खडूच्या साहाय्याने ओढा.
- त्या रेषेवर साधारणतः रेषेच्या मध्ये (O बिंदूवर) बहिर्गोल भिंग स्टँडला अडकवून ठेवा.
- भिंगाच्या एका बाजूला पडदा ठेवा व पडदा पुढे मागे सरकवून दूरवरच्या वस्तूची सुस्पष्ट प्रतिमा पडद्यावर मिळवा. पडद्याच्या ठिकाणी खडूच्या साहाय्याने खूप करून F_1 मिळवा.



7.6 प्रयोगाची मांडणी

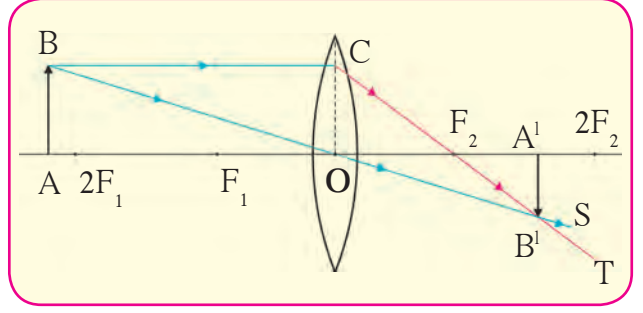
- 'O' व F_1 मधील अंतर मोजा व 'O' पासून $2F_1$ अंतरावर F_1 च्याच बाजूला $2F_1$ लिहा.
- कृती 3 व 4 भिंगाच्या दुसऱ्या बाजूस करून F_2 व $2F_2$ शोधा व रेषेवर लिहा.
- आता जळती मेणबत्ती $2F_1$ च्या पलिकडे खूप अंतरावर ठेवा. पडदा भिंगाच्या दुसऱ्या बाजूला रेषेवर ठेवून पुढे मागे सरकवून मेणबत्तीची सुस्पष्ट प्रतिमा मिळवा व प्रतिमेचे स्थान, आकार व स्वरूप यांचे निरीक्षण करून नोंदवा.
- कृती 6 ही मेणबत्ती $2F_1$ च्या मागे, $2F_1$ वर, F_1 व $2F_1$ यांच्या दरम्यान, F_1 वर व F_1 व O या दरम्यान ठेवून निरीक्षणाच्या नोंदी करा.



थोडे आठवा.

आभासी व वास्तव प्रतिमा म्हणजे काय? एखादी प्रतिमा कशी वास्तव आहे हे तुम्ही कसे निश्चित कराल. आभासी प्रतिमा पडद्यावर मिळविता येते का ?

आकृती 7.7 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे AB ही वस्तू $2F_1$ च्या पाठीमागे ठेवली आहे. B पासून निघणारा व मुख्य अक्षाला समांतर असणारा आपाती किरण BC अपवर्तनानंतर मुख्य नाभी F_2 मधून CT या मार्गाने जातो B पासून निघणारा व प्रकाशीय केंद्रातून जाणारा आपाती किरण BO हा अपवर्तनानंतर विचलित न होता OS मार्गाने जातो तो CT या किरणाला B' बिंदूत छेदतो म्हणजे B' येथे B या बिंदूची प्रतिमा निर्माण होते.



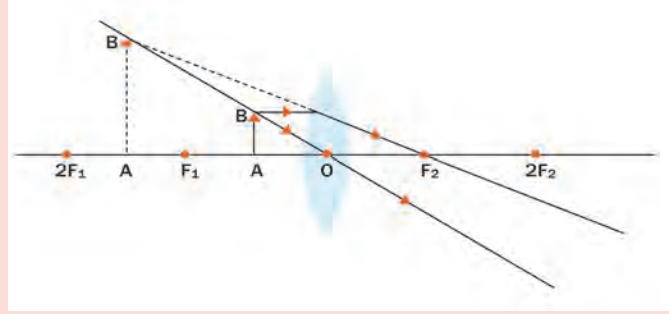
7.7 बहिर्गोल भिंगाद्वारे मिळणारी वास्तव प्रतिमा

A हा बिंदू मुख्य अक्षावर असल्याने त्याची प्रतिमादेखील मुख्य अक्षावर तयार होईल. B' च्या सरळ वर मुख्य अक्षावर A' येथे A बिंदूची प्रतिमा तयार होईल. म्हणजेच $A'B'$ ही AB वस्तूची भिंगाच्या साहाय्याने निर्माण झालेली प्रतिमा होय. यावरून वस्तू $2F_1$ च्या पलीकडे ठेवली असता वस्तूची प्रतिमा F_2 आणि $2F_2$ च्या दरम्यान मिळते तिचा आकार लहान असतो तसेच ती वास्तव व उलट असते हे सिद्ध होते.



निरीक्षण करा.

चौकटीमधील आकृती 7.8 चे निरीक्षण करा. वस्तूच्या वेगवेगळ्या स्थानांसाठी तयार होणाऱ्या प्रतिमांचे स्थान, आकार व स्वरूप किरणाकृतीद्वारे स्पष्ट करा. तुमचे निष्कर्ष व मागील कृतीमध्ये केलेली निरीक्षणे खालील तक्त्यात दिलेल्या नोंदीप्रमाणे आहेत का ते पडताळून पहा.



7.8 वस्तूच्या स्थानावरून प्रतिमेची निर्मिती

बहिर्गोल भिंगाद्वारे मिळणाऱ्या विविध प्रतिमा

अ.क्र	वस्तूचे स्थान	प्रतिमेचे स्थान	प्रतिमेचा आकार	प्रतिमेचे स्वरूप
1	अनंत अंतरावर	नाभी F_2 पाशी	खूप लहान (बिंदू स्वरूप)	वास्तव व उलट
2	$2F_1$ च्या पलीकडे	F_2 आणि $2F_2$ या दरम्यान	लहान	वास्तव व उलट
3	$2F_1$ येथे	$2F_2$ येथे	समान आकाराची	वास्तव व उलट
4	F_1 आणि $2F_1$ यांच्या दरम्यान	$2F_2$ च्या पलीकडे	मोठी	वास्तव व उलट
5	नाभी F_1 वर	अनंत अंतरावर	खूप मोठी (विशाल)	वास्तव व उलट
6	नाभी F_1 व प्रकाशीय मध्य O यांच्या दरम्यान	वस्तू भिंगाच्या ज्या बाजूस आहे त्याच बाजूस	खूप मोठी (विशाल)	आभासी व सुलट

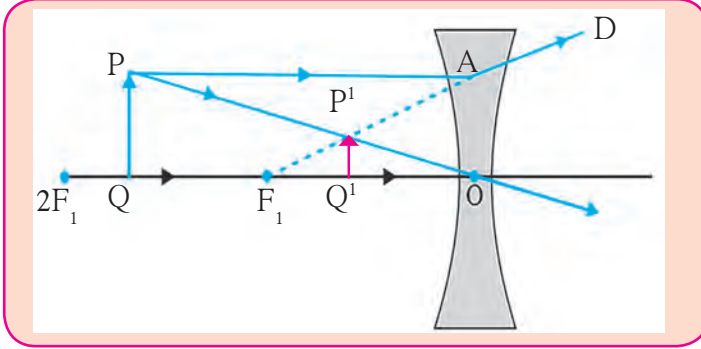
अंतर्गोल भिंगाद्वारे मिळणाऱ्या प्रतिमा

अंतर्गोल भिंगाद्वारे तयार होणारी प्रतिमा आपण किरणाकृतीद्वारे समजू शकतो. यासाठी नियम दिले आहेत.

