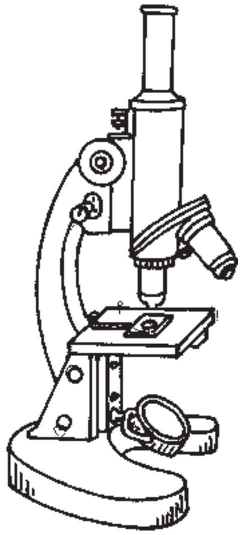
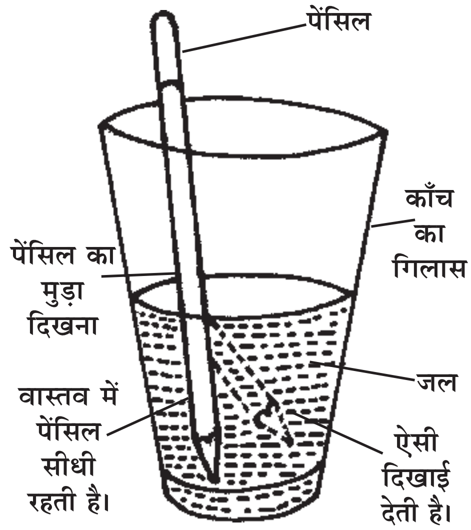
पाठ 8
प्रकाश का अपवर्तन

आइए सीखें

- प्रकाश का अपवर्तन, अपवर्तनांक।
- काँच की पट्टिका तथा प्रिज्म द्वारा प्रकाश का अपवर्तन।
- लैंस तथा लैंस के प्रकार।
- उत्तल लैंस द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना।
- लैंस के अनुप्रयोग- आवर्धक लैंस, सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शी, फोटोग्राफिक कैमरा।
- मानव नेत्र की संरचना एवं नेत्रों की देखभाल।



पिछली कक्षा में आपने परावर्तन के बारे में पढ़ा था। अब हम अपवर्तन के विषय में अध्ययन करेंगे। रात्रि में आपने तारों को टिमटिमाते हुए देखा होगा। ऐसा क्यों होता है? जब पानी से भरे काँच के गिलास में पेंसिल डुबोई जाती है तो वह पानी में मुड़ी हुई क्यों दिखाई देती है?



चित्र 8.1

जब प्रकाश किरण एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे पारदर्शी माध्यम में प्रवेश करती है जैसे हवा से काँच में, हवा से पानी में, या पानी से काँच में या पानी से हवा में तो क्या होता है? आओ इन बातों को समझने के लिए हम एक क्रियाकलाप करते हैं।

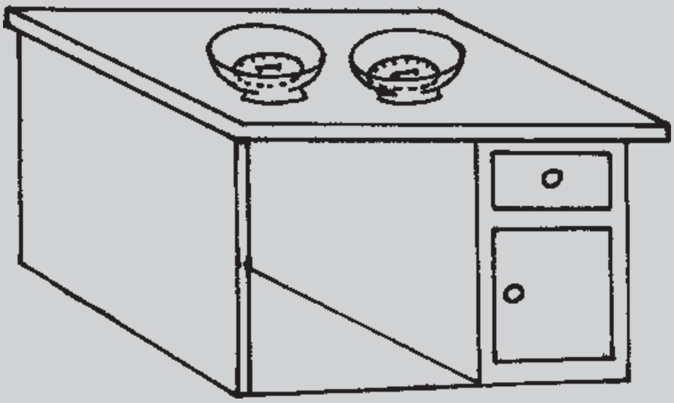
क्रियाकलाप-1

उद्देश्य- प्रकाश के एक माध्यम (जल) से दूसरे माध्यम (हवा) में गमन को समझना।

आवश्यक सामग्री- एक समान दो पीतल या स्टील की कटोरी, दो सिक्के, साफ पानी, टेबिल आदि।

प्रक्रिया- चित्रानुसार दो कटोरियों को एक टेबिल पर पास-पास एक सीध में रखिए तथा उनके तल

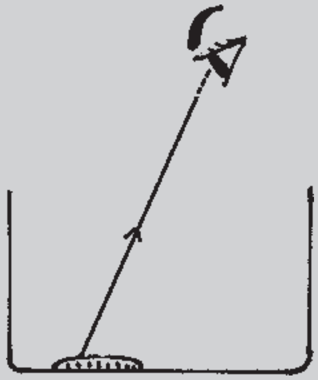
में एक-एक सिक्का रखिए। अब अपने किसी साथी को दोनों कटोरियों में रखे सिक्कों को देखते हुए पीछे हटने के लिए कहिए। जब आपके साथी को दोनों सिक्के दिखना बंद हो जाए तो उसे बिना हिले वही रुकने के लिए कहें। अब एक कटोरी में पानी धीरे-धीरे इस तरह डालिए कि कटोरी में सिक्के की स्थिति न बदले। पानी कटोरी में डालते रहिए। जब आपके साथी को किसी कटोरी में रखा सिक्का दिखाई देने लगे तो रुक जाएँ। इस स्थिति में आपके साथी को पानी वाली कटोरी में रखा सिक्का दिखाई देता है जबकि दूसरी कटोरी में रखा सिक्का दिखाई नहीं देता है। ऐसा क्यों?



चित्र 8.2

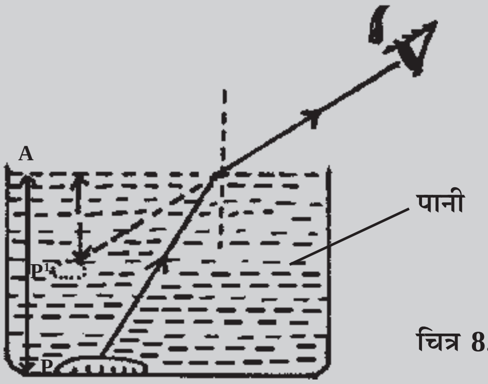
विश्लेषण- (i) जब सिक्का दिखाई नहीं देता है- सिक्के से चलने वाली किरणें कटोरी की दीवार से टकराकर रुक जाती है अत: उसे सिक्का दिखाई नहीं देता है। (ii) जब सिक्का दिखाई देता है- दूसरी कटोरी में पानी डाला जाता है तो आपके साथी को सिक्का दिखाई देने लगता है, क्योंकि सिक्के से चलने वाली किरणें जब पानी से हवा में आती हैं तो वह अपने मार्ग से मुड़ कर साथी की आँख तक पहुँचती हैं अत: साथी को आँख की सीध में सिक्का, कटोरी की तली से ऊपर उठा हुआ दिखाई देता है।

निष्कर्ष- जब प्रकाश एक माध्यम (जल) से दूसरे माध्यम (हवा) में प्रवेश करता है तो अपने मार्ग से मुड़ जाता है।



चित्र 8.3

धातु की जल रहित कटोरी, P = सिक्का अपवर्तन के अभाव में सिक्के से चलने वाली किरण नेत्र में प्रविष्ट नहीं होती अत: सिक्का दिखाई नहीं देता।



चित्र 8.4

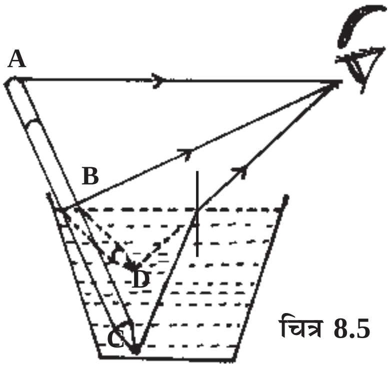
धातु की जल युक्त कटोरी जल से वायु में अपवर्तन के कारण सिक्के से चलने वाली किरण नेत्र में प्रविष्ट हो जाती है।

P = वस्तु (सिक्का) AP = वास्तविक गहराई

P' = आभासी वस्तु AP' = आभासी गहराई

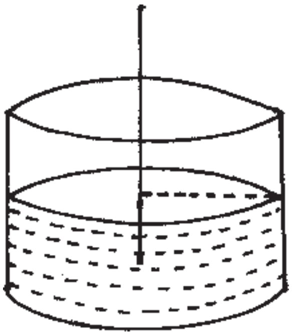
प्रकाश का अपवर्तन- जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करती है तो वह अपने मार्ग से विचलित हो जाती है। प्रकाश किरण के विचलन की घटना को प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं।

आइए प्रकाश के अपवर्तन की घटना को एक उदाहरण से समझें।



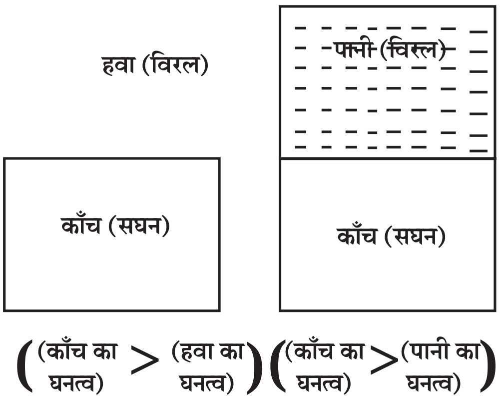
चित्र 8.5

प्रकाश के अपवर्तन के कारण पानी से भरे काँच के गिलास में डूबी पेन्सिल ABC मुड़ी हुई (ABD) दिखाई देती है क्योंकि पानी में डूबी पेन्सिल (बिन्दु B से बिन्दु C तक) से चलने वाली किरणें जब पानी से हवा में प्रवेश करती है तो वह अपने मार्ग से चित्रानुसार मुड़कर देखने वाले की आँख तक पहुँचती हैं। इस प्रकार पेन्सिल मुड़ी हुई दिखाई देती है।


चित्र 8.6

जब कोई प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम की सतह पर लम्बवत आपतित होती है तो वह अपने मार्ग से विचलित नहीं होती है। किसी पारदर्शी माध्यम की सतह के किसी बिन्दु पर खीचे गए लम्ब को अभिलम्ब कहते हैं।

विरल और सघन माध्यम- हमारे आसपास कई पारदर्शी माध्यम है, जैसे हवा, पानी, काँच आदि। प्रकाश का अपवर्तन होने के लिए सदैव कम से कम अलग-अलग घनत्वों के दो पारदर्शी माध्यमों की आवश्यकता होती है जैसे (हवा, पानी), (पानी, काँच) या (हवा, काँच) आदि। हवा और पानी में, हवा विरल माध्यम है तथा पानी सघन माध्यम है, क्योंकि हवा का घनत्व, पानी के घनत्व की तुलना में कम है। इस प्रकार किन्हीं भी दो माध्यमों में किसी माध्यम का विरल या सघन होना, उन माध्यमों के घनत्व पर निर्भर करता है। नीचे चित्र द्वारा कुछ माध्यमों के जोड़े लेकर उनमें विरल तथा सघन माध्यम को बताया गया है-



चित्र 8.7

क्या आप जानते हैं?

