7. लेंस और उनके उपयोग

- लेंस
- चिह्न संकेत
- दृष्टिदोष और उपाय
- अपवर्तित किरणों का आरेखन
- मानव नेत्र और लेंसो के कार्य
- लेंसों के उपयोग

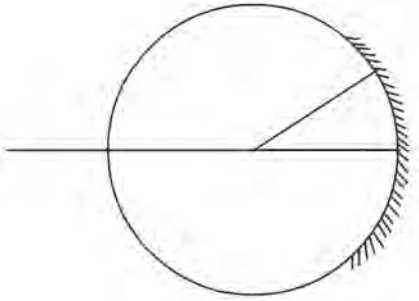
थोड़ा याद कीजिए

1. ध्रुव, वक्रताकेंद्र, वक्रता त्रिज्या, मुख्य नाभि यह गोलीय दर्पण से संबंधित संज्ञाएँ निम्न आकृति (आकृति 7.1) में लिखिए ।
2. अवतल दर्पण तथा उत्तल दर्पण की निर्मिति किस प्रकार से होती हैं?

लेंस (Lenses)

दैनिक जीवन में उपयोग में आनेवाले लेंस आपने देखे ही होगे। वृद्ध व्यक्तियों द्वारा पढ़ने के लिए उपयोग मे लाने वाले चश्मे, घर के प्रवेश द्वार पर लगा नेत्रगोलक, घड़ी की मरम्मत करने के लिए घडीसाज द्वारा आँख को लगानेवाला यंत्र (उपकरण) इत्यादि इस प्रकार के उदाहरण है ।

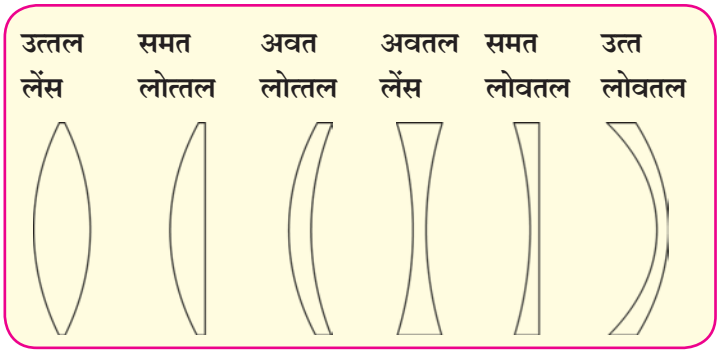
चश्मों में भी लेंसो का उपयोग किया जाता है । इसके अतिरिक्त लेंस का उपयोग कर दूरदर्शी तैयार किए जाते हैं । ये आपने पढ़ा ही है ।



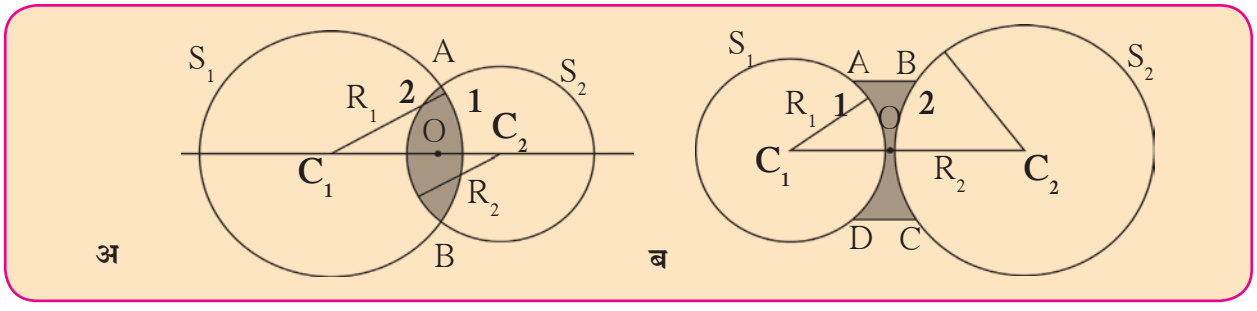
7.1 गोलीय दर्पण

लेंस यह दो पृष्ठभागों से युक्त पारदर्शक माध्यम है । जिस लेंस के दोनों पृष्ठभाग गोलीय तथा बाहर की ओर से उभरे हों, ऐसे लेंस को उत्तल लेंस या द्विउत्तल लेंस कहते है । यह लेंस किनारों की अपेक्षा बीच में मोटा होता है । जिस लेंस के दोनो वक्रीय पृष्ठभाग अंदर की ओरसे गोलीय होते हैं, उसे अवतल लेंस या द्विअवतल लेंस कहते हैं । यह लेंस बीच की अपेक्षा किनारों पर मोटा होता है ।

लेंसो के प्रकार आकृति 7.2 में दिखाए गए है । प्रकाश किरणों का लेंसों मे से जाते समय दो बार अपवर्तन होता है । प्रथम अंदर की ओर जाने पर तथा दूसरी बार लेंस से बाहर की ओर जाने पर । जिसके कारण किरणों की दिशा में परिवर्तन होता है । प्रत्येक लेंस को दो गोलीय पृष्ठभाग होते है । यह संपूर्ण गोले का ही भाग होता है ।



7.2 लेंस के प्रकार



7.3 उत्तल लेंस और अवतल लेंस के अनुप्रस्थ काट

आकृति 7.3 (अ) और आकृति 7.3 (ब) मे उत्तल लेंस और अवतल लेंस के अनुप्रस्थ काट दिखाए गए है, इसमें पृष्ठभाग 1 यह S_1 इस गोले का तो पृष्ठभाग 2 यह S_2 गोले का है ।

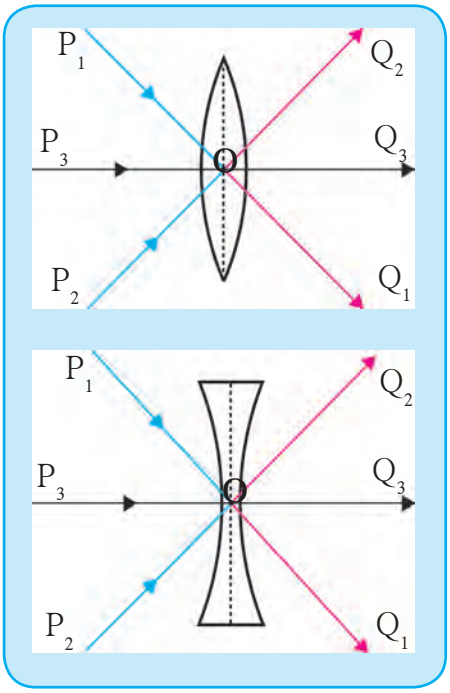
वक्रता केंद्र (Centre of curvature : C) – लेंस का पृष्ठभाग जिस काल्पनिक गोले का भाग होता है, उस गोले के केंद्र को वक्रता केंद्र कहते हैं। प्रत्येक लेंस को C_1 तथा C_2 ऐसे दो वक्रता केंद्र होते हैं ।

वक्रता त्रिज्या (Radius of curvature : R) – लेंस का पृष्ठभाग जिस काल्पनिक गोले का भाग होता है, उस गोले की त्रिज्याओं (R_1 और R_1) को लेंस की वक्रता त्रिज्या कहते है ।

मुख्य अक्ष (Principal axis) – लेंस के दोनों वक्रता केंद्रों से जानेवाली काल्पनिक रेखा को मुख्य अक्ष कहते है ।

प्रकाशीय केंद्र (Optical centre : O) – प्रकाश किरण लेंस के जिस बिंदुसे जाते समय विचलित नही होती ऐसे मुख्य अक्ष पर स्थित बिंदु को लेंस का प्रकाशीय केंद्र कहते है । आकृति में बिंदु O से जानेवाली किरणे P_1Q_1, P_2Q_2 इत्यादी सीधी सरल रेखा मे जाने के कारण बिंदु O यह प्रकाशीय केंद्र है । (देखिए 7.4)

मुख्य नाभि (Principal focus : F) – उत्तल लेंस में जब मुख्य अक्ष के समांतर गमन करने वाली आपतित प्रकाश किरणें लेंस पर पड़ती है तब अपवर्तन के पश्चात वह मुख्य अक्ष पर एक बिंदु पर अभिसृत होती है। उस बिंदु को उत्तल लेंस की मुख्य नाभि कहते हैं । यहाँ F_1 तथा F_2 ये मुख्य नाभि है ।