- जर आपाती किरण मुख्य अक्षाला समांतर असेल तर अपवर्तित किरण पाठीमागे वाढविल्यास नाभीतून जातो.
- जर आपाती किरण नाभीतून जात असेल तर अपवर्तित किरण मुख्य अक्षाला समांतर जातो.

आकृती 7.9 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे PQ ही वस्तू F_1 व $2F_1$ या दरम्यान ठेवलेली आहे. P बिंदूपासून निघणारा व मुख्य अक्षाला समांतर असणारा PA आपाती किरण अपवर्तनानंतर AD या मार्गाने जातो. AD हा मार्ग मुख्य अक्षाकडे वाढविल्यास तो F_1 पासून आल्याचा आभास होतो.

P बिंदूतून निघणारा व प्रकाशीय केंद्र O मधून जाणारा किरण PO हा अपवर्तनानंतर विचलित न होता त्याच मार्गाने सरळ जातो. PO हा किरण AF_1 या पाठीमागे वाढविलेल्या किरणास P^1 बिंदूत छेदतो म्हणजे P या बिंदूची प्रतिमा P^1 येथे निर्माण होते.



7.9 अंतर्गोल भिंगाद्वारे मिळणारी प्रतिमा

Q हा बिंदू मुख्य अक्षावर असल्याने त्याची प्रतिमा P च्या सरळ खाली मुख्य अक्षावर Q^1 येथे निर्माण होईल. म्हणजेच PQ या वस्तूची प्रतिमा P^1Q^1 निर्माण होईल. अंतर्गोल भिंगाने कोणत्याही वस्तूची तयार झालेली प्रतिमा नेहमी आभासी, सुलट आणि वस्तूपेक्षा लहान आकाराची असते.

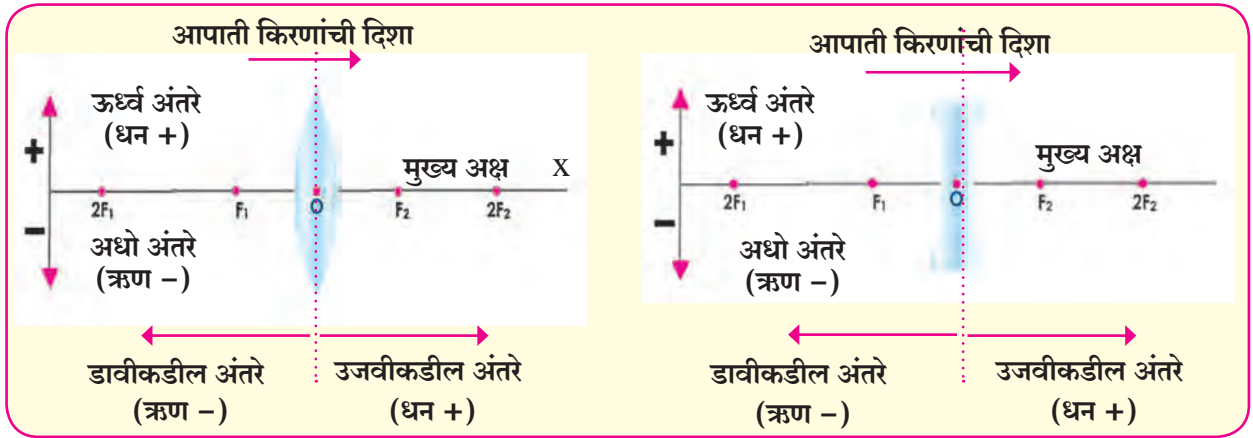
अ.क्र	वस्तूचे स्थान	प्रतिमेचे स्थान	प्रतिमेचा आकार	प्रतिमेचे स्वरूप
1	अनंत अंतरावर	नाभी F_1 वर	खूप लहान (बिंदू स्वरूप)	आभासी व सुलट
2	प्रकाशीय केंद्र O व अनंत अंतर यामध्ये कोठेही	प्रकाशीय केंद्र O व नाभी F_1 च्या मध्ये	लहान	आभासी व सुलट



थोडे आठवा.

गोलीय आरशासाठी वापरले जाणारे कार्टेशियन चिन्ह संकेत कोणते ?

भिंगांसाठी चिन्ह संकेत



7.10 कार्टेशियन चिन्ह संकेत

भिंगाचे सूत्र (Lens formula)

वस्तूचे अंतर (u) प्रतिमेचे अंतर (v) आणि भिंगाचे नाभीय अंतर (f) यांचा परस्परसंबंध दाखविणारे सूत्र म्हणजे भिंगाचे सूत्र होय. ते खालील प्रमाणे आहे.

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

कोणत्याही गोलीय भिंगासाठी वस्तूच्या भिंगापासूनच्या सर्व अंतरासाठी हे सूत्र सारखेच असते. मात्र सर्व अंतरासाठी चिन्ह संकेत योग्यरित्या वापरणे आवश्यक असते.

कार्टेशियन चिन्ह संकेतानुसार, प्रकाशीय मध्य (O) हा आरंभ बिंदू मानतात. मुख्य अक्ष हा संदर्भ चौकटीचा (Frame of Reference) X अक्ष घेतात. चिन्ह संकेत पुढीलप्रमाणे आहेत.

1. वस्तू नेहमी भिंगाच्या डावीकडे ठेवतात. मुख्य अक्षाला समांतर असणारी सर्व अंतरे प्रकाशीय मध्यापासून मोजतात.
2. प्रकाशीय मध्याच्या उजवीकडे मोजलेली सर्व अंतरे धन मानतात तर डावीकडे मोजलेली अंतरे ऋण मानतात.
3. मुख्य अक्षाला लंब आणि वरच्या दिशेने मोजलेली अंतरे (ऊर्ध्व अंतरे) धन असतात.
4. मुख्य अक्षाला लंब आणि खालच्या दिशेने मोजलेली अंतरे (अधो अंतरे) ऋण असतात.
5. बहिर्गोल भिंगाचे नाभीय अंतर धन आणि अंतर्गोल भिंगाचे नाभीय अंतर ऋण असते.