वायुमण्डल में उपस्थित जल वाष्प तथा ताप के कारण वायुमण्डल में भिन्न-भिन्न घनत्व की परतें बन जाती हैं, जिसके कारण वायु की विभिन्न परतें एक-दूसरे की तुलना में विरल तथा सघन माध्यम की भाँति व्यवहार करती है। इन परतों से होकर जाने वाली प्रकाश किरणें अपने मार्ग से विचलित हो जाती हैं। इस घटना को प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं। इसी कारण रात्रि में तारे टिमटिमाते हुए दिखाई देते हैं।

अपवर्तनांक- किसी माध्यम में प्रकाश की चाल, उसके घनत्व पर निर्भर करती है। जिस माध्यम का घनत्व कम होता है, उस माध्यम में प्रकाश की चाल अधिक तथा जिस माध्यम का घनत्व अधिक होता है उस माध्यम में प्रकाश की चाल कम होती है। उदाहरण के लिए वायु एवं निर्वात का घनत्व, अन्य माध्यमों की तुलना में सबसे कम होता है। इसलिए वायु एवं निर्वात में प्रकाश की चाल अधिकतम लगभग 3×10^8 मीटर/सेकण्ड होती है, जबकि काँच में प्रकाश की चाल लगभग 2×10^8 मीटर/सेकेण्ड होती है। जब प्रकाश हवा से काँच में जा रहा हो तो हवा में प्रकाश की चाल और काँच में प्रकाश की चाल के अनुपात को हवा या निर्वात के सापेक्ष (तुलना में) काँच का अपवर्तनांक कहते हैं। इसे $a\mu g$ (ए 'म्यू' जी) संकेत द्वारा दर्शाते हैं। a for air (हवा), g for glass (काँच)।

$$\text{अतः } a\mu g = \frac{\text{हवा में प्रकाश की चाल}}{\text{काँच में प्रकाश की चाल}}$$

$$a\mu g = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^8} = 1.5$$

किन्हीं दो माध्यमों में यदि प्रकाश पहले माध्यम से दूसरे माध्यम में जा रहा हो, तो पहले माध्यम में प्रकाश की चाल और दूसरे माध्यम में प्रकाश की चाल के अनुपात को पहले माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक कहते हैं। इसे $_{I}\mu_{II}$ से दर्शाते हैं।

- अपवर्तनांक का कोई मात्रक नहीं होता है, क्योंकि यह दो समान राशियों का अनुपात होता है।
- निर्वात में प्रकाश की चाल, वायु में प्रकाश की चाल की तुलना में थोड़ी अधिक होती है, इसी कारण निर्वात का अपवर्तनांक 1, वायु के अपवर्तनांक (1.0056) से कुछ कम होता है। वायु एवं निर्वात के अपवर्तनांकों में अन्तर बहुत कम है, इसीलिए हवा के सापेक्ष अन्य माध्यमों के अपवर्तनांक को व्यवहार में निर्वात् के सापेक्ष अपवर्तनांक मानते हैं।
- हवा या निर्वात के सापेक्ष अन्य माध्यम के अपवर्तनांक को निरपेक्ष अपवर्तनांक कहते हैं। इसे केवल μ (म्यू) द्वारा भी दर्शाते हैं। जैसे पानी का हवा या निर्वात के सापेक्ष अपवर्तनांक 1.33 है। इसे पानी का निरपेक्ष अपवर्तनांक भी कहते हैं।

निर्वात का शाब्दिक अर्थ- निः = नहीं, वात = वायु, निर्वात अर्थात् जहाँ वायु न हो।

अब बताइए

1. हवा और पानी में कौन सा माध्यम सघन माध्यम है।
2. प्रकाश के अपवर्तन से आप क्या समझते हैं?
3. पानी से भरे गिलास में पेंसिल डुबोई जाती है तो वह पानी में मुड़ी हुई क्यों दिखाई देती है?
4. **दिए गए विकल्पों में से सही विकल्प छाँटकर खाली स्थानों की पूर्ति कीजिए।**

   (3×10^8 m/s, प्रकाश के अपवर्तन, कम, अधिक)

   (i) वायु या निर्वात् में प्रकाश की चाल लगभग .... होती है।

   (ii) रात्रि में तारे .... के कारण टिमटिमाते हुए दिखाई देते हैं।

   (iii) सघन माध्यम में प्रकाश की चाल, वायु की तुलना में .... होती है।

   (iv) विरल माध्यम में प्रकाश की चाल सघन माध्यम से .... होती है।

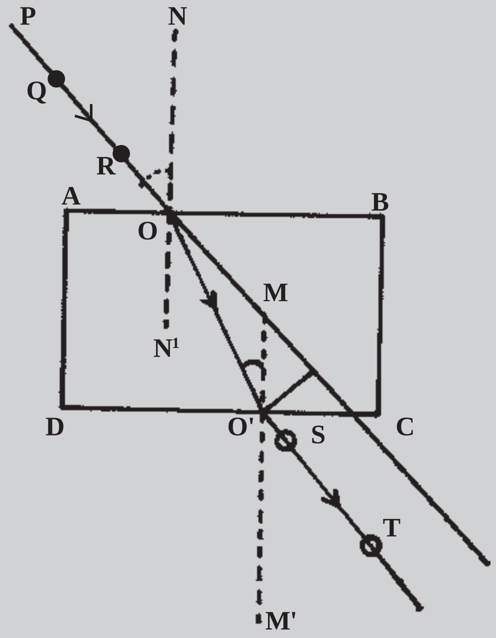
प्रकाश किरण को एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाने पर वह किस मार्ग पर गमन करती है, जानने के लिए एक क्रियाकलाप करेंगे-

क्रियाकलाप-2

उद्देश्य- प्रकाश के अपवर्तन में प्रकाश किरण के मार्ग का अवलोकन करना।

आवश्यक सामग्री- काँच का आयताकार गुटका (स्लैब), सफेद कागज, थर्मोकॉल, आलपिन।

प्रक्रिया- ● थर्मोकॉल पर सफेद कागज को चिपकाइए। ● काँच के गुटके को सफेद कागज पर रखकर पेन्सिल से उसकी सीमाएँ ABCD बनाइए। ● काँच के गुटके को कागज से हटाकर AB भुजा पर चित्रानुसार अभिलम्ब NN' तथा आपतित किरण PO खीचिए। ● आपतित किरण PO पर लगभग 1 c.m. की दूरी पर दो पिने Q और R लगाइए। ● अब काँच के गुटके ABCD पर



चित्र 8.8

वापिस रखिए और CD भाग से काँच के गुटके के अंदर देखते हुए Q और R पिनों के प्रतिबिम्ब की सीध में दो पिनें S और T लगाइए। ● कागज पर बनी सीमा रेखा ABCD से गुटके को हटाकर S और T बिन्दुओं को मिलाते हुए सीधी रेखा खींचिए, जो CD भुजा को O' बिन्दु पर स्पर्श करती है। ● बिन्दु O व O' को मिलाइए। ● बिन्दु O' पर अभिलम्ब MM' खींचिए।

विश्लेषण- (i) चित्र से स्पष्ट है कि जब प्रकाश किरण AB सतह से विरल माध्यम (हवा) से सघन माध्यम (काँच) में प्रवेश करती है तो मार्ग (POO') पर गमन करती है तथा अपवर्तित किरण (OO') अभिलम्ब की ओर झुक जाती है। (ii) जब प्रकाश किरण CD सतह से सघन माध्यम (काँच) से विरल माध्यम (हवा) में प्रवेश करती है तो मार्ग O'ST पर गमन करती है। यह निर्गत अपवर्तित किरण अभिलम्ब MM' से दूर हट जाती है।

निष्कर्ष- (i) जब प्रकाश की किरण विरल माध्यम (हवा) से सघन माध्यम (काँच) में प्रवेश करती है तो अभिलम्ब की ओर झुक जाती है। (ii) जब प्रकाश की किरण सघन माध्यम (काँच) से विरल माध्यम (वायु) में जाती है तो अभिलम्ब से दूर हट जाती है।

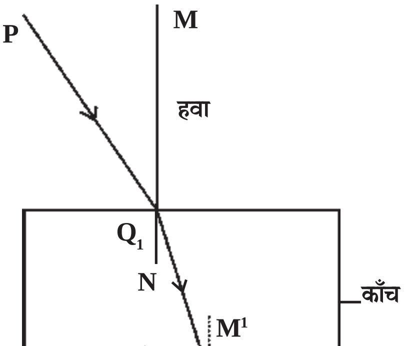
अब बताइए

(1) खाली स्थान भरिए-

(i) जब प्रकाश किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम में जाती है तो वह अभिलम्ब की ओर .... जाती है।

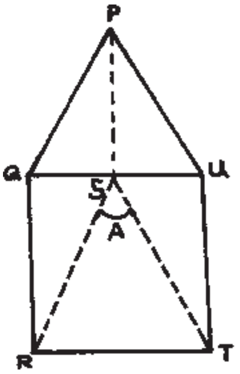
(ii) जब प्रकाश किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाती है तो वह अभिलम्ब से .... हट जाती है।

(2) .... चित्र में प्रकाश किरण को हवा से पानी में जाने व पानी से हवा में आने के मार्ग को दर्शाया गया है तथा चित्र में आपतन कोण, अपवर्तन कोण, आपतित किरण, अपवर्तित किरण, निर्गत किरण तथा अभिलम्ब को दर्शाइए।

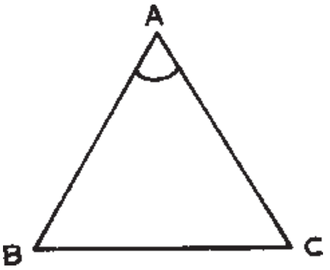


प्रिज्म द्वारा प्रकाश का अपवर्तन

अभी हमने काँच की पट्टिका द्वारा प्रकाश के अपवर्तन को समझा। काँच की पट्टिका में आमने-सामने की सतहें समांतर होती हैं। क्या होगा, जब हम प्रकाश को ऐसी पारदर्शी आकृति में से गुजारे, जो तीन आयताकार और दो त्रिभुजाकार सतहों से मिलकर बनी होती हैं। इस प्रकार की पारदर्शी आकृति को प्रिज्म कहते हैं। प्रिज्म को चित्र 8.9 द्वारा दर्शाया गया है।



सतह PQRS एवं PSTU अपवर्तक सतह, PS-अपवर्तक कोण



प्रिज्म का आधार प्रायः समबाहु त्रिभुज के आकार का होता है, जिससे प्रिज्म के कोण का मान 60^0 के आसपास होता है।

चित्र 8.9

प्रिज्म के किन्हीं दो अपवर्तक फलकों के बीच का कोण प्रिज्म का **अपवर्तक कोण** कहलाता है। संक्षिप्त में इसे प्रिज्म का कोण भी कहते हैं। प्रिज्म अपने ऊपर आपतित प्रकाश को अपवर्तित कर देते हैं।

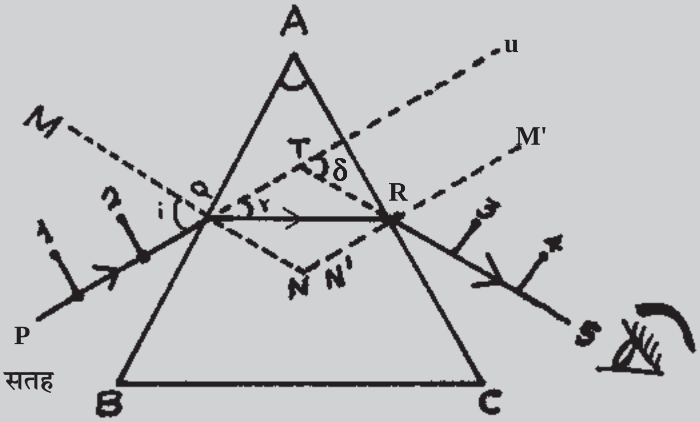
आइए प्रिज्म द्वारा प्रकाश के अपवर्तन को समझने के लिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप-3

उद्देश्य- प्रिज्म द्वारा प्रकाश के अपवर्तन को समझना।

आवश्यक सामग्री- सफेद कागज, आलपिन, थर्मोकॉल, प्रिज्म।

प्रक्रिया- ● सर्वप्रथम गत्ते या थर्मोकॉल पर सफेद कागज चिपकाइए। ● सफेद कागज पर प्रिज्म को रखकर उसकी सीमाएँ ABC बनाइए। ● चित्र की भाँति प्रिज्म की अपवर्तक सतह AB पर PQ रेखा खीचिए तथा PQ रेखा पर दो आलपिन क्रमशः (1, 2) एक-दूसरे से लगभग एक से.मी. की दूरी पर लगाइए। ● अब प्रिज्म की अपवर्तक सतह AC में एक आँख बन्द करके