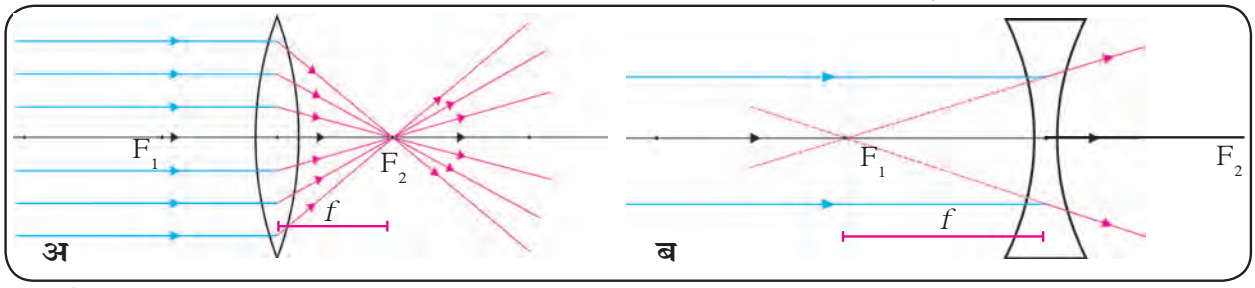
7.4 लेंसों का प्रकाशीय केंद्र

आकृती 7.5 अ में दिखाए अनुसार उत्तल लेंस में मुख्य अक्ष के समांतर गमन करनेवाली आपतित प्रकाश किरणें अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष पर एकत्रित होती है (अभिसृत होती है) इसलिए इस लेंस को अभिसारी लेंस (Converging lense) भी कहते हैं ।

अवतल लेंस में मुख्य अक्ष के समांतर गमन करने वाली आपतित प्रकाश किरणें अपवर्तन के कारण इस प्रकार से अपसरित होती है, की जैसे वे मुख्य अक्ष पर स्थित बिंदु से दूर फैल रही है । आकृति 7.5 ब इस बिंदु को अवतल लेंस की मुख्य नाभि कहते है । यहाँ F_1 तथा F_2 मुख्य नाभि है ।

आकृति 7.5 ब में दिखाए अनुसार अवतल लेंस मे मुख्यअक्ष के समांतर गमन करनेवाली आपतित प्रकाश किरणें अपवर्तन के पश्चात एक दूसरे से दूर फैल जाती है (अपसरण होता है।) इसलिए इस लेंस को अपसारी लेंस (Diverging lense) भी कहते है ।

नाभ्यांतर (Focal length : *f*) – लेंस की मुख्य नाभि तथा प्रकाशीय केंद्र के बीच की दूरी को नाभ्यांतर कहते हैं ।



7. 5 लेंस की नाभि

करके देखिए ! **साहित्य :** उत्तल लेंस, परदा / बड़ा कागज़, मीटर पट्टी, लेंस रखने के लिए स्टँड इत्यादि.

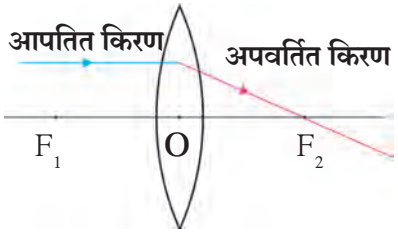
कृती : परदा स्थिर रखकर लेंस की सहायता से दूर की वस्तुएँ उदा. पेड़ या इमारत इनका सुस्पष्ट प्रतिबिंब परदे पर प्राप्त करिए । मापन पट्टी की सहायता से परदा (स्क्रीन) तथा लेंस के बीच की दूरी का मापन कीजिए । अब लेंस का दूसरा पृष्ठ भाग स्क्रीन की ओर कीजिए, फिर से लेंस को आगे पीछे सरकाकर दूर की वस्तु का सुस्पष्ट प्रतिबिंब परदे पर प्राप्त कीजिए। मापन पट्टी की सहायता से स्क्रीन तथा लेंस की बीच की दूरी का मापन कीजिए ।

स्क्रीन और लेंस के बीच की दूरी को क्या कहते हैं? इस दूरी के संदर्भ में उत्तल लेंस की वक्रता त्रिज्या के बारे में शिक्षक से चर्चा कीजिए। दूर की वस्तु का प्रतिबिंब लेंस के नाभि के पास प्राप्त होता है । इसलिए उपर्युक्त कृती में स्क्रीन तथा लेंस के बीच की दूरी अर्थात नाभ्यांतर होता है । उपर्युक्त कृती मे अवतल लेंस का उपयोग करने पर क्या होगा?

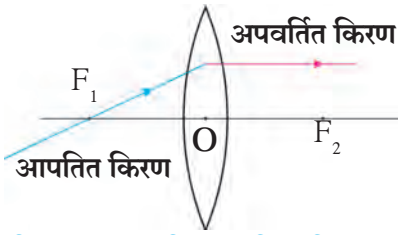
अपवर्तित किरणों का आरेखन : गोलीय दर्पण द्वारा प्राप्त प्रतिबिंबों का अध्ययन करने के लिए किरणाकृती निकालने के नियमों को आपने सीखा है । उसी प्रकार लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंबो का अध्ययन भी किरणाकृती की सहायता से करते है। किरणाकृती की सहायता से लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंब का स्थान, आकार तथा स्वरुप इनका अध्ययन करते है ।

उत्तल लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंब

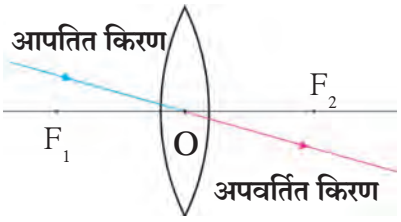
नीचे दिए गए तीन नियमों का उपयोग कर लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंबों की किरणाकृती बनाते है ।



नियम 1 : यदि आपतित किरणें मुख्य अक्ष के समांतर हो तो अपवर्तित किरण मुख्य नाभि से होकर जाती है ।



नियम 2 : यदि आपतित किरण मुख्य नाभिसे होकर जाती है, तो अपवर्तित किरण मुख्य अक्ष के समांतर गमन करती है ।

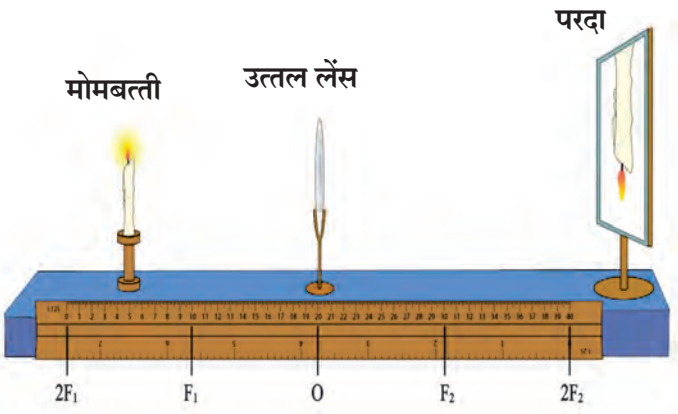


नियम 3 : यदि आपतित किरण प्रकाशीय केंद्र से जाती है, तो उसका विचलन नही होता है । अर्थात् उसकी दिशा बदलती नही ।

करके देखिए ! **साहित्य :** एक उत्तल लेंस, परदा, मीटरपट्टी, लेंस का स्टैण्ड, चॉक (खड़िया), मोमबत्ती इ।

कृती :

1. एक लम्बे टेबल पर बीचोबीच एक बड़ी सीधी सरल रेखा चॉक की सहायता से खींचिए ।
2. उस रेखा पर सामान्यत मध्य भाग में (O बिंदुपर) उत्तल लेंस स्टैंड पर लगाकर रखिए ।
3. लेंस के एक ओर परदा रखकर परदा आगे पीछे सरकाकर दूर की वस्तुओं का सुस्पष्ट प्रतिबिंब परदे पर प्राप्त कीजिए। परदे के स्थान पर चॉक की सहायता से चिह्न F_1 प्राप्त कीजिए ।