विशालन (Magnification - M)

भिंगामुळे होणारे विशालन हे प्रतिमेच्या उंचीचे (h_2) वस्तूच्या उंचीशी (h_1) असणारे गुणोत्तर होय.

$$\text{विशालन} = \frac{\text{प्रतिमेची उंची}}{\text{वस्तूची उंची}} \quad \text{म्हणजेच} \quad M = \frac{h_2}{h_1} \quad \dots\dots\dots(1)$$

भिंगामुळे होणारे विशालन हे वस्तूचे अंतर (u) आणि प्रतिमेचे अंतर (v) यांच्याशी देखील संबंधित आहे.

$$\text{विशालन} = \frac{\text{प्रतिमेचे अंतर}}{\text{वस्तूचे अंतर}} \quad \text{म्हणजेच} \quad M = \frac{v}{u} \quad \dots\dots\dots(2)$$



जरा डोके चालवा.

1 व 2 वरून h_1, h_2, v व u यांचा संबंध कसा स्पष्ट करता येईल ?

दोन वेगवेगळ्या आकाराची बहिर्गोल भिंगे घ्या. बहिर्गोल भिंगाच्या साहाय्याने कागदावर सूर्यप्रकाश केंद्रित करा व प्रकाश केंद्रित केल्यापासून कागद जळण्यास सुरुवात होईपर्यंतचा कालावधी नोंदवा. हीच कृती दुसऱ्या भिंगाच्या साहाय्याने करा. दोन्ही वेळेस कागद जळण्यास लागणारा कालावधी सारखाच आहे का ? यावरून काय सांगता येईल ?

भिंगाची शक्ती (Power of a lens)

आपाती प्रकाश किरणाचे अभिसरण किंवा अपसरण करण्याच्या भिंगाच्या क्षमतेस भिंगाची शक्ती (P) असे म्हणतात. भिंगाची शक्ती ही भिंगाच्या नाभीय अंतरावर असलेल्या वस्तूच्या प्रतिमेच्या मीटर या एककात व्यक्त केलेल्या नाभीय अंतराचा व्यस्तांक होय. भिंगाच्या शक्तीचे एकक डायॉप्टर (D) आहे.

$$P = \frac{1}{f(\text{m})} \quad \text{1 डायॉप्टर} = \frac{1}{1 \text{ m}}$$

भिंगांचा संयोग (Combination of lenses)

नाभीय अंतरे f_1 आणि f_2 असलेली दोन भिंगे परस्परांना स्पर्श करून ठेवल्यास संयोगामुळे त्यांचे परिणामी नाभीय अंतर f होते ते पुढील सूत्राने दाखवितात.

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

P_1 आणि P_2 ही दोन भिंगाची शक्ती असल्यास त्या भिंगांची परिणामी शक्ती (P) म्हणजे दोन भिंगे परस्परांना स्पर्श करून ठेवल्यास त्यांच्या संयोगी भिंगाची शक्ती ही दोन्ही भिंगांच्या शक्तीच्या बेरजेइतकी असते.

$$P = P_1 + P_2$$

उदाहरण 1. एक वस्तू बहिर्गोल भिंगापासून 20 cm अंतरावर मुख्य अक्षावर लंब ठेवली आहे. जर वस्तूची उंची 5 cm व भिंगाचे नाभीय अंतर 10 cm असल्यास प्रतिमेचे स्वरूप, स्थान व आकार सांगा तसेच वस्तूची प्रतिमा वस्तूपेक्षा किती मोठी असेल ?

दिलेली माहिती : वस्तूची उंची (h_1) = 5 cm , नाभीय अंतर (f) = 10 cm, वस्तूचे अंतर (u) = -20 cm प्रतिमेचे अंतर (v) = ? , प्रतिमेची उंची (h_2) = ? , विशालन M = ?

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

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

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{-20} + \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-1+2}{20} \quad \frac{1}{v} = \frac{1}{20} \quad , \quad v = 20 \text{ cm}$$

प्रतिमेच्या अंतराचे धन चिन्ह असे दर्शविते की, प्रतिमा 20 cm अंतरावर भिंगाच्या दुसऱ्या बाजूस तयार झाली आहे.



निरीक्षण करा

मानवी डोळ्याची रचना दर्शविणारी प्रतिकृती शिक्षकांच्या मदतीने अभ्यासा.

मानवी डोळा व त्यातील भिंगाचे कार्य (Human eye and working of its lens)

मानवी डोळ्यावर अत्यंत पातळ पारदर्शक पटल असते. त्याला पारपटल म्हणतात (आकृती 7.11 पहा). या पटलातूनच प्रकाश डोळ्यात प्रवेश करतो. डोळ्यात प्रवेश करणाऱ्या प्रकाशाचे जास्तीत जास्त अपवर्तन पारदर्शक पटलाद्वारे होते. या पटलाच्या मागे गडद मांसल पडदा असतो. त्यालाच बुबुळ म्हणतात. वेगवेगळ्या लोकांच्या बुबुळाचे रंग वेगवेगळे असतात. बुबुळाच्या मध्यभागी बदलत्या व्यासाचे एक छोटेसे छिद्र असते त्यालाच डोळ्याची बाहुली म्हणतात. डोळ्यात प्रवेश करणाऱ्या प्रकाशाचे प्रमाण नियंत्रित ठेवण्यासाठी 'डोळ्याची बाहुली' उपयुक्त असते.जर प्रकाश जास्त असेल तर बाहुलीचे आकुंचन होते तसेच कमी प्रकाशात बाहुली रुंदावते.बुबुळाच्या पृष्ठभागावर पारदर्शक पटलांचा फुगवटा असतो. डोळ्याच्या बाहुलीच्या लगतच मागे पारदर्शक द्विबहिर्गोल स्फटिकमय भाग असतो. ते भिंग होय. स्फटिकमय भिंग त्याच्या नाभीय अंतराची सूक्ष्म अदलाबदल करते. या भिंगामुळे डोळ्याच्या आतील पडद्यावर वास्तव आणि उलट प्रतिमा तयार होते.

डोळ्याचा पडदा (दृष्टिपटल) हे एक संवेदनशील पटल असते. यामध्ये प्रकाश संवेदनशील पेशी असतात या पेशी प्रकाशित झाल्यावर उत्तेजित होऊन विद्युत संकेत निर्माण करतात. हे विद्युत संकेत डोळ्यासंबंधीच्या मज्जातंतूद्वारे मेंदूकडे पाठविले जातात. नंतर मेंदू या संकेतांचा अर्थ व्यक्त करतो आणि माहितीवर अशा प्रकारे प्रक्रिया करतो की, वस्तू जशा आहेत तसे आपणास आकलन होते.

$$\text{विशालन } M = \frac{h_2}{h_1} = \frac{v}{u}$$

$$h_2 = \frac{v}{u} \times h_1$$

$$h_2 = \frac{20}{-20} \times 5$$

$$h_2 = (-1) \times 5$$

$$h_2 = -5 \text{ cm}$$

$$M = \frac{v}{u} = \frac{20}{-20} = -1$$

प्रतिमेची उंची आणि विशालन यांचे ऋण चिन्ह असे दर्शविते की, प्रतिमा उलट आणि वास्तव आहे. ती मुख्य अक्षाच्या खाली तयार झाली असून तिची उंची वस्तू एवढीच आहे.