1, 2, 3, 4 आलपिनें
PQ = आपतित किरण; AB, AC = अपवर्तक सतह
QR = अपवर्तित किरण; BC = आधार सतह
RS = निर्गत किरण; MN, M'N' = अभिलम्ब
∠PQM = आपतन कोण = i, ∠RTU = विचलन कोण=δ
∠TQR = अपवर्तन कोण = r, ∠A = प्रिज्म का कोण

चित्र 8.10 प्रिज्म द्वारा प्रकाश का अपवर्तन

देखते हुए PQ रेखा पर लगी पिनो के प्रतिबिम्बों की सीध में दो आलपिन (क्रमशः 3, 4) लगाइए। ● प्रिज्म को हटाकर गाड़ी गई पिनों की नोंक के निशानों को मिलाते हुए चित्रानुसार RS रेखा खींचिए। ● Q तथा R बिन्दु को मिलाइए।

विश्लेषण- चित्र से स्पष्ट है कि प्रिज्म की अपवर्तक सतह AB से जब कोई आपतित किरण PQ प्रिज्म में प्रवेश करती है तो प्रिज्म के अंदर QR मार्ग का अनुसरण करती हुई निर्गत किरण RS के रूप में बाहर निकलती है। अपवर्तित किरण QR प्रिज्म के आधार की ओर झुक जाती है।

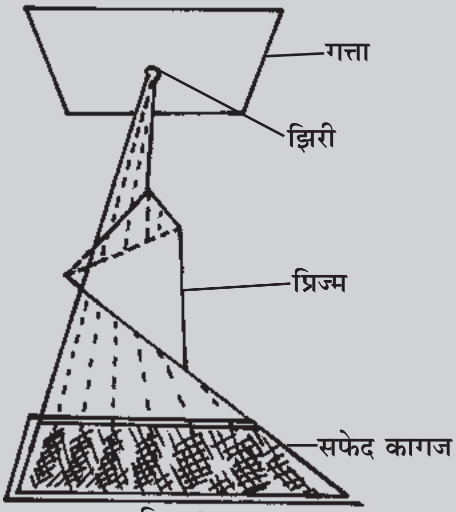
निष्कर्ष- प्रिज्म द्वारा प्रकाश के अपवर्तन में प्रकाश किरण अपने मार्ग से विचलित हो जाती है तथा प्रायः प्रिज्म के आधार की ओर झुककर बाहर निकलती है।

प्रिज्म द्वारा प्रकाश का वर्ण विक्षेपण- हम सभी ने बरसात के दिनों में हल्की धूप में, आकाश में धनुष के आकार की रंगों की एक पट्टी देखी है। इस रंगों की पट्टी को हम इंद्रधनुष कहते हैं। इंद्रधनुष में दिखने वाले रंगों को हम प्रिज्म में से श्वेत प्रकाश या सूर्य प्रकाश को गुजार कर भी देख सकते हैं। प्रिज्म में से जब कोई श्वेत प्रकाश की किरण या सूर्य प्रकाश की किरण गुजरती है तो रंग कैसे दिखाई देते हैं? जानने के लिए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप-4

उद्देश्य- सूर्य प्रकाश या श्वेत प्रकाश की किरण को प्रिज्म में से गुजारने पर घटना का अवलोकन करना।

आवश्यक उपकरण- प्रिज्म, सफेद कागज, जूते का खाली डिब्बा।

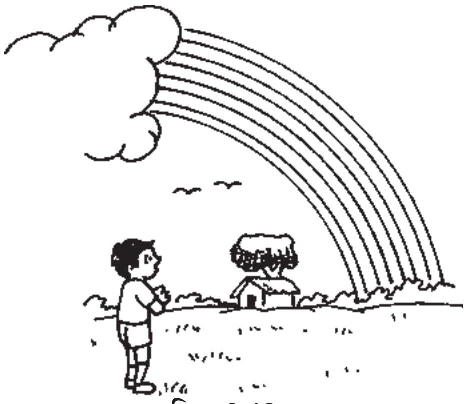


चित्र 8.11

प्रक्रिया- ● जूते के खाली डिब्बे में परकार की नोंक से छेद करिए या चित्रानुसार पतली झिरी बना लीजिए। ● गत्ते के टुकड़े को सूर्य की ओर रखकर, छेद या झिरी में से आने वाले प्रकाश में प्रिज्म की अपवर्तक सतह को रखिए। ● प्रिज्म के नीचे तली में सफेद कागज को रखिए तथा प्रिज्म को तब तक छिद्र या झिरी से आने वाले प्रकाश में घुमाइए, जब तक कि सफेद कागज पर रंगों की पट्टी प्राप्त न हो जाए। ● सावधानीपूर्वक सफेद कागज पर बनने वाली रंगों की पट्टी में रंगों को देखकर, उनके दिखाई देने के क्रम को लिखिए।

विश्लेषण- जब सूर्य किरण प्रिज्म में से गुजरती है तो वह विभिन्न रंगों में विभाजित हो जाती है। यह घटना वर्ण विक्षेपण कहलाती है। ऐसा हर रंग के लिए काँच का अपवर्तनांक अलग-अलग होने के कारण होता है।

निष्कर्ष- (i) श्वेत प्रकाश या सूर्य प्रकाश को प्रिज्म में से गुजारने पर वह सात रंगों में विभाजित हो जाता है। (ii) यदि प्रिज्म के आधार से ऊपर की ओर देखें तो रंग क्रमानुसार बैंगनी, जामुनी, नीला, हरा, पीला, नारंगी और लाल दिखाई देते हैं। संक्षेप में बै, जा, नी, ह, पी, ना, ला से इन्हें याद रखा जा सकता है। (iii) श्वेत प्रकाश बैंगनी, जामुनी, नीले, हरे, पीले, नारंगी और लाल रंगों के मेल से बनता है।



चित्र 8.12

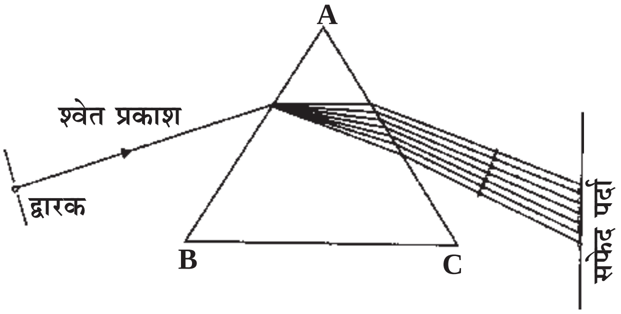
जब सूर्य प्रकाश की किरणे वायुमंडल में तैरती पानी की बूँदों में गुजरती है तो वे प्रकाश के अपवर्तन के कारण रंगों में वैसे ही विभक्त हो जाती है, जैसे प्रिज्म में से गुजरने पर प्रकाश किरणें रंगों में विभक्त होती है अत: आकाश में इंद्रधनुष दिखाई देता है। इंद्रधनुष उस समय बनता है जब आकाश साफ हो और वायुमंडल में नमी हो।

सर्वप्रथम **सर आइजक न्यूटन (1642-1727)** ने ज्ञात किया था कि जब कोई श्वेत प्रकाश की किरण किसी प्रिज्म में प्रवेश करती है तो वह उन रंगों में विभाजित हो जाती है, जिनसे मिलकर सूर्य प्रकाश या श्वेत प्रकाश बना होता है।

प्रकाश का वर्ण विक्षेपण

प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश के अपने अवयवी रंगों में विभक्त होने की घटना को प्रकाश का वर्ण विक्षेपण कहते हैं। वर्ण विक्षेपण में प्राप्त रंगों की पट्टी को वर्णक्रम या स्पेक्ट्रम कहते हैं।

प्रिज्म में जब कोई श्वेत प्रकाश किरण प्रवेश करती है तो उसमें प्रकाश का विचलन और विक्षेपण दोनों घटनाएँ एक साथ होती हैं। एक ही रंग अर्थात् एकवर्णी प्रकाश की किरण जब प्रिज्म में से गुजरती है तो उसका केवल विचलन होता है।



चित्र 8.13 प्रिज्म द्वारा प्रकाश का वर्ण विक्षेपण

अब बताइए

1. नीचे दिए गए दो बॉक्सों में काँच कुछ आयताकार एवं कुछ त्रिभुजाकार पट्टियाँ रखी है। एक प्रिज्म को बनाने के लिए निम्न में से कौन-सा बाक्स चुनेंगे।

चित्र 8.14

2. निम्न विकल्पों में से सही विकल्प को चुनकर खाली स्थान की पूर्ति करो (लाल, न्यूटन, बैंगनी, वर्ण विक्षेपण)

   (i) श्वेत प्रकाश का अपने अवयवी रंगों में विभक्त होने की घटना को .... कहते हैं।

   (ii) सर्वप्रथम प्रकाश के वर्ण विक्षेपण की घटना का अवलोकन विज्ञानी .... ने किया था।

   (iii) प्रिज्म द्वारा प्रकाश के वर्ण विक्षेपण में प्रिज्म के आधार की ओर (सबसे अधिक विचलित होने वाला) से प्रथम रंग .... है।

   (iv) प्रिज्म द्वारा प्राप्त श्वेत प्रकाश के वर्णक्रम में प्रिज्म के आधार की ओर से (सबसे कम विचलित होने वाला) अंतिम रंग .... है।

3. सूर्य के प्रकाश में वर्णक्रम में दिखाई देने वाले रंगों के नाम क्रम में लिखिए।

गोलीय लैंस- आपने अपने घर या आसपास लोगों को आँख में चश्मा लगाए देखा होगा। इन चश्मों का उपयोग लोग दृष्टि कमजोर होने पर (अर्थात् दृष्टि दोष होने पर) पास या दूर की वस्तु को देखने में करते हैं। इन चश्मों में लगे काँच, खिड़की में लगे काँच से भिन्न होते हैं। साधारण काँच की प्लेट से किताब के अक्षर देखने पर उनके आकार में कोई परिवर्तन नहीं होता है, जबकि चश्मे में लगे काँच से किताब के अक्षर देखने पर वे छोटे या बड़े दिखाई देते हैं। दृष्टि दोष दूर करने के लिए आँख के चश्मों में काँच के लैंसों का उपयोग करते हैं।

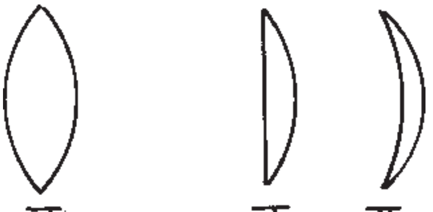
साधारण काँच और लैंस को हम छूकर पहचान सकते हैं। साधारण काँच की सतहें आपस में समांतर तथा समतल होती हैं जबकि लैंस की सतह वक्राकार होती हैं।

लैंस एक ऐसा समांगी पारदर्शी माध्यम होता है जो दो वक्राकार सतहों से अथवा एक वक्राकार सतह तथा एक समतल सतह से घिरा होता है।

घड़ीसाज द्वारा घड़ी के छोटे कलपुर्जों को देखने में प्रयुक्त पारदर्शी काँच, ज्योतिषी द्वारा हस्तरेखा देखने में प्रयुक्त पारदर्शी काँच तथा फोटोग्राफिक कैमरा में प्रयुक्त पारदर्शी काँच आदि दैनिक जीवन में लैंस के उपयोग के उदाहरण हैं।

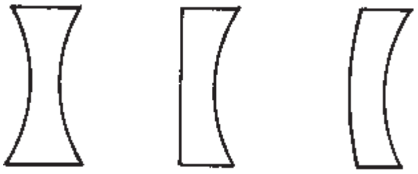
लैंस के प्रकार- लैंस दो प्रकार के होते हैं- (1) उत्तल लैंस, (2) अवतल लैंस