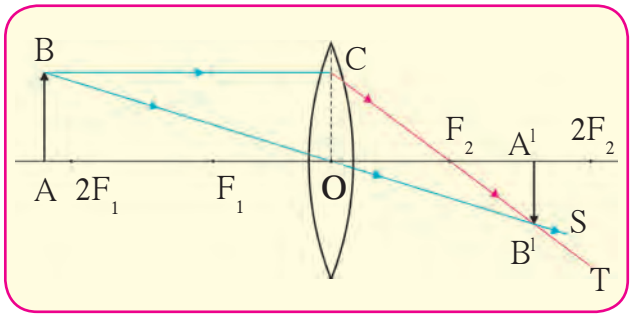
7. 6 प्रयोग की व्यवस्था

4. 'O' तथा F_1 के बीच की दूरी नापिए और 'O' से $2F_1$ दूरीपर F_1 के ही ओर $2F_1$ लिखिए ।
5. कृती 3 तथा 4 लेंस के दूसरीओर करके F_2 तथा $2F_2$ खोज कर रेखा पर लिखिए ।
6. अब जलती हुई मोमबत्ती $2F_1$ के परे बहुत अधिक दूरी पर रखिए । परदा लेंस के दूसरी ओर रेखापर रखकर आगे –पीछे सरकाकर मोमबत्ती का सुस्पष्ट प्रतिबिंब प्राप्त कीजिए तथा प्रतिबिंब का स्थान आकार तथा स्वरुप का निरीक्षण कर लिखिए ।
7. कृती 6 यह मोमबत्ती को $2F_1$ के पीछे, $2F_1$ पर, F_1 तथा $2F_1$ के मध्य, F_1 पर तथा F_1 और O के मध्य रखकर अपने निरीक्षण लिखिए ।

थोड़ा याद कीजिए

आभासी (काल्पनिक) तथा वास्तविक प्रतिबिंब क्या है? कोई प्रतिबिंब वास्तविक है यह आप कैसे निश्चित करोगे? काल्पनिक प्रतिबिंब क्या परदे पर प्राप्त कर सकते है?

आकृति 7.7 में दिखाए अनुसार AB यह वस्तु $2F_1$ के परे रखी है । B से निकलने वाली तथा मुख्य अक्ष के समांतर गमन करने वाली आपतित किरण BC अपवर्तन के पश्चात मुख्य नाभी F_2 से होकर CT इस मार्ग से जाती है । बिंदु B से निकलकर तथा प्रकाशीय केंद्र से जानेवाली आपतित किरण BO यह अपवर्तन के पश्चात विचलित न होकर OS इस मार्ग से जाती है तथा CT इस किरण को B^1 इस बिंदू पर प्रतिच्छेदित करती है अर्थात B^1 यह B इस बिंदु का प्रतिबिंब तैयार होता है ।

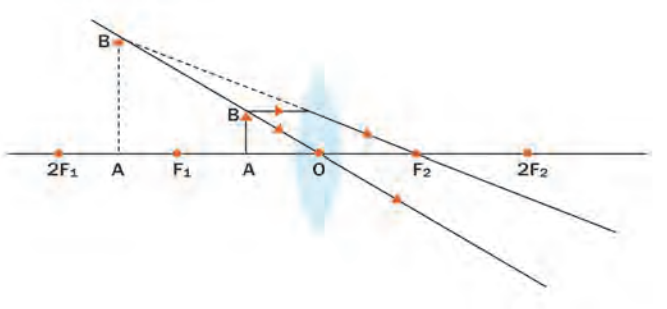


7.7 उत्तल लेंस द्वारा प्राप्त वास्तविक प्रतिबिंब

A यह बिंदु मुख्य अक्ष पर होने के कारण उसका प्रतिबिंब भी मुख्य अक्ष पर ही तैयार होता है । B^1 से सीधे ऊपर मुख्य अक्ष पर A^1 पर A बिंदु का प्रतिबिंब तैयार होता है । अर्थात् A^1B^1 यह AB वस्तू का लेंस की सहायता से निर्मित प्रतिबिंब है । इससे यह स्पष्ट होता है कि वस्तु $2F_1$ के परे रखने पर वस्तु का प्रतिबिंब F_2 तथा $2F_2$ के मध्य प्राप्त होता है और आकार में छोटा, वास्तविक तथा उल्टा बनता है, यह सिद्ध होता है ।

निरीक्षण कीजिए ।

आकृति 7.8 का निरीक्षण कीजिए । वस्तु के भिन्न-भिन्न स्थानों के लिए तैयार होने वाले प्रतिबिंबों का आकार, स्थान तथा स्वरुप किरणाकृतीद्वारा स्पष्ट कीजिए । आपका निष्कर्ष तथा पीछे दी गई कृती मे किए गए निरीक्षण नीचे दिए गए सारणीनुसार है या नही इसकी जाँच कीजिए ।



7.8 वस्तु के स्थान से प्रतिबिंब की निर्मिती

उत्तल लेंस द्वारा प्राप्त (बननेवाले) प्रतिबिंब

अ.क्र	वस्तु का स्थान	प्रतिबिंब की स्थिती	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब का स्वरुप
1	अनंत दूरी पर	नाभी F_2 पर	अत्यधिक छोटा (बिंदू स्वरूप)	वास्तविक तथा उल्टा
2	$2F_1$ से परे (पीछे)	F_2 तथा $2F_2$ के मध्य	छोटा	वास्तविक तथा उल्टा
3	$2F_1$ पर	$2F_2$ पर	समान आकार का	वास्तविक तथा उल्टा
4	F_1 तथा $2F_1$ के मध्य	$2F_2$ से परे (पीछे)	बड़ा	वास्तविक तथा उल्टा
5	नाभी F_1 पर	अनंत दूरी पर	बहुत बड़ा (विशाल)	वास्तविक तथा उल्टा
6	नाभी F_1 तथा प्रकाशीय केंद्र O के मध्य	वस्तु लेंस के जिस ओर होती है, उसी ओर	बहुत बड़ा (विशाल)	काल्पनिक तथा सीधा

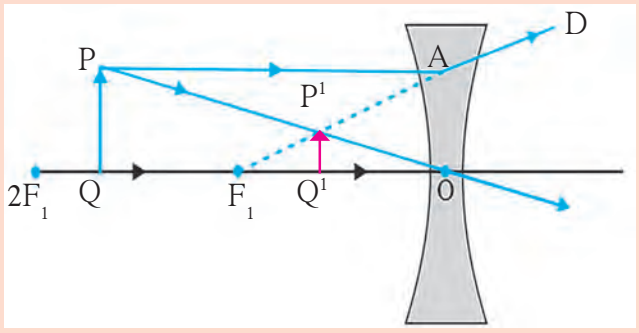
अवतल लेंस द्वारा प्राप्त (बननेवाले) प्रतिबिंब

अवतल लेंस द्वारा तैयार होनेवाले प्रतिबिंब हम किरणाकृती द्वारा समझ सकते है । इसके लिए नियम निचे दिए गए हैं ।

1. यदि आपतित किरण मुख्य अक्ष के समांतर हो तो अपवर्तित किरण पीछे की ओर बढ़ाने पर मुख्य नाभि में से होकर जाती है।
2. यदि आपतित किरण नाभि से होकर जाती है, तो अपवर्तित किरण मुख्य अक्ष के समांतर गमन करती है ।

आकृति 7.9 में दिखाए अनुसार PQ यह वस्तू F_1 तथा $2F_1$ के मध्य रखी गई है । P बिंदु से निकलने वाली तथा मुख्य अक्ष के समांतर गमन करनेवाली आपतित किरण PA अपवर्तन के पश्चात AD इस मार्ग से होकर जाती है । AD यह मार्ग (रेखा) मुख्य अक्ष की ओर खींचने पर वह F_1 से आती हुई प्रतीत होती है ।

P बिंदु से निकलनेवाली तथा प्रकाशीय केंद्र O से जानेवाली किरण PO यह अपवर्तन के पश्चात विचलित न होकर उसी मार्ग से सीधी सरल रेखा मे जाती है । PO यह किरण AF_1 इस पीछे बढ़ाई हुई किरण को P^1 पर प्रतिच्छेदित करती है अर्थात P इस बिंदु का प्रतिबिंब P^1 पर प्राप्त होता है ।