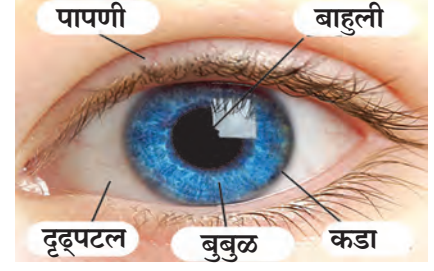
उदाहरण 2. एका बहिर्गोल भिंगाचे नाभीय अंतर 20 cm आहे.तर त्या भिंगाची शक्ती किती असेल ?

दिलेली माहिती : नाभीय अंतर = $f = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$, भिंगाची शक्ती = $P = ?$

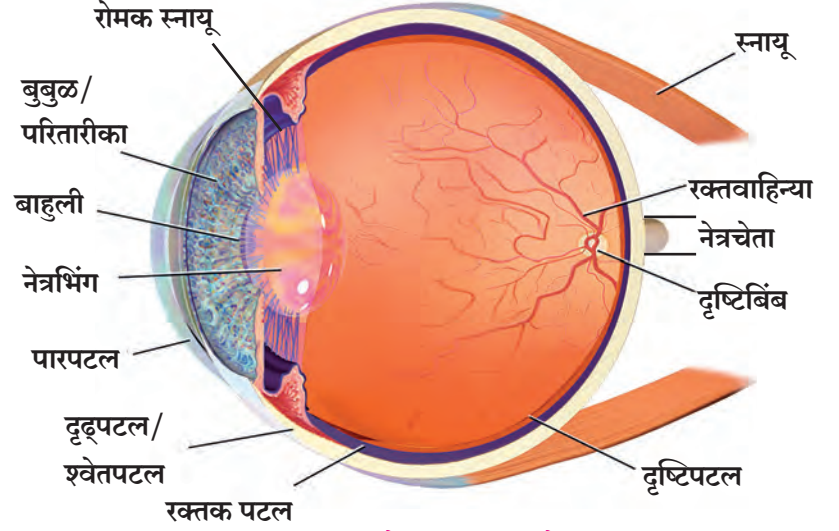
$$P = \frac{1}{f(\text{m})} = \frac{1}{0.2} = 5 \text{ D}$$

भिंगाची शक्ती 5 D आहे.

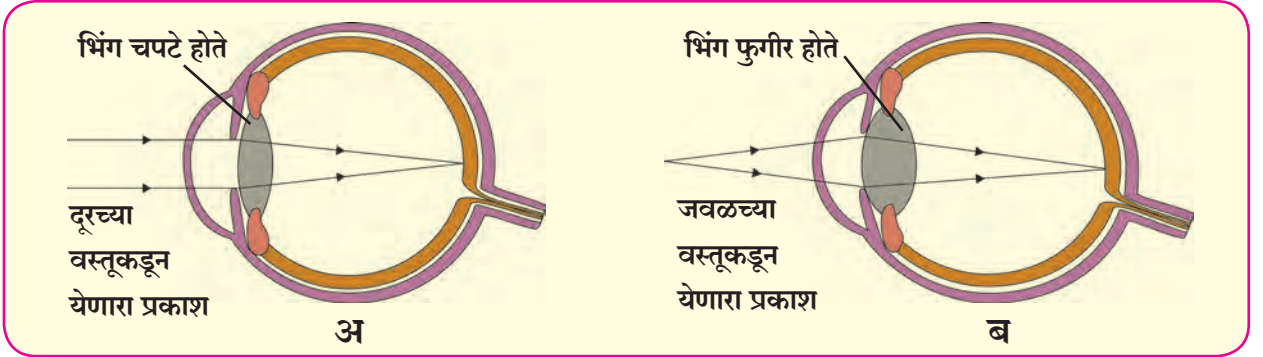
दूरवरच्या (अनंत अंतरावरच्या) वस्तू बघताना डोळ्याचे भिंग चपटे होते आणि भिंगाचे नाभीय अंतर वाढते. (आकृती 7.12 अ पहा) तर जवळच्या वस्तू बघताना डोळ्याचे भिंग फुगीर होते आणि भिंगाचे नाभीय अंतर कमी होते. (आकृती 7.12 ब पहा) त्यामुळेच दोन्ही वेळेस डोळ्याच्या आतील पटलावर वस्तूची सुस्पष्ट प्रतिमा मिळते.



नाभीय अंतरात आवश्यकतेनुसार बदल करण्याच्या भिंगाच्या क्षमतेला समायोजन शक्ती म्हणतात. लवचिक भिंग कमी अधिक फुगीर करून त्याची वक्रता बदलून समायोजन साधता येत असले तरी डोळ्यातील भिंगाचे नाभीय अंतर विशिष्ट अंतरापेक्षा कमी करता येत नाही.



7.11 मानवी डोळा व मानवी डोळ्याची रचना



7.12 दूरवरच्या व जवळच्या वस्तू पाहताना भिंगाचा बदलणारा आकार

निरोगी डोळ्यापासून ज्या कमीत कमी अंतरावर वस्तू असताना ती सुस्पष्टपणे व डोळ्यावर ताण न येता दिसू शकते त्या अंतराला सुस्पष्ट दृष्टिचे लघुत्तम अंतर म्हणतात व वस्तूच्या त्या स्थानाला डोळ्याचा निकटबिंदू म्हणतात. निरोगी मानवी डोळ्यासाठी निकटबिंदू डोळ्यापासून 25 cm अंतरावर असतो. डोळ्यापासून ज्या जास्तीत जास्त अंतरावर वस्तू असताना ती सुस्पष्टपणे दिसू शकते त्या अंतराला सुस्पष्ट दृष्टिचे अधिकतम अंतर म्हणतात व वस्तूच्या त्या स्थानाला डोळ्याचा दूरबिंदू म्हणतात. निरोगी मानवी डोळ्यासाठी दूरबिंदू अनंत अंतरावर असतो.



माहीत आहे का तुम्हांला ?

नेत्रगोलाचा व्यास सुमारे 2.4 cm असतो. मानवी डोळ्यामध्ये भिंगाचे कार्य अत्यंत महत्त्वाचे असते. भिंगाचे नाभीय अंतर बदलून वेगवेगळ्या अंतरावरील वस्तूंशी डोळा समायोजन करतो. निरोगी डोळ्याकरिता डोळ्यातील स्नायू शिथिल असताना डोळ्याच्या भिंगाचे नाभीय अंतर 2 cm असते. डोळ्याच्या भिंगाचा दुसरा नाभीय बिंदू डोळ्याच्या आतील पडद्यावर असतो.