(1) अभिसारी या उत्तल लैंस- ये लैंस बीच में मोटे तथा किनारों पर पतले होते हैं। ये आपतित प्रकाश किरणों को एक बिन्दु पर एकत्रित करते हैं। उत्तल लैंस के (अ) दोनों पृष्ठ उत्तल (ब) एक समतल या एक उत्तल और (स) एक उत्तल और एक अवतल हो सकते हैं।



चित्र 8.15

(2) अपसारी लैंस या अवतल लैंस- ये लैंस किनारों पर मोटे तथा बीच में पतले होते हैं। ये लैंस आपतित प्रकाश किरणों को फैला देते हैं। अवतल लैंस के (अ) दोनों पृष्ठ अवतल (ब) एक पृष्ठ समतल और एक पृष्ठ अवतल या (स) एक पृष्ठ उत्तल और एक पृष्ठ अवतल हो सकते हैं।



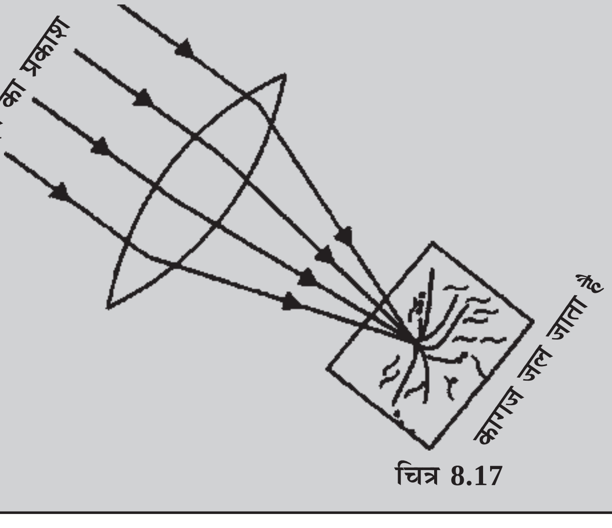
चित्र 8.16

उत्तल लैंस से अपवर्तन के बाद प्रकाश किरणें अभिसारित हो जाती हैं- उत्तल लैंस से अपवर्तन के बाद प्रकाश किरणें एक विशेष बिन्दु पर मिल जाती है या अभिसारित हो जाती हैं। इस बात को समझने के लिए आइए एक क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप-5

उद्देश्य- उत्तल लैंस से अपवर्तन के पश्चात् प्रकाश किरणें अभिसारित हो जाती हैं जानना।

आवश्यक सामग्री- उत्तल लैंस, कागज।



चित्र 8.17

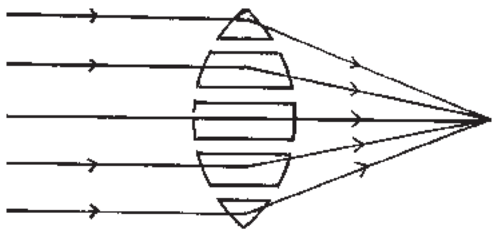
प्रक्रिया- उत्तल लैंस को सूर्य के प्रकाश में ले जाकर, लैंस से अपवर्तन के पश्चात् आने वाले प्रकाश को सफेद कागज पर आपतित कराइए। लैंस को आगे-पीछे करके कागज पर पड़ने वाले प्रकाश को एक प्रकाश बिन्दु के रूप में प्राप्त कराइए। इस स्थिति में लैंस व कागज को बिना हिलाए एक या दो मिनट तक रखिए। थोड़ी देर बाद कागज का वह स्थान जहाँ प्रकाश बिन्दु के रूप में आपतित हो रहा था, जलने लगता है। क्यों?

विश्लेषण- लैंस से अपवर्तन के पश्चात् लैंस पर आपतित प्रकाश किरणें एक बिन्दु पर एकत्रित हो जाती हैं जिससे इस बिन्दु पर प्रकाश किरणों में उपस्थित ऊष्मा की मात्रा बढ़ जाती है तथा कागज जलने लगता है।

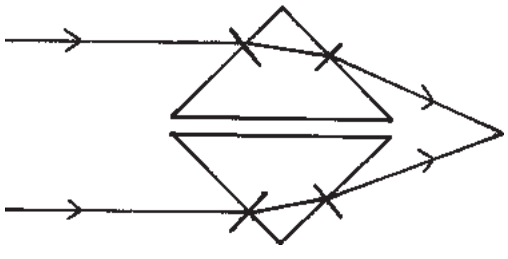
निष्कर्ष- उत्तल लैंस से अपवर्तन के बाद प्रकाश किरणें अभिसारित हो जाती हैं।

सावधानी- यह क्रियाकलाप करते समय विद्यार्थी उत्तल लैंस में से या सीधे सूर्य को कभी न देखें।

उत्तल लैंस से अपवर्तन के बाद प्रकाश किरणें अभिसारित हो जाती हैं। इसे समझने के लिए उत्तल लैंस को चित्रानुसार छोटे-छोटे काँच के कई भागों से मिलकर बना हुआ मानते हैं। लैंस का मध्य भाग काँच की समतल पट्टिका की भाँति तथा दोनों ओर के अन्य भाग कुछ प्रिज्म की आकृति के समान दिखाई देते हैं। लैंस के मध्य भाग से गुजरने वाली किरणें बिना विचलित हुए सीधी निकल जाती हैं जबकि अन्य भागों से निकलने वाली किरणें विचलित होकर एक बिन्दु पर मिलने लगती है। हम जानते हैं कि जब कोई प्रकाश किरण किसी प्रिज्म में से गुजरती है तो वह प्रिज्म के आधार की ओर झुककर बाहर निकलती है। इस प्रकार यदि उत्तल लैंस को यदि चित्र 8.19 में दिखाए गए दो प्रिज्मों से मिलकर बना माने तो स्पष्ट है कि उत्तल लैंस से अपवर्तन के पश्चात् किरणें प्रिज्म के आधार की ओर झुककर बाहर निकलने के बाद आगे चलकर एक बिन्दु पर मिलती हैं।

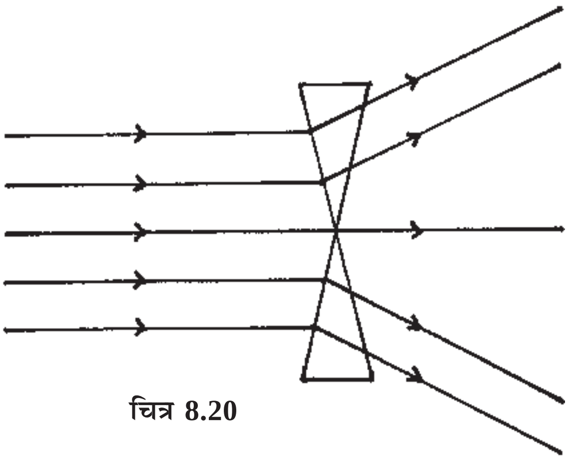


चित्र 8.18



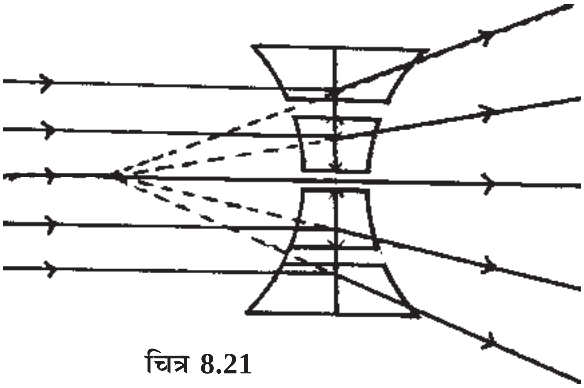
चित्र 8.19

अवतल लैंस द्वारा प्रकाश किरणें अपवर्तन के बाद फैल जाती हैं- अवतल लैंस को निम्न चित्रानुसार दो प्रिज्मों से मिलकर बना मान सकते हैं। जब प्रकाश किरणें अवतल लैंस से गुजरती हैं तो वे ऐसे फैल जाती हैं जैसे वे प्रिज्म के आधार की ओर झुककर बाहर निकल रही हो।



चित्र 8.20

इस प्रकार अवतल लैंस को चित्रानुसार काँच के कई छोटे-छोटे भागों से मिलकर बना माने तो स्पष्ट होता है कि अवतल लैंस से अपवर्तन के बाद प्रकाश किरणें फैल जाती हैं चित्र 8.21। अवतल लैंस के इस गुण के कारण इसका उपयोग स्पष्ट देखने के लिए आँख के चश्मों, घर के दरवाजे पर लगी Door Eye तथा कुछ पार्थिव दूरदर्शी (गैलीलियन दूरदर्शी) में होता है।



चित्र 8.21

अब बताइए

1. दैनिक जीवन में लैंस के दो सामान्य उपयोग लिखिए।

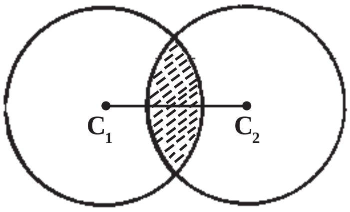
2. **खाली स्थान भरिए-**

   (i) अवतल लैंस को .... लैंस भी कहते हैं।

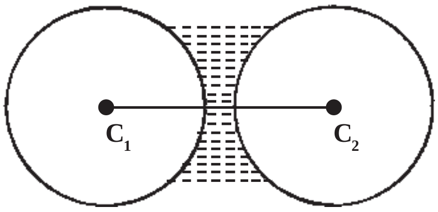
   (ii) उत्तल लैंस से अपवर्तन के बाद प्रकाश किरणें .... हो जाती हैं।

लैंस से संबंधित शब्द एवं उनकी परिभाषा- लैंस से संबंधित कुछ शब्द जैसे प्रकाशिक केन्द्र, वक्रता केन्द्र, मुख्य अक्ष, वक्रता त्रिज्या, मुख्य फोकस, फोकस दूरी आदि ऐसे शब्द हैं, जिनका ज्ञान लैंस से संबंधित घटनाओं को समझने के लिए आवश्यक है।

(1) वक्रता केन्द्र- लैंस को दो पारदर्शी काँच के गोलों को चित्रानुसार काटने पर प्राप्त वक्राकार सतहों को जोड़कर बनाते हैं।



चित्र 8.22 उत्तल लैंस का बनना

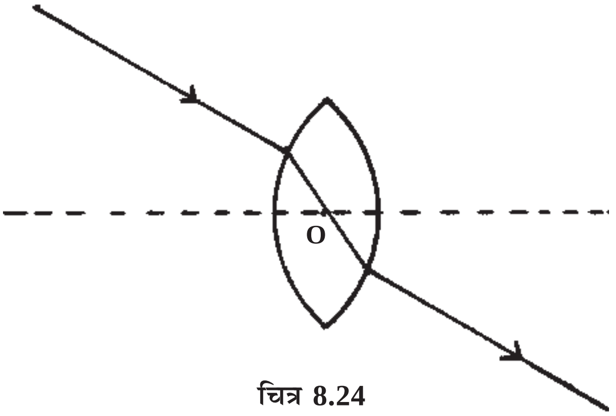


चित्र 8.23 अवतल लैंस का बनना

लैंस जिन काँच के गोलों को काटकर बनाया जाता है, उन गोलों के केन्द्र को लैंस का वक्रता केन्द्र कहते हैं। लैंस में दो वक्रता केन्द्र होते हैं। इन्हें अक्षर C_1 एवं C_2 से दर्शाते हैं।

(2) मुख्य अक्ष- लैंस के दोनों वक्रता केन्द्रों को मिलाने वाली सीधी रेखा को लैंस का मुख्य अक्ष कहते हैं। यह चित्र में रेखा C_1C_2 से दर्शाया गया है।