7.9 अवतल लेंस द्वारा प्राप्त प्रतिबिंब

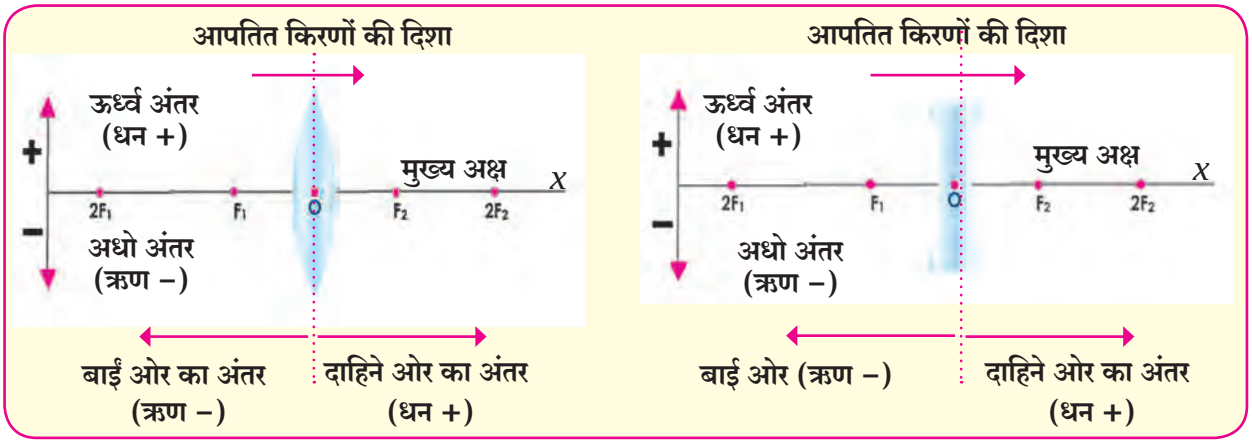
Q यह बिंदु मुख्य अक्ष पर होने के कारण उसका प्रतिबिंब P से सीधा नीचे मुख्य अक्ष पर Q^1 पर बनता है । अर्थात PQ इस वस्तु का प्रतिबिंब P^1Q^1 बनता है । अवतल लेंस के द्वारा किसी भी वस्तु का बना प्रतिबिंब यह हमेशा काल्पनिक, वस्तु से बड़ा तथा सीधा होता है ।

अ.क्र	वस्तु का स्थान	प्रतिबिंब की स्थिती	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब का स्वरुप
1	अनंत दूरी पर	नाभी F_1 पर	अत्यधिक छोटा (बिंदुस्वरूप)	काल्पनिक तथा सीधा
2	प्रकाशीय केंद्र O तथा अनंत दूरी के बीच कही भी	प्रकाशीय केंद्र O तथा नाभि F_1 के मध्य	छोटा	काल्पनिक तथा सीधा

थोड़ा याद कीजिए

गोलीय दर्पण के लिए उपयोग मे लाए जानेवाली कार्तिय संकेत रूढी (कार्टेशियन चिह्न संकेत) कौनसे हैं?

लेंस के लिए चिह्न संकेत



7.10 कार्टेशिअन चिन्ह संकेत

लेंस का सूत्र (Lense formula)

वस्तू की दूरी (u) प्रतिबिंब की दूरी (v) तथा नाभ्यांतर (f) के बीच संबंध दर्शाने वाले सूत्र को लेंस का सूत्र कहते है । वह निम्न प्रकार से है ।

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

किसी भी गोलीय लेंस के लिए वस्तु की लेंस से सभी दूरियों के लिए यह सूत्र समान है । परंतु सभी दूरियों के लिए चिह्न संकेत को उचित पद्धती से उपयोग करना आवश्यक है ।

कार्टेशियन चिह्न संकेतानुसार, प्रकाशीय केंद्र (O) को मूल बिंदु मानते है । मुख्य अक्ष संदर्भ चौखट (Frame of Referance) का X अक्ष माना जाता है । चिह्न संकेत निम्न प्रकार है ।

1. वस्तु सदैव लेंस के बाईं ओर रखते है । मुख्य अक्ष के समांतर सभी दूरियाँ प्रकाशीय केंद्र से नापी जाती हैं ।
2. प्रकाशीय केंद्र के दाई ओर नापी गई सभी दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं तो बाई ओर नापी गई सभी दूरियॉ ऋणात्मक मानी जाती हैं ।
3. मुख्य अक्ष के लंबवत तथा ऊपर की दिशा में नापी गई दूरियाँ धनात्मक मानी जाती हैं ।
4. मुख्य अक्ष के लंबवत तथा नीचे की दिशा मे नापी गई दूरियाँ ऋणात्मक माना जाती हैं ।
5. उत्तल लेंस का नाभ्यांतर धनात्मक और अवतल लेंस का नाभ्यांतर ऋणात्मक होता है ।

लेंस द्‌वारा होनेवाला आवर्धन (Magnification – M)

लेंस द्‌वारा उत्पन्न आवर्धन यह प्रतिबिंब की ऊँचाई (h_2) तथा वस्तु की ऊँचाई (h_1) मे होनेवाला अनुपात है ।

$$\text{आवर्धन} = \frac{\text{प्रतिबिंब की ऊँचाई}}{\text{वस्तु की ऊँचाई}} \qquad \text{अर्थात } M = \frac{h_2}{h_1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\text{आवर्धन} = \frac{\text{प्रतिबिंब की दूरी}}{\text{वस्तु की दूरी}} \quad \text{अर्थात्} \quad M = \frac{v}{u} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

थोड़ा सोचिए 1 तथा 2 से h_1, h_2, v तथा u इनमें संबंध कैसे स्पष्ट कर सकते है?

दो भिन्न आकारवाले उत्तल लेंस लीजिए । उत्तल लेंस की सहायता से कागज पर सूर्यप्रकाश केंद्रित कीजिए तथा प्रकाश केंद्रित करने से कागज़ जलने की शुरूआत होने तक का समय अंकित कीजिए । यही कृती दूसरे लेंस की सहायता से कीजिए ।

दोनों समय कागज़ जलने के लिए लगनेवाला समय क्या समान है? इस से क्या स्पष्ट होता है?

लेंस की शक्ती (Power of a lense)

आपतित प्रकाश किरणों के अभिसरण अथवा अपसरण करने की लेंस की क्षमता को लेंस की शक्ती (P) कहते हैं । लेंस की शक्ती यह लेंस के नाभ्यांतर पर निर्भर होती है । लेंस की शक्ती अर्थात मीटर इस इकाई मे व्यक्त किए गए नाभ्यांतर का गुणात्मक प्रतिलोम होता है । लेंस की शक्ती की S.I. पद्‌धती मे इकाई डायप्टर (D) है ।

$$P = \frac{1}{f\,(m)} \qquad 1 \text{ डायप्टर} = \frac{1}{1\ m}$$

लेंसों का समायोजन (Combination of lenses)

नाभीय अंतर f_1 तथा f_2 वाले दो लेंस परस्पर स्पर्श कराने पर उनका परिणामी नाभिय अंतर f होता है, उसका सूत्र निम्न प्रकार से दिखाया गया है ।

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

P_1 तथा P_2 ये दो लेंसों की शक्ती होने पर लेंसो की परिणामी शक्ती (P) अर्थात् दो लेंसो को परस्पर स्पर्श करके रखने पर उनके संयोगी लेंस की शक्ती यह दोनों लेंसों के शक्ती के योगफल के बराबर होती है ।

$$P = P_1 + P_2$$

उदाहरण 1. एक वस्तु उत्तल लेंस से 20 cm की दूरी पर मुख्य अक्ष के लंबवत रखी गई है । यदि वस्तु की ऊँचाई 5 cm तथा लेंस का नाभ्यांतर 10 cm होने पर प्रतिबिंब का स्वरुप, स्थान तथा आकार बताइये उसी प्रकार वस्तु का प्रतिबिंब वस्तु की अपेक्षा कितना बड़ा होगा ?

दत्त : वस्तु की ऊँचाई (h_1)= 5 cm , नाभ्यांतर (f) = 10 cm, वस्तु की दूरी (u)= −20 cm
प्रतिबिंब की ऊँचाई (v)= ? , प्रतिबिंब की ऊँचाई (h_2) = ?, आवर्धन M = ?

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

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

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

$$\frac{1}{v} = \frac{-1+2}{20}$$

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

प्रतिबिंब की दूरी का धनात्मक चिह्न यह दर्शाता हैं कि प्रतिबिंब 20 cm की दूरी पर लेंस के दूसरी ओर प्राप्त हुआ है ।

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

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

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

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

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

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

प्रतिबिंब की ऊँचाई तथा आवर्धन का ऋण चिह्न यह दर्शाता है कि प्रतिबिंब वास्तविक तथा उल्टा बना है । प्रतिबिंब यह मुख्य अक्ष के नीचे की ओर बनकर उसकी ऊँचाई वस्तु की ऊँचाई के बराबर है ।

उदाहरण 2. किसी उत्तल लेंस का नाभ्यांतर 20 cm है, तो उस लेंस की शक्ती ज्ञात कीजिए ?
दत्त : नाभ्यांतर =f= 20 cm = 0.2 m,
लेंस की शक्ती = P = ?