1. पुस्तक डोळ्यांपासून खूप दूर ठेवून वाचण्याचा प्रयत्न करा.
2. पुस्तक डोळ्यांच्या अगदी जवळ ठेवून वाचण्याचा प्रयत्न करा.
3. पुस्तक डोळ्यांपासून सुमारे 25 cm अंतरावर धरून वाचण्याचा प्रयत्न करा. कोणत्या वेळी पुस्तकातील अक्षरे सुस्पष्ट दिसतील? का?

दृष्टिदोष व त्यावरील उपाय (Defects of vision and their corrections)

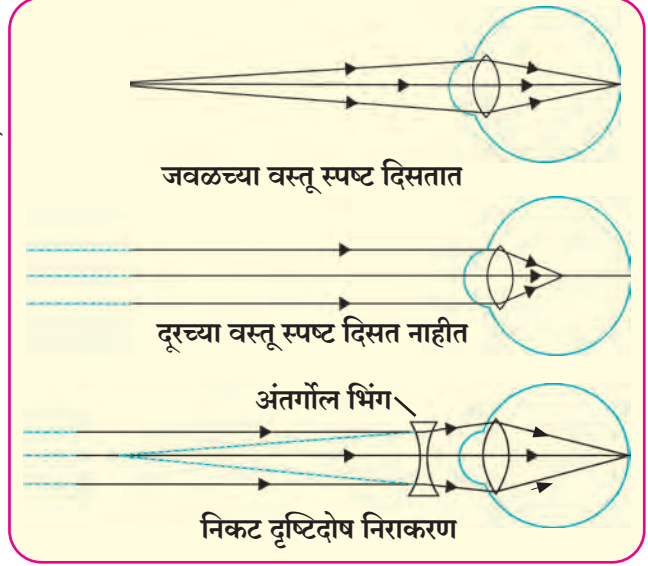
काही लोकांना डोळ्यातील समायोजन शक्ती कमी झाल्याने वस्तू सुस्पष्ट दिसत नाहीत. डोळ्यातील अपवर्तन दोषामुळे दृष्टी अंधूक व अस्पष्ट होते. सामान्यतः दृष्टीचे तीन अपवर्तन दोष आहेत.

1. लघुदृष्टी किंवा निकट दृष्टिता (Nearsightedness/ Myopia)

या दोषामध्ये मानवी डोळा जवळपासच्या वस्तू व्यवस्थित पाहू शकतो पण दूरच्या वस्तू स्पष्टपणे दिसत नाहीत, म्हणजे डोळ्याचा दूरबिंदू अनंत अंतरावर नसून तो जवळ असतो. निकट दृष्टिता दोषात, दूरच्या वस्तूची प्रतिमा डोळ्यातील दृष्टिपटलाच्या अलिकडेच तयार होते (आकृती 7.13 पहा). निकट दृष्टिता दोषाची दोन संभाव्य कारणे आहेत.

1. डोळ्यातील पारपटल व नेत्रभिंग यांची वक्रता वाढल्यामुळे भिंगाची अभिसारी शक्ती जास्त असते.
2. नेत्रगोल लांबट झाल्याने डोळ्याचे भिंग व डोळ्यातील दृष्टिपटल यांच्यामधील अंतर वाढते.

योग्य नाभीय अंतर असलेल्या अंतर्गोल भिंगाचा चष्मा वापरून या दोषाचे निराकरण करता येते. या भिंगामुळे प्रकाश किरणांचे अपसरण होऊन मग ते डोळ्यातील भिंगापर्यंत पोहचतात. नंतर डोळ्यांच्या भिंगामुळे अभिसरण होऊन प्रतिमा डोळ्यातील पडद्यावर तयार होते. अंतर्गोल भिंगाचे नाभीय अंतर ऋण असते. त्यामुळे निकटदृष्टिदोषाच्या डोळ्यासाठी ऋण शक्तीचा चष्मा असतो. दोषाच्या प्रमाणानुसार वेगवेगळ्या डोळ्यांसाठी अंतर्गोल भिंगाची शक्ती वेगवेगळी असते.

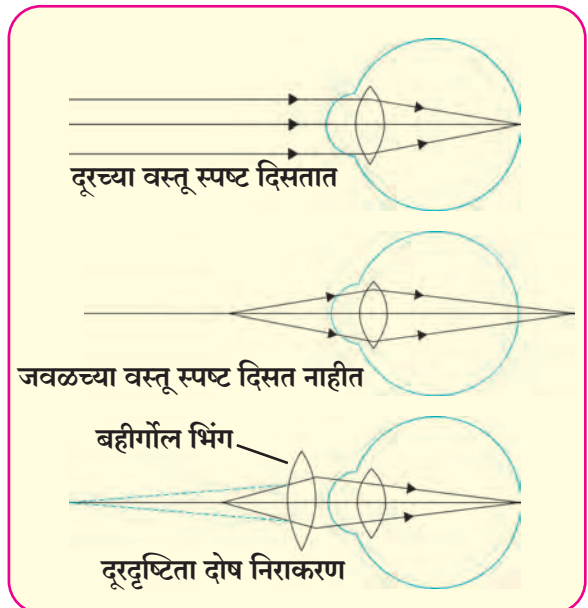


7.13 निकट दृष्टिता

2. दूरदृष्टिता (Farsightedness/Hypermertopia)

या दोषामध्ये मानवी डोळा दूरच्या वस्तू व्यवस्थित पाहू शकतो पण जवळच्या वस्तू स्पष्टपणे पाहू शकत नाही, म्हणजे डोळ्याचा निकटबिंदू 25cm अंतरावर न राहता दूर असतो. जवळच्या वस्तूची प्रतिमा डोळ्यातील दृष्टिपटलाच्या पाठीमागे तयार होते. (आकृती 7.14 पहा) दूरदृष्टिता दोषाची दोन संभाव्य कारणे आहेत.

1. डोळ्यातील पारपटल व नेत्रभिंग यांची वक्रता कमी झाल्यामुळे भिंगाची अभिसारी शक्ती कमी असते.
2. नेत्रगोल उभट झाल्याने डोळ्याचे भिंग व डोळ्यातील दृष्टिपटल यांच्यामधील अंतर कमी होते.



7.14 दूरदृष्टिता

योग्य नाभीय अंतर असलेला बहिर्गोल भिंगाचा चष्मा वापरून हा दोष घालवता येतो. या भिंगामुळे प्रकाश किरणांचे अभिसरण होऊन मग ते डोळ्यातील भिंगापर्यंत पोहोचतात नंतर डोळ्याच्या भिंगामुळे अभिसरण होऊन प्रतिमा डोळ्यातील पडद्यावर तयार होते.