(3) प्रकाशिक केन्द्र- मुख्य अक्ष पर स्थित वह बिन्दु, जिसमें से होकर यदि प्रकाश लैंस के अंदर से गुजरे तो निर्गत किरण, आपतित किरण के समांतर होती है। इस बिन्दु को प्रकाशिक केन्द्र कहते हैं। चित्र में बिन्दु "O" लैंस का प्रकाशिक केन्द्र है।

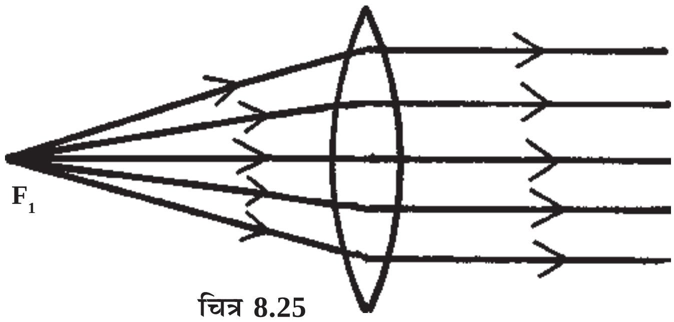


चित्र 8.24

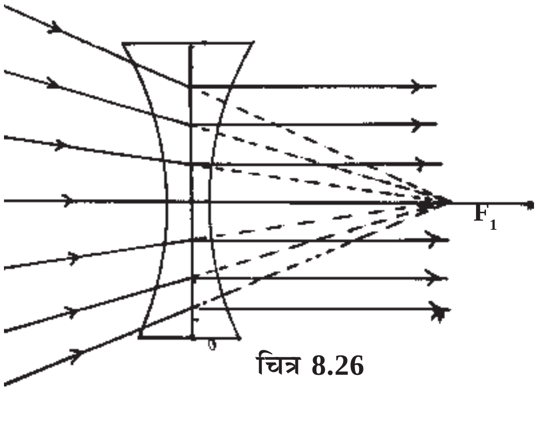
विशेष- लैंस के व्यास और मुख्य अक्ष के कटान बिन्दु पर लैंस का प्रकाशिक केन्द्र स्थित होता है।

(4) मुख्य फोकस- जिस प्रकार लैंस के दो वक्रता केन्द्र होते हैं, उसी प्रकार लैंस के दो मुख्य फोकस होते हैं।

(i) प्रथम मुख्य फोकस- मुख्य अक्ष पर स्थित वह बिन्दु जिससे चलने वाली किरणें लैंस से निकलने के बाद मुख्य अक्ष के समांतर हो जाती हैं, लैंस का प्रथम मुख्य फोकस कहलाता है। इसे F_1 से प्रदर्शित करते हैं।

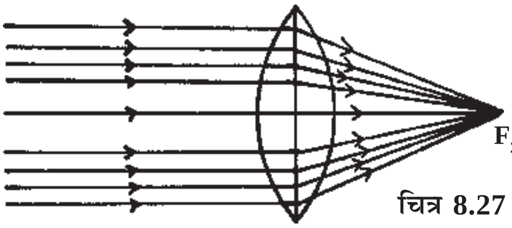


चित्र 8.25

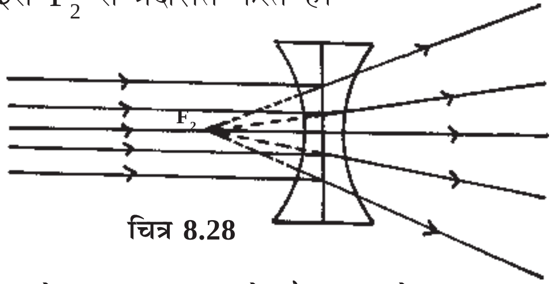


चित्र 8.26

(ii) द्वितीय मुख्य फोकस- मुख्य अक्ष के समांतर आती हुई प्रकाश किरणें लैंस से अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु पर मिलती है या मिलती हुई प्रतीत होती है, उस बिन्दु को लैंस का द्वितीय मुख्य फोकस कहते हैं। इसे F_2 से प्रदर्शित करते हैं।



चित्र 8.27



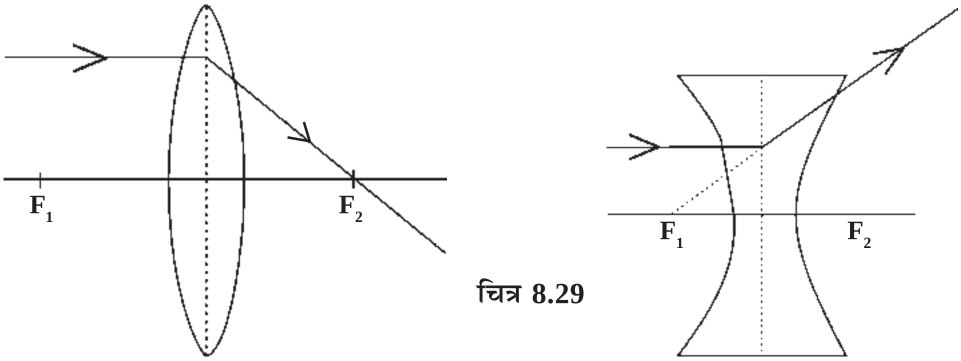
चित्र 8.28

(5) फोकस दूरी- लैंस के प्रकाशिक केन्द्र और फोकस के बीच की दूरी को लैंस की फोकस दूरी कहते हैं। इसे अक्षर 'F' से प्रदर्शित करते हैं।

(6) वक्रता त्रिज्या- लैंस जिन गोलों को काटकर बनाया गया है, उनकी त्रिज्याओं को लैंस की वक्रता त्रिज्याएँ कहते हैं। इस प्रकार लैंस की दो वक्रता त्रिज्याएँ होती हैं।

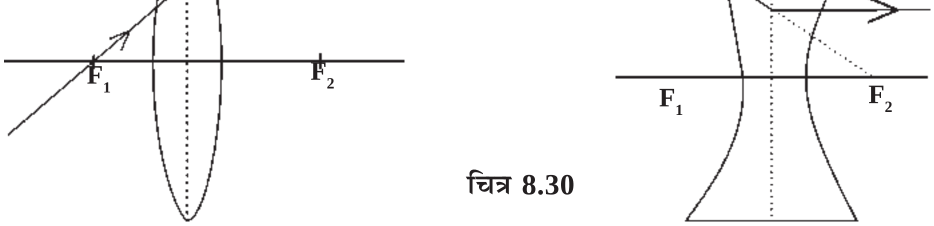
पतले लैंस द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना- लैंस के समक्ष जब किसी वस्तु को रखा जाता है तो वस्तु से चलने वाली प्रकाश किरणें लैंस से अपवर्तन के बाद निम्न नियमों का पालन करती हुई बाहर निकलती है, इन नियमों को लैंस द्वारा प्रतिबिम्ब बनने के नियम कहते हैं-

(i) जब कोई प्रकाश किरण, लैंस के मुख्य अक्ष के समांतर लैंस पर आपतित होती है तो अपवर्तन के बाद वह लैंस के मुख्य फोकस से होकर जाती है या जाती हुई प्रतीत होती है।



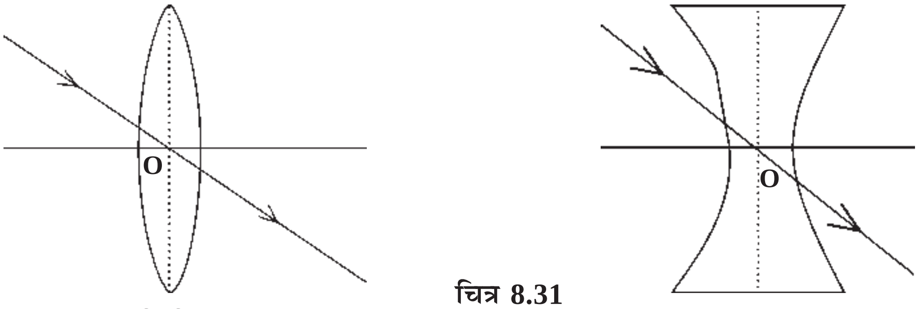
चित्र 8.29

(ii) जब कोई प्रकाश किरण प्रथम मुख्य फोकस से आती है या आती हुई प्रतीत होती है, तो वह लैंस से अपवर्तन के बाद मुख्य अक्ष के समांतर हो जाती है।



चित्र 8.30

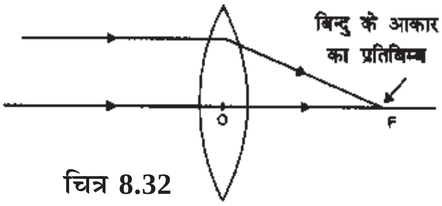
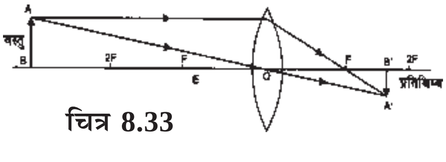
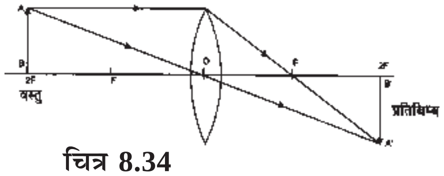
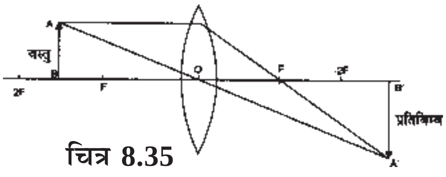
(iii) जब कोई प्रकाश किरण प्रकाशिक केन्द्र से होकर गुजरती है तो वह बिना विचलित हुए सीधी निकल जाती है।

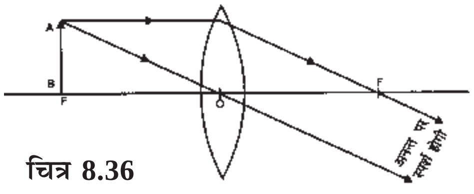
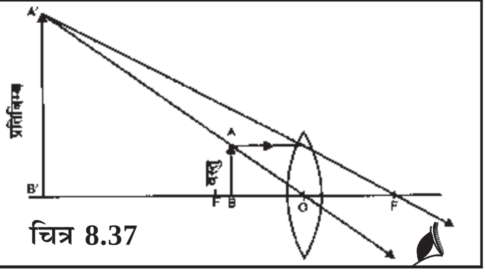


चित्र 8.31

उत्तल लैंस द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना

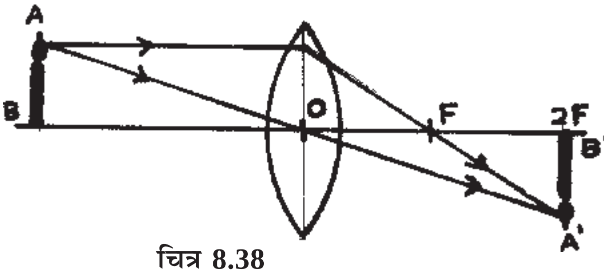
जब उत्तल लैंस के समक्ष किसी वस्तु को रखा जाता है तो उसका प्रतिबिम्ब लैंस के दूसरी ओर बनता है। लैंस द्वारा बने प्रतिबिम्ब की स्थिति, आकार तथा उसका उल्टा या सीधा होना लैंस के सामने रखी वस्तु की स्थिति पर निर्भर करता है। नीचे तालिका में लैंस के सामने भिन्न-भिन्न स्थितियों में वस्तु को रखकर, उत्तल लैंस द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना दर्शाया गया है।