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

लेंस की शक्ती 5 D है ।

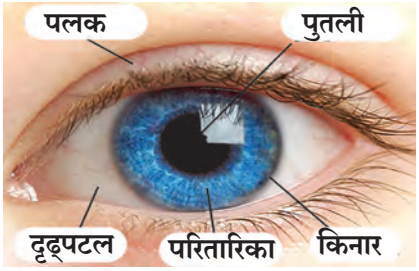
निरीक्षण कीजिए और चर्चा कीजिए

मानव नेत्र की रचना दर्शानेवाली प्रतिकृति का अध्ययन शिक्षक की सहायता से कीजिए ।

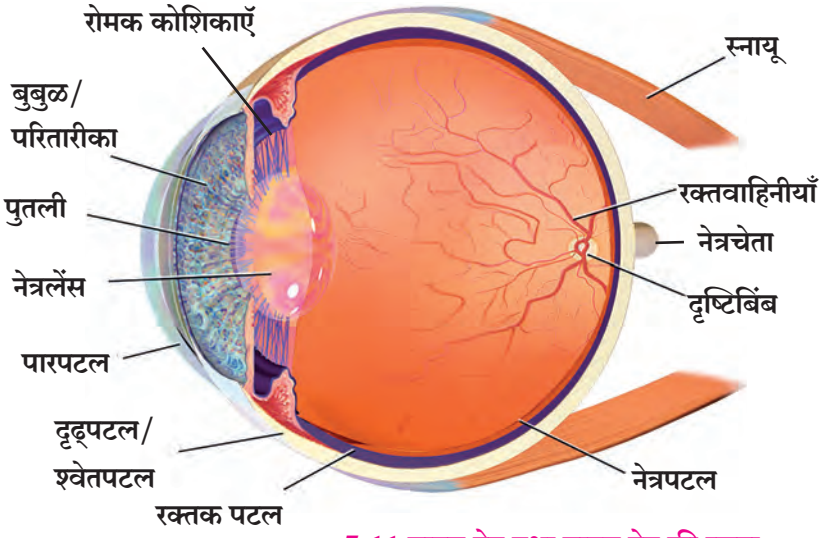
मानव नेत्र और लेंस का कार्य (Human eye and working of its lens)

मानव नेत्र पर एक अत्यंत पतली पारदर्शक झिल्ली (पटल) होती है, उसे स्वच्छ मंडल कहते है । (आकृति 7.11 देखिए) इस पटल से ही प्रकाश नेत्र में प्रवेश करता है । नेत्र में प्रवेश करनेवाली प्रकाश किरणों का अधिकतम अपवर्तन इसी पारदर्शक पटल अर्थात स्वच्छ मंडल द्वारा होता है । इस के पीछे एक गहरा (पेशीय) डायफ्राम होता है, उसे परितारिका कहते हैं । भिन्न-भिन्न व्यक्तियों मे परितारिका का रंग भिन्न-भिन्न होता है । परितारिका के मध्य भाग में एक बदल सकनेवाले व्यासवाला सूक्ष्म छिद्र होता है, उसे नेत्र की पुतली कहते हैं । पुतली नेत्र में प्रवेश करनेवाले प्रकाश की तीव्रता को नियंत्रित करने में उपयुक्त होती है । यदि प्रकाश की तीव्रता अधिक हो तो पुतली के स्नायु संकुचित होते हैं तथा मंद प्रकाश मे पुतली के स्नायु में प्रसरण होता है । पुतली के पृष्ठभाग पर एक पारदर्शी उभार होता है, जिसे नेत्रगोलक कहते हैं । नेत्र के पुतली के बिलकुल पीछे पारदर्शक द्विउत्तलीय केलासीय भाग होता है । वह लेंस है । केलासीय लेंस आवश्यक नाभ्यांतर की दूरियों मे सूक्ष्म समायोजन करता है, जिसके कारण नेत्रपटल पर वास्तविक तथा उल्टा प्रतिबिंब बनता है ।

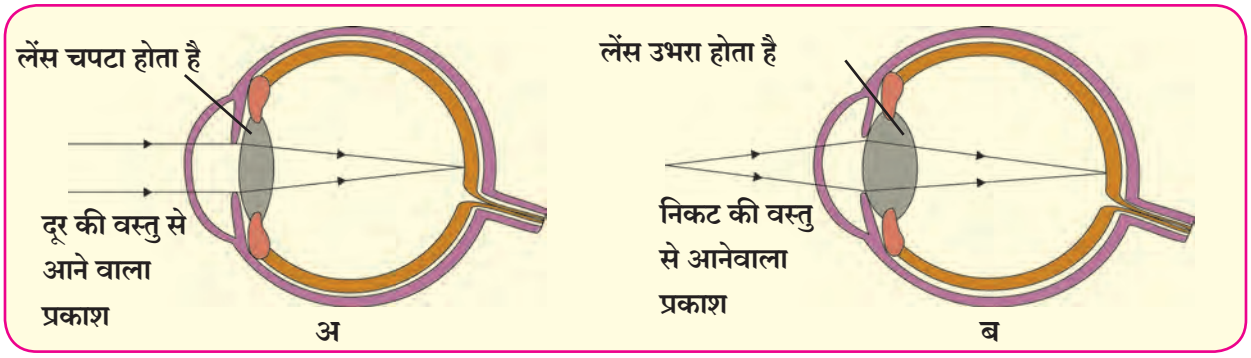
दूर की वस्तु (अनंत दूरी की) देखने पर नेत्र का लेंस चपटा होता है और लेंस का नाभ्यांतर बढ़ता है (आकृति 7.12 अ देखिए) तो निकट की वस्तु देखने पर नेत्र का लेंस उभरा होता है और लेंस का नाभ्यांतर कम होता है (आकृति 7.12 ब देखिए) इसी कारण दोनों समय नेत्र के अंदर के पटल पर वस्तु का प्रतिबिंब स्पष्ट बनता है ।



नाभ्यांतर को आवश्यकता नुसार परिवर्तित करने की लेंस की क्षमता को समायोजन शक्ति कहते है । लचीले, लेंस को कम-अधिक उभरा कर उसकी वक्रता बदल कर समायोजन किया जाता है परंतु नेत्र के लेंस का नाभ्यांतर विशिष्ट दूरी की सीमा से कम नहीं कर सकते हैं ।



7.11 मानव नेत्र तथा मानव नेत्र की रचना



7.12 दूर की तथा निकट की वस्तु देखते समय लेंस का बदलने वाला अकार

सामान्य नेत्र से जिस कम से कम दूरी पर रखी वस्तू सुस्पष्ट और बिना किसी तनाव से देखी जा सकती है, उस दूरी को सुस्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी कहते हैं और वस्तु के उस स्थान को नेत्र का निकटबिंदु कहते हैं । सामान्य नेत्र में निकटबिंदू नेत्र से 25 cm दूरी पर होता है । नेत्र से जिस अधिक से अधिक दूरी पर वस्तु होने से उसे सुस्पष्ट देख सकते हैं उस दूरी को सुस्पष्ट दृष्टि की अधिकतम दूरी कहते है, तथा वस्तु के उस स्थान को नेत्र का दूरबिंदु कहते हैं । सामान्य मानव नेत्र का दूरबिंदु अनंत दूरी पर होता है ।

क्या आप जानते हैं?

नेत्रगोलक का व्यास लगभग 2.4 cm होता है । मानव नेत्र मे लेंस का कार्य अत्यंत महत्वपूर्ण है । नेत्र के नाभ्यांतर को परिवर्तित कर भिन्न-भिन्न दूरी पर स्थित वस्तुओं को नेत्र समायोजित करता है । सामान्य नेत्र के लिए नेत्र की पेशियाँ शिथिल होने पर नेत्र का नाभ्यांतर 2 cm होता है । नेत्र लेंस का दूसरा नाभिकीय बिंदू नेत्र के अंदरवाले परदे पर होता है ।

करके देखिए !

1. किताब को अपनी आँखो से दूर रखकर पढ़ने का प्रयास कीजिए ।
2. किताब को अपनी आँखो के अत्यंत निकट रखकर पढ़ने का प्रयास कीजिए ।
3. किताब को अपनी आँखो से लगभग 25 cm की दूरी पर रखकर पढ़ने का प्रयास कीजिए । कौन से समय में किताब के अक्षर सुस्पष्ट दिखाई देंगे ? क्यों ?