बहिर्गोल भिंगाचे नाभीय अंतर धन असते, त्यामुळे दूरदृष्टिता दोषाच्या डोळ्यासाठी धन शक्तीचा चष्मा असतो. दोषाच्या प्रमाणानुसार वेगवेगळ्या डोळ्यासाठी बहिर्गोल भिंगाची शक्ती वेगवेगळी असते.

3. वृद्ध दृष्टिता (Presbyopia)

वाढत्या वयानुसार डोळ्याची समायोजन शक्ती सामान्यतः कमी होते. म्हणजेच डोळ्याजवळील भिंगाचे स्नायू भिंगाचे नाभीय अंतर बदलण्याची क्षमता गमावतात. वयस्कर माणसांचा निकटबिंदू डोळ्यापासून मागे सरतो त्यामुळे त्यांना चष्म्याशिवाय जवळपासच्या वस्तू सहजपणे व सुस्पष्ट दिसणे कठीण होते.

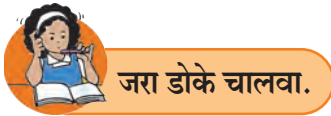
काही वेळा लोकांना दूरदृष्टिता व निकटदृष्टिता असे दोन्ही दोष जाणवतात. हा दोष दूर करण्यासाठी त्यांना द्वि-नाभीय भिंगाची आवश्यकता असते द्वि-नाभीय भिंगामध्ये वरचा भाग अंतर्गोल भिंगाचा असून निकटदृष्टिता दोष दूर करतो आणि खालचा भाग बहिर्गोल भिंग असून दूर दृष्टिता दोष दूर करतो.



1. तुमच्या वर्गातील चष्मा वापरणाऱ्या विद्यार्थ्यांची यादी करा.
2. त्यांच्या चष्म्याचे नंबर (शक्ती) नोंदवा.
यावरून त्यांच्या डोळ्यातील दोष कोणता हे ओळखा व नोंदवा.
बऱ्याचशा विद्यार्थ्यांमध्ये कोणत्या प्रकारचा दोष आढळतो ?

वस्तूचा आभासी आकार (Apparant size of object)

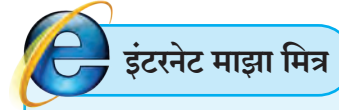
आकृतीमध्ये दाखविल्याप्रमाणे डोळ्यापासून भिन्न अंतरावर असलेल्या समान आकाराच्या दोन वस्तू PQ व P_1Q_1 विचारात घ्या. PQ या वस्तूने डोळ्याशी धारण केलेला कोन (α) हा P_1Q_1 या वस्तूने डोळ्याशी धारण केलेल्या (β) कोनापेक्षा मोठा असल्याने डोळ्याजवळ असलेली वस्तू PQ ही P_1Q_1 पेक्षा मोठी दिसते. म्हणजेच डोळ्याला दिसलेला वस्तूचा आभासी आकार हा वस्तूने डोळ्याशी धारण केलेल्या कोनावर अवलंबून असतो.



1. छोटी वस्तू स्पष्टपणे दिसण्यासाठी आपण ती डोळ्याजवळ का आणतो. ?
2. एखादी वस्तू डोळ्याजवळ 25 cm अंतरा पेक्षा कमी अंतरावर आणल्यास वस्तूने डोळ्याशी केलेला कोन वाढूनसुद्धा वस्तू आपणास अस्पष्ट का दिसतात ?

अंतर्गोल भिंगांचे उपयोग (Use of concave lenses)

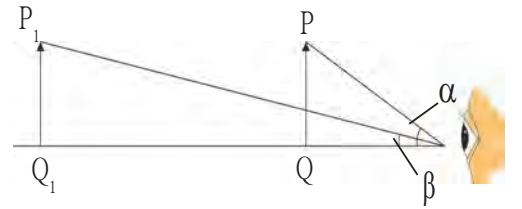
- अ. वैद्यकिय उपकरणे, स्कॅनर व सी.डी. प्लेअर : या उपकरणांमध्ये लेझर किरणांचा वापर केला जातो. या उपकरणांचे कार्य योग्य रीतीने चालण्यासाठी त्यांमध्ये अंतर्गोल भिंगाचा वापर केला जातो.
- ब. दरवाजावरील नेत्रदर्शिका हे छोटे संरक्षक उपकरण आहे, ज्याच्या साहाय्याने दरवाजाच्या बाहेरील परिसराचे अधिकाधिक विस्तीर्ण दृश्य पहाणे शक्य होते. या उपकरणामध्ये एक किंवा अधिक अंतर्गोल भिंगाचा वापर करतात.
- क. चष्मे : निकटदृष्टिता दोषाचे निराकरण करण्यासाठी चष्म्यामध्ये अंतर्गोल भिंगाचा उपयोग केला जातो
- ड. विजेरी : बल्बद्वारा निर्माण झालेल्या प्रकाशाला विस्तृतपणे विखुरण्यासाठी अंतर्गोल भिंगाचा उपयोग केला जातो.
- इ. कॅमेरा, दुर्बीण व दुरदर्शी : या उपकरणांमध्ये प्रामुख्याने बहिर्गोल भिंगाचा वापर केला जातो. मिळणाऱ्या प्रतिमांचा दर्जा उत्तम मिळण्यासाठी या उपकरणात नेत्रभिंगाच्या पुढे किंवा नेत्रभिंगामध्ये अंतर्गोल भिंगाचाही उपयोग करतात.



खालील संकेतस्थळांवरून अधिक माहिती घ्या.

www.physics.org

www.britannica.com

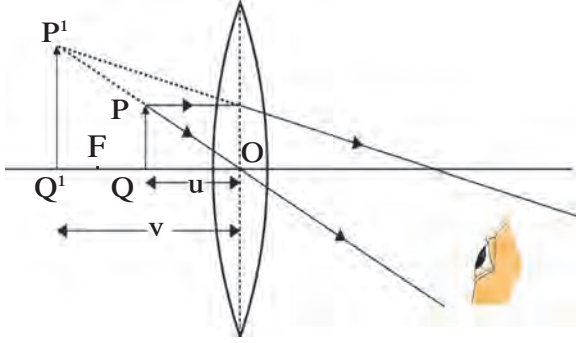


7.15 वस्तूचा आभासी आकार

बहिर्गोल भिंगांचे उपयोग (Use of convex lenses)

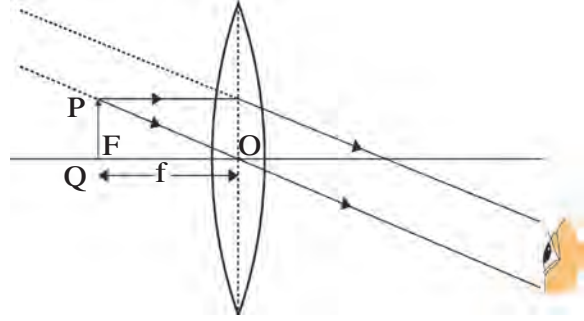
अ. साधा सूक्ष्मदर्शक (Simple Microscope)

कमी नाभीय अंतराच्या बहिर्गोल भिंगाने एखाद्या सूक्ष्म वस्तूची तिच्यापेक्षा मोठी, आभासी आणि सुलट प्रतिमा तयार होते. त्याला साधा सूक्ष्मदर्शक म्हणतात. साध्या सूक्ष्मदर्शकाला विशालक (magnifying glass) असेही म्हणतात. साध्या सूक्ष्मदर्शकाच्या साहाय्याने वस्तूची 20 पट मोठी प्रतिमा मिळवता येते. घड्याळ दुरूस्त करण्यासाठी, रत्नांची पारख करण्यासाठी व त्यातील दोष शोधण्यासाठी यांचा उपयोग करतात.