क्र.	वस्तु की स्थिति	प्रतिबिम्ब की स्थिति	प्रतिबिम्ब की प्रकृति	चित्र
1.	जब वस्तु अनंत पर हो।	उत्तल लैंस के दूसरी ओर मुख्य फोकस पर	बहुत छोटा (बिन्दु आकार का) उल्टा तथा वास्तविक	 चित्र 8.32
2.	जब वस्तु अनंत और 2*f* के बीच हो	उत्तल लैंस के दूसरी ओर *f* व 2*f* के बीच	वस्तु से छोटा, उल्टा तथा वास्तविक	 चित्र 8.33
3.	जब वस्तु 2*f* पर रखी हो	उत्तल लैंस के दूसरी ओर 2*f* पर	वस्तु के बराबर, उल्टा तथा वास्तविक	 चित्र 8.34
4.	जब वस्तु 2F व F के बीच हो	उत्तल लैंस के दूसरी ओर 2F व अनंत के बीच	वस्तु से बड़ा, उल्टा तथा वास्तविक	 चित्र 8.35

5.	जब वस्तु लैंस के फोकस अर्थात् f पर हो	उत्तल लैंस के दूसरी ओर अनंत पर	वस्तु से बड़ा, उल्टा तथा वास्तविक	 चित्र 8.36
6.	जब वस्तु लैंस के फोकस और प्रकाशिक केन्द्र के बीच हो	वस्तु की ही ओर	वस्तु से बड़ा, सीधा व आभासी	 चित्र 8.37

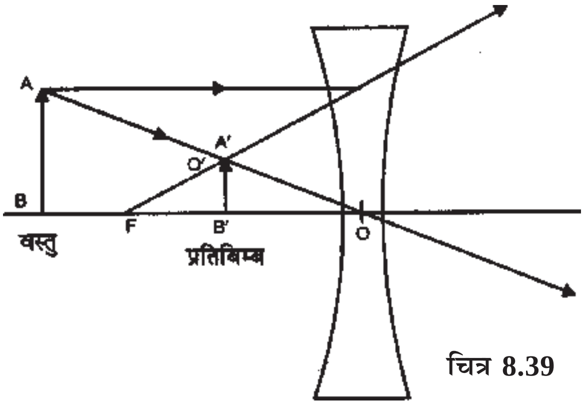
वह प्रतिबिम्ब, जिसे पर्दे पर प्राप्त किया जा सकता है, वास्तविक प्रतिबिम्ब कहलाता है। जैसे सिनेमाघर के पर्दे पर बना प्रतिबिम्ब। इसके विपरीत वह प्रतिबिम्ब जिसे पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता है, आभासी प्रतिबिम्ब कहलाता है, जैसे समतल दर्पण में बना प्रतिबिम्ब।

उत्तल लैंस द्वारा प्रतिबिम्ब के बनने को समझने के लिए उत्तल लैंस के सामने, तालिका में दी गई भिन्न-भिन्न स्थितियों में वस्तु के स्थान पर जलती हुई मोमबत्ती को रखें तथा लैंस के दूसरी ओर सफेद दीवार या पर्दे पर बनने वाले प्रतिबिम्ब का अवलोकन कीजिए।



चित्र 8.38

अवतल लैंस द्वारा प्रतिबिम्ब का बनना- अवतल लैंस के सामने रखी वस्तु का प्रतिबिम्ब सदैव आभासी सीधा तथा वस्तु से छोटा व प्रकाशिक केन्द्र तथा फोकस के मध्य बनता है।



चित्र 8.39

क्या आप जानते हैं?

किसी लैंस को बिना छुए हम उसकी पहचान कर सकते हैं। यदि लैंस से किताब के अक्षर देखने पर वे छोटे या बड़े होते दिखाई देते हैं तो वह लैंस उत्तल लैंस है। यदि किताब के अक्षर लैंस को आगे-पीछ करने पर सदैव छोटे दिखाई दें तो वह लैंस अवतल लैंस होता है।

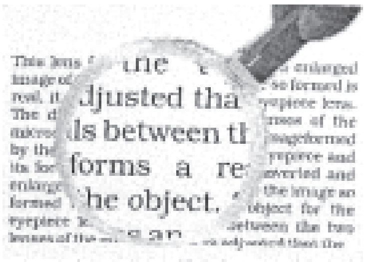
अब बताइए

(i) जब उत्तल लैंस के सामने वस्तु को $2f$ पर रखते हैं तो लैंस के दूसरी ओर वस्तु का प्रतिबिम्ब कहाँ और कैसा बनता है?

(ii) जब वस्तु को उत्तल लैंस के प्रकाशिक केन्द्र और फोकस के बीच रखते हैं तो उसका प्रतिबिम्ब कहाँ और कैसा बनता है?

लैंस के अनुप्रयोग

आवर्धक लैंस- वह लैंस जिसकी सहायता से छोटी वस्तुओं, छोटे अक्षरों या महीन संरचना को बड़े रूप में देख सकते हैं, आवर्धक लैंस कहलाता है। यह एक कम फोकस दूरी का उत्तल लैंस होता है। हम जानते हैं कि जब उत्तल लैंस के सामने वस्तु को उसके फोकस और प्रकाशिक केन्द्र के बीच रखते हैं तो उसका बड़ा, सीधा व आभासी प्रतिबिम्ब दिखाई देता है। इस स्थिति में उत्तल लैंस आवर्धक लैंस की तरह कार्य करता है। इस प्रकार के उत्तल लैंस को चित्रानुसार एक हत्थे वाले गोलाकार फ्रेम में कस देते हैं, जिससे इसका उपयोग आसान हो जाता है।



चित्र 8.40

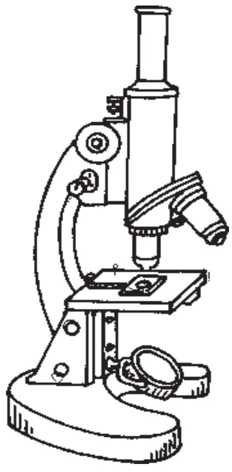
आवर्धक लैंस का उपयोग प्रयोगशाला में पाठ्यांकों को पढ़ने में तथा घड़ीसाज द्वारा घड़ी के छोटे कलपूर्जों को देखने में किया जाता है।

सूक्ष्मदर्शी- वह उपकरण, जिसका उपयोग सूक्ष्म वस्तुओं को देखने में किया जाता है, सूक्ष्मदर्शी कहलाता है। सूक्ष्मदर्शी दो प्रकार के होते हैं-

(i) सरल सूक्ष्मदर्शी- कम फोकस दूरी के उत्तल लैंस को सरल सूक्ष्मदर्शी कहते हैं। इस प्रकार एक आवर्धक लैंस एक सरल सूक्ष्मदर्शी है।

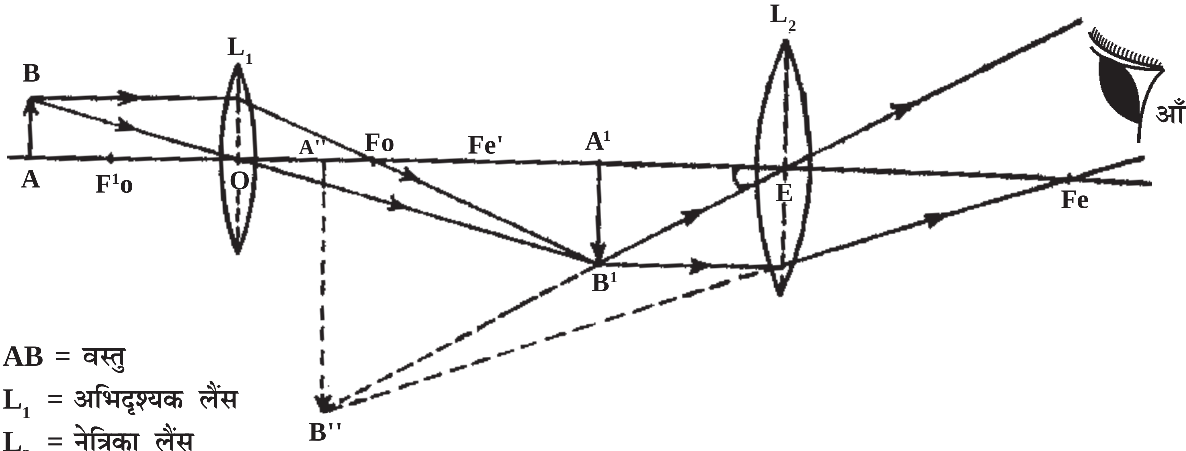
(ii) संयुक्त सूक्ष्मदर्शी- कुछ कण, संरचनाएँ एवं जीव इतने सूक्ष्म होते हैं कि उन्हें सरल सूक्ष्मदर्शी की सहायता से नहीं देखा जा सकता है। अत: अत्यंत सूक्ष्म चीजों को देखने के लिए दो या दो से अधिक लैंसों से बने उपकरण का उपयोग करते हैं, इस प्रकार के सूक्ष्मदर्शी को 'संयुक्त सूक्ष्मदर्शी' या यौगिक सूक्ष्मदर्शी कहते हैं।

संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की खोज एन्टॉनी वान ल्यूवेनहॉक (1632-1723) ने की थी। संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में धातु की एक लम्बी बेलनाकार नली होती है, जिसके दोनों सिरों पर उत्तल लैंस लगा होता है।



चित्र 8.41

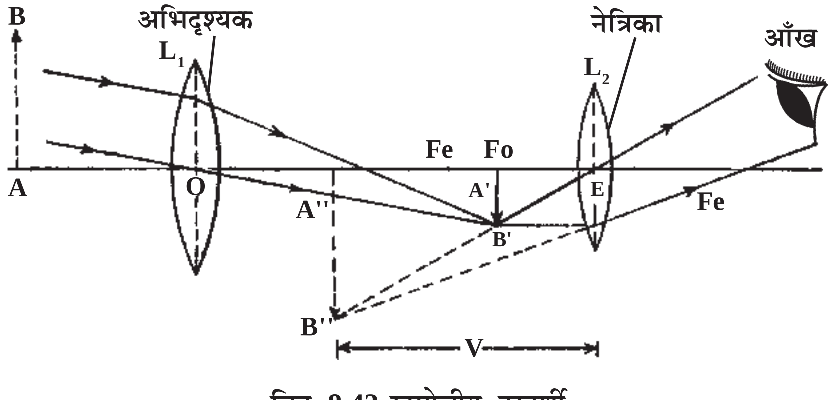
संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में जिस लैंस के सामने वस्तु को रखते हैं, उसे अभिदृश्यक लैंस कहते हैं तथा जिस लैंस से सूक्ष्मतम वस्तु के बड़े प्रतिबिम्ब को देखते हैं उसे नेत्रिका लैंस कहते हैं। नेत्रिका लैंस का व्यास एवं फोकस दूरी का मान, अभिदृश्यक लैंस के व्यास एवं फोकस दूरी के मान की तुलना में अधिक होता है।



AB = वस्तु
L_1 = अभिदृश्यक लैंस
L_2 = नेत्रिका लैंस
A''B'' = वस्तु का बड़ा अंतिम प्रतिबिम्ब

चित्र 8.42 संयुक्त सूक्ष्मदर्शी द्वारा प्रतिबिम्ब बनने का सैद्धांतिक रेखाचित्र

दूरदर्शी- दूरदर्शी वह उपकरण है, जिसका उपयोग दूर स्थित वस्तुओं को देखने में किया जाता है। यह दो प्रकार के होते हैं- (i) पार्थिव दूरदर्शी। (ii) खगोलीय दूरदर्शी। ऐसे दूरदर्शी, जो पृथ्वी पर दूर स्थित वस्तु को देखने में प्रयुक्त होते है, **पार्थिव दूरदर्शी** कहलाते हैं, जबकि ऐसे दूरदर्शी जिनका उपयोग चन्द्रमा तथा अन्य ग्रहों को देखने में करते हैं, **खगोलीय दूरदर्शी** कहलाते हैं। दूरदर्शी में सूक्ष्मदर्शी की भाँति अभिदृश्यक तथा नेत्र लैंस होते हैं। ये दोनों लैंस धातु की एक लम्बी बेलनाकार नली के सिरों पर लगे होते