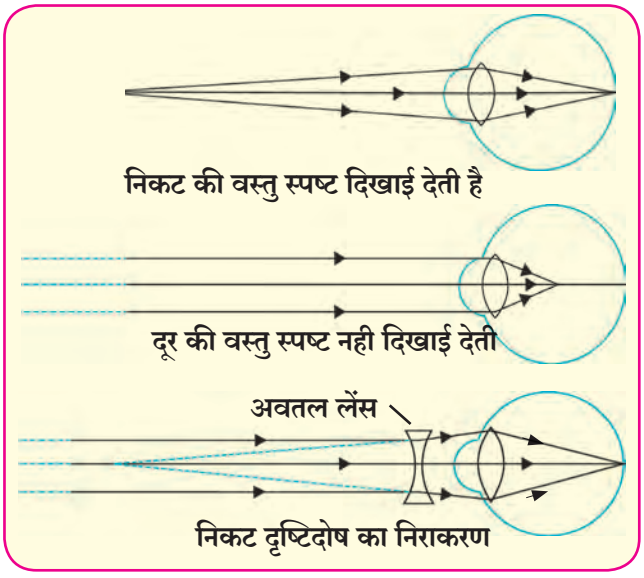
दृष्टिदोष तथा उनको दूर करने के उपाय (Defects of vision and their corrections)

कुछ व्यक्तियों में नेत्र की समायोजन शक्ति कम होने के कारण व्यक्ति को वस्तु सुस्पष्ट नहीं दिखाई देती है । नेत्र के इस अपवर्तन दोष से दृष्टि धुँधली व अस्पष्ट होती है । सामान्यतः दृष्टि के तीन अपवर्तन दोष है ।

1. निकटदृष्टि दोष (Nearsightedness/ Myopia)

निकट दृष्टिदोष में व्यक्ति निकट रखी वस्तुओं को तो स्पष्ट देख सकता है, परंतू दूर रखी वस्तुओं को वह सुस्पष्ट नही देख पाता, अर्थात् नेत्र का दूरबिंदु अनंत दूरी पर न होकर वह निकट होता है । निकट दृष्टिदोष में दूरी की वस्तु का प्रतिबिंब नेत्रपटल पर न बनकर इससे थोड़ा आगे बनता है । इस दोष के उत्पन्न होने के दो संभावित कारण हो सकते हैं । (आकृति 7.13 देखिए)

1. नेत्र के नेत्रलेंस तथा परितारिका इनकी वक्रता बढ़ने से लेंस की अभिसारी क्षमता अधिक होती है ।
2. नेत्रगोलक लंबा हो जाने से नेत्र के लेंस और नेत्रपटल के बीच की दूरी बढ़ती है ।



7.13 निकट दृष्टिता

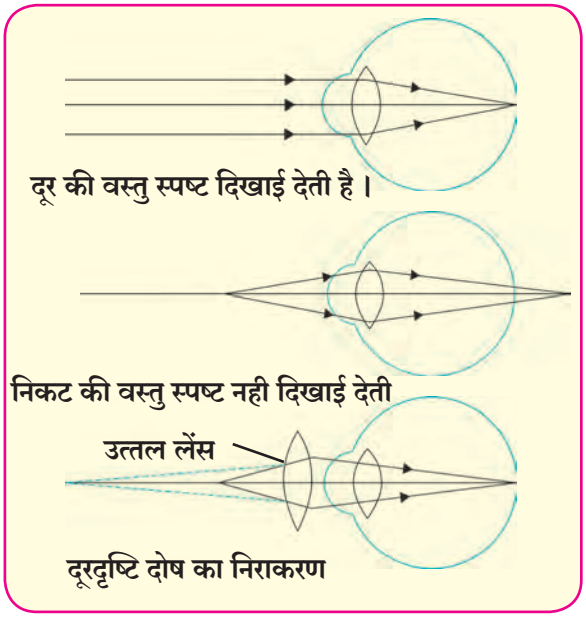
उचित नाभ्यांतरवाले अवतल लेंस वाले चश्मे का उपयोग कर इस दोष को दूर किया जा सकता है । अवतल लेंस द्वारा प्रकाश किरणों का अभिसरण होता है । तथा इस अपसरण के कारण वे नेत्रलेंस तक पहुँचती है और उसके पश्चात नेत्रलेंस के कारण अभिसरण होकर प्रतिबिंब नेत्रपटल पर बनता है । अवतल लेंस का नाभ्यांतर ऋणात्मक होता है । इसलिए निकट दृष्टिदोष के नेत्रों के लिए ऋणात्मक शक्ति के चश्मों का उपयोग करते हैं । दोषों के परिमाण अनुसार विभिन्न आँखों के लिए अवतल लेंस की शक्ति भिन्न-भिन्न होती है ।

2. दूरदृष्टि दोष (Farsightedness/Hypermetropia)

इस दोष में व्यक्ति दूर की वस्तुओं को स्पष्ट रूप से देख सकता है, परंतु पास की वस्तुओं को सुस्पष्ट नही देख पाता, अर्थात नेत्र का निकटबिंदु 25cm की दूरी पर न होकर दूर होता है । निकट की वस्तु का प्रतिबिंब नेत्रपटल के पीछे तैयार होता है । (आकृती 7.14 देखिए) दूरदृष्टि दोष उत्पन्न होने के दो संभावित कारण है ।

1. नेत्र के लेंस तथा परितारिका की वक्रता कम होने से लेंस की अभिसरण क्षमता कम होती है ।

2. नेत्रगोलक छोटा अथवा चपटा होने के कारण नेत्रलेंस और दृष्टिपटल के बीच की दूरी कम होती है ।



7.14 दूरदृष्टिता

उचित नाभ्यांतर वाले उत्तल लेंस के चश्मे का उपयोग कर इस दोष को दूर किया जा सकता है । उत्तल लेंस की सहायता से प्रकाश किरणें अभिसृत होकर वे नेत्र के लेंस तक पहुँचती है तथा इसके बाद नेत्रद्वारा अभिसरण होकर प्रतिबिंब नेत्रपटल पर बनता है ।

उत्तल लेंस की शक्ति धनात्मक होने के कारण दूरदृष्टि दोष से पीड़ित व्यक्ति के लिए धनात्मक शक्ति का चश्मा लगता है । नेत्रों के दोषों के अनुसार विभिन्न आँखो के लिए उत्तल लेंस की शक्ति भिन्न-भिन्न होती है ।

3. जरा दृष्टि (Presbyopia)

सामान्यतः आयु में वृद्धि होने के कारण नेत्र की समायोजन क्षमता घट जाती है । नेत्र के समीपवाले लेंस की रोमक पेशीयाँ लेंस के नाभ्यांतर को उचित बनाने की क्षमता खो देती है । अधिकांश वृद्ध व्यक्तियों का निकटबिंदु दूर हट जाता है और चश्मों के बिना उन्हें पास की वस्तुओं को आसानी से और स्पष्ट देखने में कठिनाई होती है ।

कभी-कभी व्यक्ति के नेत्र में दोनों प्रकार के दोष निकट दृष्टिदोष तथा दूरदृष्टिदोष हो सकते हैं । ऐसे व्यक्तिओं को सुस्पष्ट देखने के लिए प्राय द्विनाभि लेंसो की आवश्यकता होती है । द्विनाभीय लेंस में ऊपरी भाग अवतल लेंस का होता है और इससे निकट दृष्टिदोष को दूर किया जाता है । निचला भाग उत्तल लेंस का होता है और इससे दूरदृष्टि दोष दूर किया जाता है ।

करके देखिए !

1. आपकी कक्षा मे चश्मे का उपयोग करनेवाले विद्यार्थियोंकी सूची बनाइये ।
2. उनके चश्मों के नंबर को नोट कीजिए ।

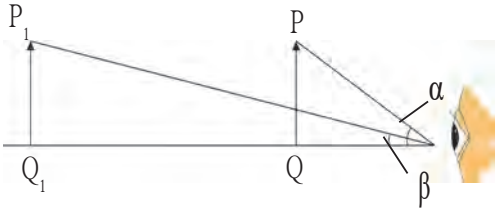
जानकारी के आधार पर विद्यार्थियों के आँखो में पाए गए दोष पहचानिए तथा नोट कीजिए, अधिकतर विद्यार्थियो में कौनसा दोष पाया जाता है ?