अ. वस्तू भिंगाजवळ असताना

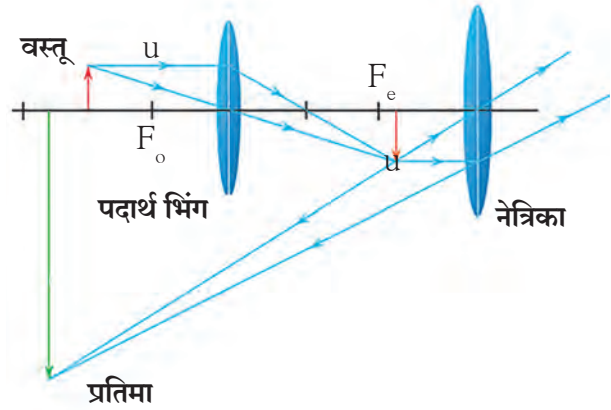
7.16 साधा सूक्ष्मदर्शक



ब. वस्तू भिंगाच्या नाभीवर असताना

ब. संयुक्त सूक्ष्मदर्शक (Compound Microscope)

लहान आकाराच्या वस्तू पाहण्यासाठी साधा सूक्ष्मदर्शक वापरतात. परंतु रक्तकणिका, प्राणी व वनस्पतींच्या पेशी, बॅक्टेरियासारखे सूक्ष्मजीव यांसारख्या अतिसूक्ष्म वस्तू साध्या सूक्ष्मदर्शकाने पुरेशा विशालीत होत नाहीत. अशा वस्तू पाहण्यासाठी संयुक्त सूक्ष्मदर्शीचा वापर करतात. संयुक्त सूक्ष्मदर्शक हा नेत्रिका व पदार्थ भिंग अशा दोन बहिर्गोल भिंगांचा बनलेला असतो. पदार्थ भिंगाचा छेद लहान असतो व त्याचे नाभीय अंतरही कमी असते. नेत्रिकेचा आकार मोठा असून तिचे नाभीय अंतरही पदार्थ भिंगाशी तुलना करता जास्त असते. दोन भिंगांच्या एकत्रित परिणामाने अधिक विशालन मिळवता येते.



7.17 संयुक्त सूक्ष्मदर्शक

आकृती 7.17 मध्ये दाखविल्याप्रमाणे वस्तूच्या प्रतिमेचे विशालन दोन टप्प्यात होते. एका भिंगाने तयार झालेली प्रतिमा दुसऱ्या भिंगासाठी वस्तू असते. दोन्ही भिंगांचे अक्ष एकाच सरळ रेषेत असतात. ही भिंगे एका धातूच्या नलिकेमध्ये अशा रीतीने बसविलेली असतात की त्यांच्यामधील अंतर बदलता येईल.

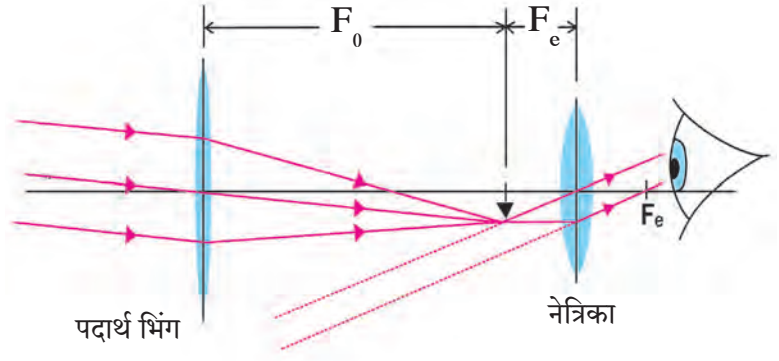
क. दूरदर्शी किंवा दुर्बीण (Telescope)

अतिदूरची वस्तू स्पष्टपणे व विशालित स्वरूपात त्याच्या बारकाव्यासह पाहण्यासाठी दूरदर्शी या प्रकाशीय उपकरणाचा उपयोग करतात. तारे, ग्रह यांसारख्या खगोलीय वस्तू पाहण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या दूरदर्शकास खगोलीय दूरदर्शक म्हणतात. दूरदर्शकाचे दोन प्रकार असतात.

1. अपवर्तनी दूरदर्शक - भिंगांचा वापर केला जातो.
2. परावर्ती दूरदर्शक - आरसे व भिंग या दोन्हींचा वापर केला जातो.

दोन्ही उपकरणांमध्ये पदार्थ भिंगाने तयार केलेली प्रतिमा नेत्रिकेसाठी वस्तूचे कार्य करते आणि अंतिम प्रतिमा तयार होते. पदार्थ भिंग हे मोठ्या आकाराचे व जास्त नाभीय अंतर असणारे असते, जेणेकरून दूरच्या वस्तूकडून येणारा जास्तीत जास्त प्रकाश एकवटला जाईल.

याउलट नेत्रिका भिंगाचा आकार लहान असतो व नाभीय अंतरही कमी असते. ही दोन्ही भिंगे धातूच्या नलिकेमध्ये अशा रीतीने बसवलेली असतात, की त्यांच्यामधील अंतर बदलता येते. दोन्ही भिंगांचे अक्ष एका सरळ रेषेत असतात. सामान्यपणे समान पदार्थ भिंग परंतु वेगवेगळ्या नाभीय अंतराच्या नेत्रिका वापरून दूरदर्शकाच्या साहाय्याने विभिन्न विशालन मिळवता येते.



7.18 अपवर्तनी दूरदर्शक

ड. प्रकाशीय उपकरणे

बहिर्गोल भिंगाचा उपयोग कॅमेरा, प्रोजेक्टर, वर्णपटदर्शक वगैरे विविध प्रकाशीय उपकरणामध्ये होतो.

इ. चष्मे

बहिर्गोल भिंगाचा उपयोग दूरदृष्टिता दोष निराकरणासाठी वापरण्यात येणाऱ्या चष्मामध्ये होतो.



करून पहा.