चित्र 8.43 खगोलीय दूरदर्शी

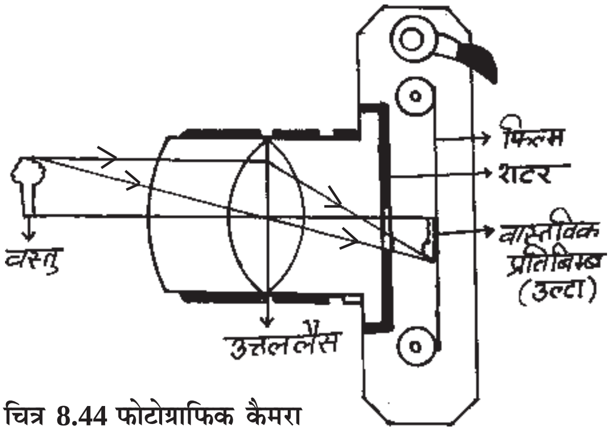
L_1 = अभिदृश्यक लैंस
AB = दूर स्थित वस्तु
L_2 = नेत्रिका लैंस
A''B'' = वस्तु का अंतिम प्रतिबिम्ब जैसा नेत्रिका लैंस से दिखाई देता है।

- खगोलीय दूरदर्शी में अंतिम प्रतिबिम्ब उल्टा बनता है।
- पार्थिव दूरदर्शी में अंतिम प्रतिबिम्ब सीधा बनता है। द्विनेत्री (Binacular) एक पार्थिव दूरदर्शी है।

हैं। इसमें अभिदृश्यक लैंस का व्यास एवं उसकी फोकस दूरी का मान, नेत्रिका लैंस के व्यास एवं फोकस दूरी के मान से अधिक होता है। नेत्रिका लैंस के सामने निश्चित दूरी पर क्रॉस तार लगा होता है, जिसका उपयोग दूर स्थित वस्तु का स्पष्ट प्रतिबिम्ब प्राप्त करने के लिए किया जाता है।

फोटोग्राफिक कैमरा- फोटोग्राफिक कैमरा एक ऐसा उपकरण है, जिसकी सहायता से किसी वस्तु या व्यक्ति का स्थायी प्रतिबिम्ब फोटोग्राफिक प्लेट या फिल्म पर प्राप्त किया जा सकता है।

फोटोग्राफिक कैमरे में उत्तल लैंस का उपयोग होता है। इसमें एक प्रकाशरोधी बॉक्स होता है जो धातु या प्लास्टिक का बना होता है। इस प्रकाशरोधी बॉक्स में पतली व पारदर्शी प्लास्टिक से बनी फिल्म लगी होती है। इस फिल्म पर एक ऐसे रसायन (सिल्वर लवण) की पर्त चढ़ी होती है, जो प्रकाश में अत्यंत क्रियाशील अर्थात् प्रकाश संवेदी होती है। इसे फोटोग्राफिक फिल्म कहते हैं। जिस प्रकार पलकें बंद कर लेने पर हमारी आँख में प्रकाश नहीं जा पाता है, उसी प्रकार कैमरे में लगा शटर कैमरे में प्रवेश करने वाले प्रकाश के समय को नियंत्रित करता है तथा फोटो खींचते समय 'क्लिक बटन' दबाने पर अल्प समय के लिए प्रकाश को कैमरे में जाने देता है। इस समय कैमरे के लैंस के सामने रखी वस्तु का छोटा और उल्टा, वास्तविक प्रतिबिम्ब फोटोग्राफिक कैमरे में लगी फिल्म पर बनता है तथा फिल्म पर चढ़ी प्रकाश संवेदी पर्त में रासायनिक क्रिया होती है। इस प्रकार फिल्म पर 'प्रतिबिम्ब' अंकित हो जाता है।



चित्र 8.44 फोटोग्राफिक कैमरा

आजकल नई तकनीक द्वारा विकसित डिजीटल कैमरे में फोटोग्राफिक फिल्म के स्थान पर इलेक्ट्रॉनिक तकनीक उपयोग में लाई जाती है।

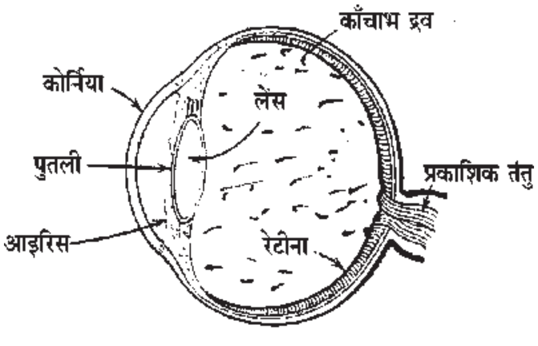
अब कैमरे को अंधेरे कमरे में ले जाकर उसमें से फोटोग्राफिक फिल्म को बाहर निकाल लेते हैं तथा फिल्म को बारी-बारी से कुछ विशेष प्रकार के रासायनिक घोलों में डाल देते हैं। कुछ देर बाद फिल्म को रासायनिक घोल में से निकालकर पानी में धोते हैं तथा फिर सुखा लेते हैं। इस प्रकार फिल्म पर वस्तु का प्रतिबिम्ब प्राप्त होता है, जिसे निगेटिव कहते हैं। निगेटिव में वस्तु का सफेद भाग काला तथा काला भाग सफेद दिखाई देता है। निगेटिव से प्रकाश संवेदी कागज पर पॉजीटिव प्राप्त किया जाता है।

अब बताइए

नीचे दिए गए विकल्पों में से सही विकल्प चुनकर खाली स्थान भरिए-
(प्रकाश संवेदी, सरल सूक्ष्मदर्शी, यौगिक सूक्ष्मदर्शी)

(i) आवर्धक लैंस एक .... होता है।
(ii) दो या दो से अधिक लैंसों से बने सूक्ष्मदर्शी को .... कहते हैं।
(iii) फोटोग्राफिक कैमरे में लगी फिल्म पर .... रसायन की पर्त चढ़ी होती है।

मानव नेत्र- आँख हमारे शरीर का महत्वपूर्ण अंग है जिसकी सहायता से हम यह सुंदर संसार देखते हैं। आँख और फोटोग्राफिक कैमरे की बनावट में बहुत सी समानताएँ हैं। फोटोग्राफिक कैमरे में जिस तरह उत्तल लैंस द्वारा सामने स्थित वस्तु का उल्टा प्रतिबिम्ब फिल्म पर बनता है, उसी तरह हमारी आँख में कोशिकाओं से बना उत्तल लैंस होता है, जो हमारी आँख के सामने स्थित वस्तु का उल्टा प्रतिबिम्ब 'रेटिना' पर बनाता है।



चित्र 8.45

हमारी आँख का आकार छोटी गोल गेंद की तरह होता है। आँख कोशिकाओं से बने लैंस की फोकस दूरी में आवश्यकतानुसार परिवर्तन कर पास व दूर की वस्तुओं को स्पष्ट देख सकती है।

मानव नेत्र की वह क्षमता, जिससे वह पास व दूर स्थित वस्तुओं को स्पष्ट देख सकता है, मानव नेत्र की समंजन क्षमता कहलाती है।

मानव नेत्र के मुख्य भाग निम्नलिखित हैं-

(1) **दृढ़ पटल (Sclera)-** यह माँसपेशियों से बना श्वेत अपारदर्शी भाग होता है, जो नेत्र के गोले को ढँके रहता है तथा इसकी सुरक्षा करता है। इसे श्वेत पटल भी कहते हैं।

(2) **कार्निया (Cornea)-** यह दृढ़ पटल के सामने उभरा हुआ पारदर्शी भाग होता है, जिसमें होकर प्रकाश नेत्र में प्रवेश करता है। यह नेत्र की सुरक्षा करने के साथ-साथ कुछ हद तक प्रकाश को फोकस करने में मदद करता है।

(3) **आइरिस (Iris)-** आइरिस कार्निया के पीछे एक पर्दा होता है। इसका रंग विभिन्न व्यक्तियों एवं देशवासियों के लिए भिन्न-भिन्न हो सकता है।

(4) **पुतली (Pupil)-** आइरिस के मध्य एक छोटा सा छिद्र होता है, जिसे पुतली कहते हैं।

(5) **नेत्र लैंस (Eyelens)-** पुतली के पीछे नेत्र लैंस सिलियरी माँसपेशियों द्वारा अपनी स्थिति में बना रहता है। नेत्र लैंस विभिन्न प्रकार की जीवित कोशिकाओं से बनी एक पारदर्शी झिल्ली की तरह होता है।

(6) **सिलयरी माँसपेशियाँ-** श्वेत पटल के उभरे हुए भाग के जोड़ से माँसपेशियाँ लटकती रहती हैं, जिनके मध्य नेत्र लैंस लटका रहता है। ये माँसपेशियाँ लैंस पर दाब डालकर उसकी फोकस दूरी को कम या ज्यादा कर सकती हैं।

(7) **नेत्रोद-** कार्निया और नेत्र लैंस के बीच एक पारदर्शी द्रव भरा होता है। इसे नेत्रोद कहते हैं।

(8) **रेटिना-** यह एक सुग्राही पारदर्शी झिल्ली होती है, जिस पर अनेक प्रकाश संवेदी तंत्रिकाएँ होती हैं। इन तंत्रिकाओं का संबंध मस्तिष्क से होता है। जब ये तंत्रिकाएँ रेटिना पर बने प्रतिबिम्ब के संकेतों को मस्तिष्क में भेजती हैं तो वे उसे सीधा कर देती हैं। अत: मस्तिष्क रेटिना पर बनी वस्तु के उल्टे प्रतिबिम्ब को सीधा अनुभव करता है।

(9) **कॉचाभ द्रव-** नेत्र लैंस और रेटिना के मध्य एक पारदर्शी द्रव भरा होता है, जिसे कॉचाभ द्रव कहते हैं।

सामान्य दृष्टि वाले व्यक्ति दूर एवं पास की वस्तुओं को स्पष्ट देख सकते हैं। ऐसे व्यक्तियों के नेत्रों में कोई दोष नहीं पाया जाता है, परन्तु बढ़ती हुई उम्र या अन्य कारणों से मनुष्य की आँख में कुछ दोष उत्पन्न हो जाते हैं, जिनके कारण वह पास या दूर स्थित वस्तुओं को या दोनों तरह की वस्तुओं को नहीं देख पाता है। इन दोषों को दूर करने के लिए अवतल या उत्तल लैंस या दोनों लैंसों से बने चश्मे का उपयोग करते हैं।

स्वस्थ नेत्र के लिए स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी 25 से.मी. होती है एवं अधिकतम दूरी अनन्त होती है।

मानव नेत्र की देखभाल- हमारी आँखें प्रकृति की अनमोल देन है। इनके बिना हम विविध और रंगों से परिपूर्ण संसार को नहीं देख सकते हैं। आँखें हमारे जीवन के लिए बहुत उपयोगी हैं। ये जीवन भर हमारी सेवा करती हैं। हमारे शरीर के अन्य अंगों की तुलना में आँखें बहुत नाजुक होती हैं, इसीलिए हमें हमारी आँखों का सही रखरखाव करना चाहिए तथा संभावित दुष्परिणामों से इसकी रक्षा करनी चाहिए।