इंटरनेट मेरा मित्र

निम्न संकेत स्थल से अधिक जानकारी लिजिए ।
www.physics.org
www.britannica.com

वस्तू का आभासी (काल्पनिक) आकार (Apparant size of object)

आकृति में दर्शाये नुसार आँख से भिन्न दूरी पर समान आकार की दो वस्तुएँ PQ व P_1Q_1 पर विचार किजिए । PQ इस वस्तु द्वारा आँख पर बननेवाला कोण (α) यह P_1Q_1 इस वस्तु द्वारा आँख पर बननेवाला (β) कोण से बड़ा होने के कारण आँखों द्वारा समीप की वस्तु PQ यह P_1Q_1 से बड़ी दिखाई देती है । इस का अर्थ यह होता है कि आँख को दिखाई देनेवाले वस्तु का आभासी आकार यह वस्तु द्वारा आँख पर बननेवाले कोण पर निर्भर होता है ।



7.15 वस्तू काआभासी आकार

थोड़ा सोचिए

1. छोटी वस्तु स्पष्ट दिखने के लिए हम उसे आँख के समीप क्यों लाते हैं?
2. कोई वस्तु आँख के समीप 25 cm की दूरी से भी निकट लाने पर आँख पर बननेवाला कोण बढ़ने के बावजूद भी वस्तु हमें अस्पष्ट क्यों दिखती हैं?

अवतल लेंस के उपयोग (Use of concave lenses)

अ. चिकित्सक सामग्री, स्कॅनर और सी.डी. प्लेअर : इन उपकरणों में लेझर किरणों का उपयोग किया जाता है । इन उपकरणों का कार्य उचित रूप से चलने के लिए उनमें अवतल लेंस का उपयोग किया जाता है ।

ब. दरवाजे पर लगाया नेत्रगोलक यह एक छोटा संरक्षक उपकरण है । जिसकी सहायता से दरवाजे के बाहर का परिसर अधिक विस्तृत रूप से देख सकते हैं । इस उपकरण में एक या अधिक अवतल लेंस का उपयोग करते हैं ।

क. चश्मे : निकट दृष्टिदोष का निराकरण करने के लिए अवतल लेंस का उपयोग करते है ।

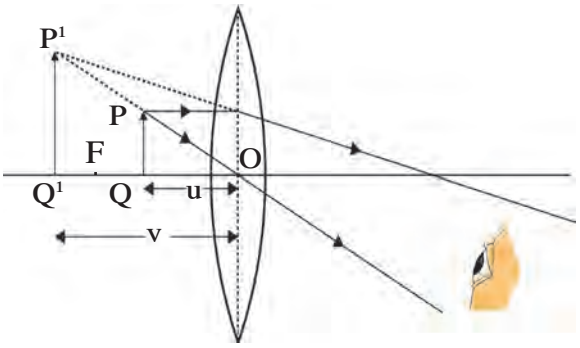
ड. बैटरी : बल्बद्वारा उत्पन्न प्रकाश को विस्तृत रूप से फैलाने के लिए अवतल लेंस का उपयोग किया जाता है ।

इ. कॅमेरा, दूरबीन और दूरदर्शी : इन उपकरणों में मुख्यतः उत्तल लेंस का उपयोग किया जाता है । इन उपकरणों में प्राप्त प्रतिबिंब का उत्कृष्ट दर्जा प्राप्त करने लिए नेत्रलेंस के आगे या नेत्रलेंस में अवतल दर्पण का भी उपयोग किया जाता है।

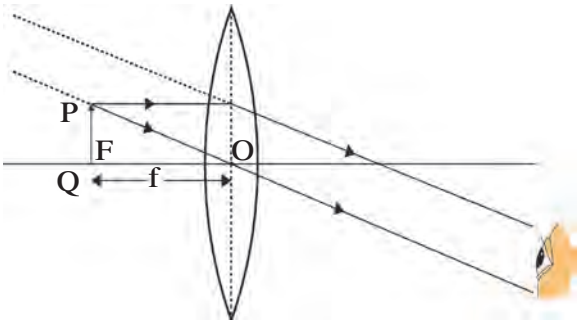
उत्तल लेंस के उपयोग (Use of convex lenses)

अ. सरल सूक्ष्मदर्शी (Simple Microscope)

कम नाभ्यांतर वाले लेंस से सूक्ष्म वस्तु का बड़ा, आभासी और सीधा प्रतिबिंब तैयार होता है उसे सरल सूक्ष्मदर्शी कहते हैं। सरल सूक्ष्मदर्शी को आवर्धक (magnifying glass) भी कहते हैं। सरल सूक्ष्मदर्शी की सहायता से वस्तु से 20 गुना बड़ा प्रतिबिंब प्राप्त होता है। घड़ी दुरूस्ती के लिए, रत्नों की जाँच करने के लिए और उनमे दोष खोजने के लिए उत्तल लेंस का उपयोग करते है।



अ. वस्तु लेंस के पास

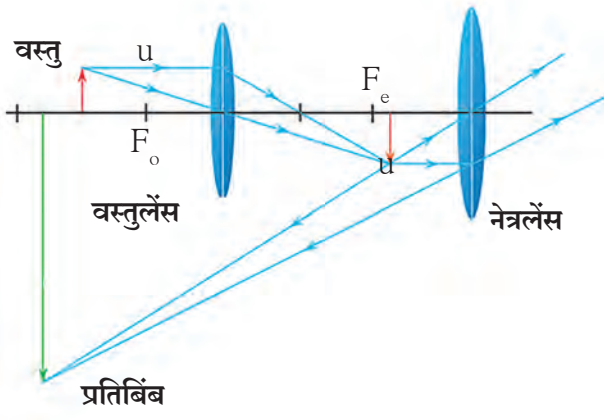


ब. वस्तु लेंस के नाभि पर

7.16 सरल सूक्ष्मदर्शी

ब. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी (Compound Microscope)

छोटे आकार की वस्तुओं को देखने के लिए सरल सूक्ष्मदर्शी का उपयोग करते हैं। परंतु रक्तपट्टिकाएँ, प्राणि व वनस्पती कोशिकाएँ, बैक्टीरिया जैसे सूक्ष्मजीव इन जैसी अतिसूक्ष्म वस्तूएँ सरल सूक्ष्मदर्शी से आवर्धित नहीं होती हैं। ऐसी वस्तुओं को देखने के लिए संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का उपयोग करते हैं। संयुक्त सूक्ष्मदर्शी यह नेत्रलेंस तथा वस्तु लेंस ऐसे दो उत्तल लेंसों से बना होता है। वस्तु लेंस का छिद्र छोटा होता है और नाभ्यांतर भी कम होता है। नेत्रलेंस का आकार बड़ा होकर उसका नाभ्यांतर वस्तुलेंस की अपेक्षा अधिक होता है। दो 'लेंसों' के एकत्रित परिणाम से अधिक आवर्धन प्राप्त किया जाता है।



7.17 संयुक्त सूक्ष्मदर्शक

आकृति 7.17 में दर्शायेनुसार वस्तु के प्रतिबिंब का आवर्धन दो चरणों मे होता है। एक लेंसद्वारा तैयार प्रतिबिंब दूसरे लेंस के लिए वस्तु होती है। दोनों लेंस के अक्ष एक ही सीधी सरल रेखा में होते हैं। यह लेंस एक धातु की नली में इस प्रकार रखते हैं कि उनके बीच की दूरी को परिवर्तित कर सकें।

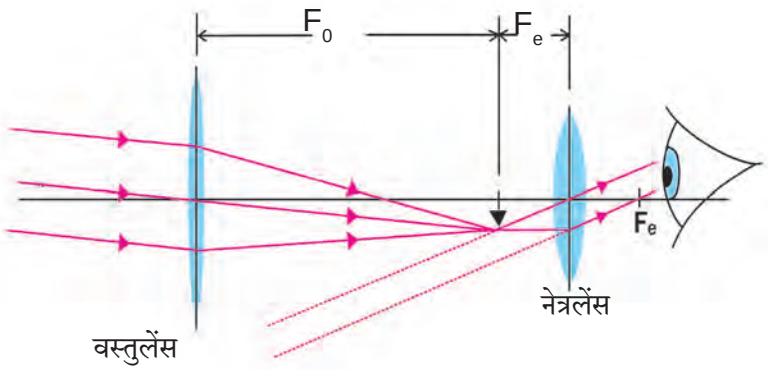
क. दूरदर्शी अथवा दूरबीन (Telescope)

अधिक दूर की वस्तु स्पष्ट रूप से और आवर्धित रूप में उनके सुक्ष्मतम हिस्से को देखने के लिए दूरदर्शी इस प्रकाशीय उपकरण का उपयोग करते हैं। तारे, ग्रह आदि खगोलीय पिंड़ों का विस्तृत दर्शन करने के लिए उपयुक्त दूरदर्शी को खगोलीय दूरदर्शी कहते हैं। दूरदर्शी के दो प्रकार होते हैं।