1. जळती उदबत्ती हातात धरून ती वेगाने वर्तुळकार फिरवा.

2. एका पुठ्ठावर एका बाजूस रिकामा पिंजरा व दुसऱ्या बाजूस कोणत्याही पक्ष्याचे चित्र काढून पुठ्ठा दोऱ्याच्या साहाय्याने अडकवा. दोऱ्याला पिळ देऊन सोडून द्या. काय आढळून आले? कशामुळे?

दृष्टिसातत्य (Persistence of vision)

वस्तूची प्रतिमा नेत्रभिंगाद्वारे दृष्टिपटलावर तयार केली जाते म्हणून वस्तू आपणास दिसते. वस्तू जोपर्यंत डोळ्यासमोर असते तोपर्यंत तिची प्रतिमा दृष्टिपटलावर असते. वस्तू दूर केल्याबरोबर प्रतिमासुद्धा नाहीशी होते. आपल्या डोळ्याच्या बाबतीत, वस्तू दूर केल्यानंतरही $\frac{1}{16}$ सेकंदापर्यंत प्रतिमेचा दृष्टिपटलावर परिणाम तसाच राहतो. काही काळ दृष्टिपटलावरील संवेदना टिकते, या परिणामाला दृष्टिसातत्य म्हणतात. असे अनुभव देणारी दैनंदिन जीवनातील विविध उदाहरणे कोणती आहेत?



सांगा पाहू !

रंगांची जाण आपल्याला कशी होते ?

मानवी डोळ्यातील दृष्टिपटल अनेक प्रकाशसंवेदी पेशींचे बनलेले असते. या पेशी दंडाकार आणि शंक्वाकार असतात. दंडाकार पेशी प्रकाशाच्या तीव्रतेस प्रतिसाद देतात आणि मेंदूस प्रकाशाच्या तेजस्वितेची किंवा अंधुकतेची माहिती पुरवतात, तर शंक्वाकार पेशी प्रकाशाच्या रंगाला प्रतिसाद देतात आणि दृष्टिपटलावरील प्रतिमेच्या रंगाची माहिती मेंदूस पुरवितात. प्राप्त माहितीचे मेंदूद्वारे विश्लेषण केले जाते आणि आपणास वस्तूचे वास्तव चित्र दिसते. दंडाकार पेशी अंधूक प्रकाशासुद्धा प्रतिसाद देतात, परंतु शंक्वाकार पेशींना अंधूक प्रकाशात संवेदना नसतात. या पेशी फक्त तेजस्वी प्रकाशातच प्रतिसाद देतात. यामुळे रंगाची संवेदना किंवा जाण फक्त तेजस्वी प्रकाशातच होते. शंक्वाकार पेशींना तांबड्या, हिरव्या व निळ्या रंगाच्या वेगवेगळ्या संवेदना असतात. जेव्हा तांबडा रंग डोळ्यावर पडतो तेव्हा तांबड्या रंगाला प्रतिसाद देणाऱ्या पेशींना इतर पेशींच्या मानाने जास्त उद्दीपित करतो. त्यामुळे तांबड्या रंगाची जाण होते. काही व्यक्तींमध्ये विशिष्ट रंगांना प्रतिसाद देणाऱ्या शंक्वाकार पेशींचा अभाव असतो. अशा व्यक्ती ते रंग ओळखू शकत नाहीत किंवा निरनिराळ्या रंगात भेद करू शकत नाहीत. या व्यक्तींना रंगांध (Colour blind) म्हणतात. रंगभेद न जाणण्याचा अपवाद वगळता त्यांची दृष्टी सामान्य असते.



1. खालील तक्त्यातील स्तंभ एकमेकांशी जुळवा व त्याविषयी थोडक्यात स्पष्टीकरण लिहा.

स्तंभ 1	स्तंभ 2	स्तंभ 3
दूरदृष्टिता	जवळच्या वस्तू स्पष्ट दिसतात.	द्विनाभीय भिंग
वृद्धदृष्टिता	दूरच्या वस्तू स्पष्ट दिसत	अंतर्वक्र भिंग
निकटदृष्टिता	वृद्धावस्थेतील समस्या	बहिर्वक्र भिंग

2. भिंगाविषयीच्या संज्ञा स्पष्ट करणारी आकृती काढा.
3. एका बहिर्गोल भिंगाच्या समोर कोणत्या स्थानावर वस्तू ठेवल्यास आपल्याला वास्तव आणि वस्तूच्या आकाराचीच प्रतिमा मिळेल? आकृती काढा.
4. शास्त्रीय कारणे लिहा.
- अ. घड्याळ दुरुस्तीमध्ये साधी सूक्ष्मदर्शी वापरतात.
- आ. रंगांची संवेदना व जाण फक्त प्रकाशातच होते.
- इ. डोळ्यापासून 25cm पेक्षा कमी अंतरावर ठेवलेली वस्तू निरोगी डोळा सुस्पष्टपणे पाहू शकत नाही.
5. खगोलीय दूरदर्शकाचे कार्य प्रकाशाच्या अपवर्तनावरून कसे स्पष्ट कराल?
6. फरक स्पष्ट करा.
- अ. दूरदृष्टिता आणि निकटदृष्टिता
- आ. अंतर्गोल भिंग आणि बहिर्गोल भिंग
7. मानवी डोळ्यातील बुबुळाचे आणि भिंगाला जोडलेल्या स्नायूचे कार्य काय आहे?

8. उदाहरणे सोडवा.

अ. डॉक्टरांनी दृष्टिदोषाच्या निराकरणासाठी +1.5 D शक्तीचे भिंग वापरण्याचा सल्ला दिला. त्या भिंगाचे नाभीय अंतर किती असेल? भिंगाचा प्रकार ओळखून नेत्रदोष कोणता असेल?

उत्तर : + 0.67 m, दूरदृष्टिता

आ. 5cm उंचीची वस्तू 10 cm नाभीय अंतर असलेल्या अभिसारी भिंगासमोर 25 cm अंतरावर ठेवली आहे. तर प्रतिमेचे स्थान, आकार आणि स्वरूप शोधा.

उत्तर : 16.7 cm, 3.3 cm, वास्तव

इ. 2, 2.5 व 1.7 D शक्ती असलेली भिंगे जवळ जवळ ठेवली तर त्यांची एकूण शक्ती किती होईल?

उत्तर : 6.2 D

ई. एक वस्तू भिंगापासून 60 cm अंतरावर ठेवली असता तिची प्रतिमा भिंगाच्या समोरच 20 cm अंतरावर मिळते. भिंगाचे नाभीय अंतर किती असेल? भिंग अपसारी आहे की अभिसारी आहे?

उत्तर : -30 cm, भिंग अपसारी आहे.

उपक्रम :

द्विनेत्रीची रचना व कार्य याबद्दल संगणकीय सादरीकरण तयार करा.