आँख की सुरक्षा हेतु कुछ साधारण सावधानियाँ निम्न प्रकार हैं-

(1) कम से कम दिन में दो बार ठंडे और साफ पानी से आँखें अवश्य धोएँ।

(2) पढ़ते या काम करते समय बहुत मंद या बहुत तेज प्रकाश का उपयोग न करें।

(3) लम्बे समय तक टी.वी. देखने, पढ़ने या आँखों से अन्य कोई काम करने के दौरान बीच-बीच में आँखों को आराम अवश्य दें। टी.वी. को अंधकारयुक्त कक्ष में रखकर तथा बहुत पास से नहीं देखना चाहिए।

(4) कोई तिनका या धूल का कण आँख में जाने पर आँख को रगड़ें नहीं। ऐसे समय आँख को ठंडे पानी से धोएँ तथा आवश्यकतानुसार नेत्र चिकित्सक से सम्पर्क करें।

(5) खेलते समय या अन्य कार्य करते समय असावधानी से कभी-कभी हमारी आँखों को नुकसान हो सकता है। यदि ऐसी कोई दुर्घटना हो जाए तो स्वयं इलाज करने के बजाय नेत्र चिकित्सक से सलाह लें।

(6) यदि आपको पढ़ते समय या ब्लेक बोर्ड देखते समय आँखों में तनाव महसूस होता है तथा सिर दर्द रहता है तो नेत्र चिकित्सक के पास जाकर आँखों की जाँच कराएँ।

अब बताइए

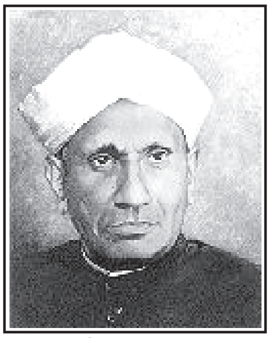
1. मानव नेत्र का नामांकित चित्र बनाइए।
2. नेत्र की समंजन क्षमता से क्या समझते हो?
3. आँखों की देखभाल में सावधानी बरतना आवश्यक क्यों है?

प्रकाश संबंधित घटनाओं में भारतीय योगदान

ऋग्वेद में प्रकाश की गति के संबंध में एक श्लोक में वर्णन किया गया है। इसकी चर्चा सयान (1315-1387 ई.) ने की है। वह राजा बुक्का के दरबार में एक मंत्री थे। उनकी गणना के अनुसार प्रकाश की गति 185, 016, 169 मील/सेकण्ड (2.96025756×10^8 मीटर/सेकण्ड) है जो कि वर्तमान में प्रकाश की गति के निर्णधानन के बहुत नजदीक है।

(स्रोत : प्राइड ऑफ इंडिया, मुद्रित एम.डब्ल्यू.एन. प्रेस, चेन्नई 600005)

डॉ. सी.वी. रमन



चित्र 8.46

डॉ. सी.वी. रमन को भारतीय विज्ञान का प्रमुख प्रकाश स्तंभ माना जाता है। उन्होंने प्रकाश के प्रकीर्णन की घटना का अध्ययन किया तथा इसके संबंध में उनके शोध को 'रमन प्रभाव' के नाम से जाना जाता है। उन्होंने प्रयोगों से प्राप्त निष्कर्षों को अपनी पहली पुस्तक 'प्रकाश के आणुविक विवर्तन' में उल्लेख किया है। सन् 1930 में उनकी खोज के लिए उन्हें भौतिकी का नोबल पुरस्कार दिया गया। भारत सरकार ने सन् 1954 में उन्हें 'भारत रत्न' से विभूषित किया।

हमने सीखा

- जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करता है तो वह अपने मार्ग से विचलित हो जाता है। प्रकाश के विचलित होने की इस घटना को प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं।
- दो माध्यमों में जिस माध्यम का घनत्व अधिक होता है, उसे सघन माध्यम तथा जिस माध्यम का घनत्व कम होता है, उसे विरल माध्यम कहते हैं।
- निर्वात या वायु में प्रकाश की चाल और माध्यम में प्रकाश की चाल के अनुपात को माध्यम का अपवर्तनांक कहते हैं। इसे म्यू (μ) से प्रदर्शित करते हैं।

- जब प्रकाश किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश करती है तो वह अभिलम्ब की ओर झुक जाती है इसके विपरीत जब वह सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती है तो अभिलम्ब से दूर हट जाती है।
- जब कोई प्रकाश किरण किसी प्रिज्म में से गुजरती है तो वह प्रिज्म के आधार की ओर झुककर बाहर निकलती है।
- जब कोई श्वेत प्रकाश की किरण किसी प्रिज्म में प्रवेश करती है तो वह **अपने मार्ग से विचलित हो जाती है** तथा अपने अवयवी रंगों में विभक्त हो जाती है। प्रकाश की इस घटना को वर्ण विक्षेपण कहते हैं।
- दो वक्राकार सतहों या एक वक्राकार सतह तथा एक समतल सतह से घिरे पारदर्शी समांगी माध्यम को लैंस कहते हैं।
- उत्तल लैंस से गुजरने के बाद प्रकाश किरणें किसी बिन्दु पर केन्द्रित हो जाती है अर्थात् अभिसारित हो जाती हैं, जबकि अवतल लैंस से गुजरने के बाद वे फैल जाती हैं या अपसारित हो जाती हैं।
- उत्तल लैंस के सामने भिन्न स्थितियों में वस्तु को रखने पर भिन्न-भिन्न आकार के उल्टे तथा वास्तविक प्रतिबिम्ब बनते हैं, परन्तु जब वस्तु को उत्तल लैंस के सामने फोकस और प्रकाशिक केन्द्र के बीच रखते हैं तो उसका प्रतिबिम्ब वस्तु की ओर बड़ा, सीधा व आभासी बनता है।
- अवतल लैंस के सामने वस्तु को रखने पर उसका प्रतिबिम्ब सदैव वस्तु से छोटा, सीधा और आभासी बनता है। यह प्रतिबिम्ब फोकस तथा प्रकाशिक केन्द्र के बीच में बनता है।
- कम फोकस दूरी के एक उत्तल लैंस को आवर्धक लैंस या सरल सूक्ष्मदर्शी कहते हैं।
- संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में कम फोकस दूरी का अभिदृश्यक लैंस तथा अपेक्षाकृत अधिक फोकस दूरी का नेत्रिका लैंस लगा होता है। इसका उपयोग सूक्ष्मतम चीजों को देखने में किया जाता है।
- दूर स्थित वस्तुओं को देखने के लिए प्रयुक्त उपकरण को दूरदर्शी कहते हैं।
- फोटोग्राफिक कैमरे की सहायता से हम किसी वस्तु का स्थायी प्रतिबिम्ब फोटोग्राफिक प्लेट या फिल्म पर प्राप्त कर सकते हैं।
- हमारी आँख के सामने स्थित वस्तु का प्रतिबिम्ब 'रेटिना' पर उल्टा बनता है, परन्तु मस्तिष्क इसे सीधा अनुभव करता हैं।
- आँख की सुरक्षा हेतु हमें अपनी आँखें प्रतिदिन कम से कम दो बार साफ व ठंडे पानी से धोना चाहिए तथा आँखों में परेशानी होने पर नेत्र चिकित्सक से सलाह लेना चाहिए।

अभ्यास

प्रश्न 1. सही विकल्प चुनकर लिखिए।

(i) पानी से भरे कप में पड़ा सिक्का ऊपर उठा दिखाई देता है-

(अ) प्रकाश के परावर्तन के कारण (ब) प्रकाश के अपवर्तन के कारण

(स) प्रकाश की चकाचौंध से (द) प्रकाश के वर्ण विक्षेपण के कारण

(ii) जब प्रकाश किरण मुख्य अक्ष के समांतर उत्तल लैंस पर आपतित होती है तो अपवर्तन के बाद जिस बिन्दु पर मिलती है उसे कहते हैं-

(अ) लैंस का प्राकशिक केन्द्र (ब) वक्रता केन्द्र

(स) प्रथम फोकस (द) द्वितीय फोकस

(iii) उत्तल लैंस आवर्धक लैंस की भाँति कार्य करता है, जब वस्तु को लैंस के सामने

(अ) अनंत और $2f$ के बीच रखते हैं। (ब) प्रकाशिक केन्द्र व फोकस के बीच रखते हैं।

(स) प्रथम फोकस पर रखते हैं। (द) $2f$ पर रखते हैं।

(iv) वे प्रतिबिम्ब जिन्हें पर्दे पर प्राप्त किया जा सकता है, कहलाते हैं-

(अ) आभासी प्रतिबिम्ब (ब) वास्तविक प्रतिबिम्ब

(स) शुद्ध प्रतिबिम्ब (द) अशुद्ध प्रतिबिम्ब

प्रश्न 2. रिक्त स्थान भरिए-

(i) दो माध्यमों में जिस माध्यम का घनत्व कम होता है, वह .... माध्यम तथा जिसका माध्यम का घनत्व अधिक होता है वह .... माध्यम होता है।

(ii) हवा के सापेक्ष पानी के अपवर्तनांक को संकेत .... द्वारा दर्शाते हैं।

(iii) अभिलम्ब और आपतित किरण के बीच को कोण को .... कहते हैं।

(iv) अभिलम्ब और अपवर्तित किरण के बीच के कोण को .... कहते हैं।

(v) पृथ्वी पर स्थित दूर की वस्तुओं को देखने के लिए .... दूरदर्शी का उपयोग करते हैं।

(vi) फोटोग्राफिक कैमरे में .... लैंस लगा होता है।

(vii) आँख के रेटिना पर वस्तु का .... प्रतिबिम्ब बनता है।

प्रश्न 3. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर लिखिए-

(1) पानी में डूबी लकड़ी की स्केल मुड़ी हुई क्यों दिखाई देती है?

(2) रात्रि में तारे किस घटना के कारण टिमटिमाते हुए दिखाई देते हैं?

(3) हवा के सापेक्ष पानी सघन माध्यम है, जबकि काँच के सापेक्ष वह विरल माध्यम है, क्यों?

(4) आभासी और वास्तविक प्रतिबिम्ब में अंतर लिखिए।

(5) ऐसे चार उपकरणों के नाम बताइए, जहाँ लैंस का उपयोग होता है।

(6) प्रकाश के अपवर्तन को परिभाषित करिए। जब प्रकाश किरण हवा से काँच में प्रवेश करती है तो इसमें प्रकाश के अपवर्तन की घटना का नामांकित चित्र बनाइए।

(7) प्रिज्म द्वारा प्रकाश के अपवर्तन की घटना का नामांकित चित्र बनाइए।

(8) लैंस किसे कहते हैं एवं यह कितने प्रकार के होते हैं?

(9) सूक्ष्मदर्शी किसे कहते हैं? यह कितने प्रकार के होते हैं?

(10) संयुक्त सूक्ष्मदर्शी किसे कहते हैं? इसमें वस्तु का प्रतिबिम्ब बनने का किरण आरेख बनाइए।

(11) दूरदर्शी किसे कहते हैं? यह कितने प्रकार के होते है?

(12) फोटोग्राफिक कैमरे में 'शटर' का क्या अर्थ है?

(13) फोटोग्राफिक कैमरे का नामांकित चित्र बनाइए।

(14) मानव नेत्र का नामांकित चित्र बनाकर इसके मुख्य भाग लिखिए।

(15) मानव नेत्र की सुरक्षा हेतु सावधानियाँ लिखिए।

निर्दिष्ट कार्य- दैनिक जीवन में उत्तल लैंस तथा अवतल लैंस से बनने वाली वस्तुओं एवं उपकरणों के नामों की सूची बनाइए।

प्रोजेक्ट- उत्तल लैंस के सामने जलती मोमबत्ती को रखकर भिन्न-भिन्न स्थितियों में बनने वाले प्रतिबिम्बों का अवलोकन कीजिए।