1. अपवर्ती दूरदर्शी – लेंस का उपयोग करते है।
2. परावर्ती दूरदर्शी – दर्पण तथा लेंस इन दोनों का उपयोग करते है।

दोनों उपकरणों में वस्तुलेंस से बननेवाला प्रतिबिंब नेत्रलेंस के लिए वस्तु का कार्य करता है और अंतिम प्रतिबिंब बनता है। वस्तुलेंस बड़े आकार व अधिक नाभ्यांतर वाले होते हैं, जिस कारण दूर की वस्तु से आनेवाला प्रकाश अधिक मात्रा में एकत्रित होता है।

इसके विपरित नेत्रलेंस का आकार छोटा होता है तथा नाभ्यांतर भी कम होता है । ये दोनों लेंस धातु की नली में इस प्रकार रखते हैं कि उनके बीच की दूरी को बदला जा सके । दोनो लेंसों के अक्ष सरल रेखा में होते हैं । सामान्यतः समान वस्तु लेंस परंतु भिन्न-भिन्न नाभ्यांतर के नेत्रलेंस का उपयोग करके दूरदर्शी की सहायता से विभिन्न आवर्धन को प्राप्त करते हैं ।



7.18 अपवर्तनी दूरदर्शी

ड. प्रकाशीय उपकरण

उत्तल लेस का उपयोग कॅमरा, प्रोजेक्टर, वर्णपटदर्शक आदि विभिन्न प्रकाशीय उपकरणों में भी किया जाता है ।

इ. चश्मे

उत्तल लेंस का उपयोग दूरदृष्टिदोष दूर करने वाले चश्मों के लिए किया जाता है ।

करके देखिए ! 1. जलती हुई अगरबत्ती हाथ में पकड़कर वृत्ताकार घुमाए ।

2. एक गत्ते के एक बाजु में खाली पिंजड़ा और दूसरे बाजु में किसी पक्षी का चित्र निकालकर गत्ता धागे की सहायता से लटकाइए । धागें को छोड़ दीजिए । क्या दिखाई दिया ? किस कारण ?

दृष्टिसातत्य (Persistance of vision)

वस्तु का प्रतिबिंब नेत्रलेंस द्वारा नेत्रपटल पर बनता है इसी कारण वस्तु हमें दिखाई देती है । जब तक वस्तु आँखों के सामने है तब तक उसका प्रतिबिंब नेत्रपटल होता है । वस्तू दूर करने पर प्रतिबिंब भी नष्ट होता है । हमारी आँखों के संदर्भ में वस्तु दूर करने के बाद भी $\frac{1}{16}$ सेकंड़ तक प्रतिबिंब नेत्रपटल पर वैसे ही रहता है । कुछ समय तक नेत्रपटल पर संवेदना रहती है, इसी परिणाम को दृष्टिसातत्य कहते हैं । ऐसे अनुभव देने वाले दैनिक जीवन के विभिन्न उदाहरण कौन-से हैं ?

बताइए तो रंगो की पहचान हमें कैसे होती हैं ?

मानव के नेत्र का नेत्रपटल अनेक प्रकाशसंवेदी कोशिकाओं का बना है । यह कोशिका दंडाकार तथा शंक्वाकार होती हैं । दंडाकार कोशिका प्रकाश की तीव्रता को प्रतिसाद देती है तथा मस्तिष्क को प्रखरता या धुँधलेपन की जानकारी देती है, तो शंक्वाकार कोशिका प्रकाश के रंगो को प्रतिसाद देती है और नेत्रपटल पर प्रतिबिंब के रंग की जानकारी मस्तिष्क को दी जाती है । प्राप्त जानकारी का मस्तिष्कद्वारा विश्लेषण किया जाता है और हमें वस्तु का वास्तविक चित्र दिखाई देता है । दंडाकार कोशिका धुँधले प्रकाश को भी प्रतिसाद देती है, परंतु शंक्वाकार कोशिकाओं को धुँधले प्रकाश की संवेदना नहीं होती है, ये कोशिका सिर्फ तेजोमय प्रकाश को प्रतिसाद देती है । इसी कारण रंगो की संवेदना और पहचान सिर्फ तेजोमय प्रकाश में ही होती है । शंक्वाकार कोशिका को लाल, हरे व नीले रंगों की अलग-अलग संवेदना होती है । जब लाल रंग आँखो पर आता है तब लाल रंग को प्रतिसाद देनेवाली कोशिकाओं को अन्य कोशिकाओं से अधिक उद्दीपित करता है । इसी कारण लाल रंग की पहचान होती है । कुछ व्यक्तियों में विशिष्ट रंगो को प्रतिसाद देने वाली शंक्वाकार कोशिकओं का अभाव होता है । ऐसे व्यक्ती रंग पहचान नहीं सकते अथवा अलग-अलग रंगों में अंतर नहीं कर सकते । ऐंसे व्यक्तियों को रंगांध (Colour blind) कहते है । रंगों में अंतर नहीं बता सकने के अपवाद को छोड़कर उनकी दृष्टि सामान्य होती है ।

स्वाध्याय

1. **निम्नलिखित सारणी के स्तंभ एकदूसरे से मिलाइए और उसके संबंध में संक्षिप्त स्पष्टीकरण लिखिए ।**

स्तंभ 1	स्तंभ 2	स्तंभ 3
दूरदृष्टि दोष	निकट की वस्तु स्पष्ट दिखाई देती है ।	द्विनाभि लेंस
जरा दृष्टि दोष	दूर की वस्तु स्पष्ट दिखाई देती है ।	अवतल लेंस
निकट दृष्टि दोष	वृद्धावस्था की समस्याएँ	उत्तल लेंस

2. **लेंससंबंधी संज्ञाएँ स्पष्ट करनेवाली आकृती बनाइये।**
3. **एक उत्तल लेंस के सामने किस स्थान पर वस्तु रखने पर हमे वास्तविक और वस्तु के आकार का प्रतिबिंब प्राप्त होगा? आकृती बनाइए ।**
4. **वैज्ञानिक कारण लिखिए ।**
   - अ. घड़ी साज सरल सुक्ष्मदर्शी का उपयोग करते है ।
   - आ. रंगों की संवेदना और पहचान सिर्फ प्रकाश में ही होती है ।
   - इ. आँख से 25cm से कम दूरी पर रखी वस्तु को सामान्य आँख सुस्पष्ट रूप से देख नहीं सकती ।
5. **खगोलीय दूरदर्शी का कार्य प्रकाश के अपवर्तन से कैसे स्पष्ट करोगे ?**
6. **अंतर स्पष्ट कीजिए ।**
   - अ. दूरदृष्टि दोष और निकट दृष्टि दोष
   - आ. अवतल लेंस तथा उत्तल लेंस
7. **मानव नेत्र के परितारिका तथा लेंस से जुड़ी हुई कोशिका (स्नायू) का कार्य क्या है?**
8. **उदाहरण हल कीजिए।**

   अ. डॉक्टर ने दृष्टिदोष के निराकरण के लिए +1.5 D शक्ति के लेंस का उपयोग करने की सलाह दी। उस लेंस का नाभ्यांतर कितना होगा? लेंस का प्रकार पहचानकर नेत्रदोष कौन सा होगा?

   उत्तर : + 0.67 m, दूरदृष्टि दोष

   आ. 10 cm नाभ्यांतर वाले अभिसारी लेंस के सामने 5cm ऊँचाई वाली एक वस्तु 25 cm दूरी पर रखी गई है । प्रतिबिंब का स्थान, आकार तथा स्वरुप ज्ञात कीजिए।

   उत्तर : 16.7 cm, 3.3 cm वास्तव

   इ. 2, 2.5 तथा 1.7 D शक्ति वाले लेंस एक दूसरे के समीप रखें तो उनकी कुल शक्ति कितनी होगी? **उत्तर : 6.2 D**

   ई. एक वस्तु लेंस से 60 cm दूरी पर रखी गई है, उसका प्रतिबिंब लेंस के सामने 20 cm की दूरी पर प्राप्त होता है । लेंस का नाभ्यांतर कितना होगा? लेंस अपसारी है या अभिसारी है?

   उत्तर : –30 cm, लेंस अपसारी है ।

उपक्रम :

दूविनेत्री की रचना तथा कार्यसंबंधी Power point presentation तैयार कीजिए ।

HLS75A