9 प्रकाश का अपवर्तन (REFRACTION OF LIGHT)

आप जानते हैं कि समतल दर्पण किसी वस्तु का केवल एक ही प्रतिबिंब बनाता है। आपने पिछली कक्षा में कैलाइडोस्कोप बनाकर देखा है। यदि दो समतल दर्पण एक दूसरे से समकोण बनाते हुए इस प्रकार रखे जाएं कि इनके किनारे आपस में मिले रहें तब इन दर्पणों के बीच एक वस्तु जैसे मोमबत्ती रख दी जाए तो सोचिए, इसके कितने प्रतिबिंब दिखाई देंगे? यह क्रियाकलाप आप स्वयं या साथियों के साथ करके देखिए।

VSZFHN

अब दर्पणों को विभिन्न कोणों, जैसे 45°, 60° ,120°, 180° पर जोड़िए तथा दर्पणों के मध्य मोमबत्ती या कोई अन्य वस्तु रखिए। प्रत्येक स्थिति में बनने वाले प्रतिबिंबों की संख्या नोट कीजिए। अन्त में दोनों दर्पणों को एक दूसरे के समान्तर खड़े कीजिए। अब देखिए, मोमबत्ती के कितने प्रतिबिंब बनते हैं? एक दूसरे से किसी कोण पर रखे दर्पणों द्वारा अनेक प्रतिबिबों के बनने की धारणा (बहुप्रतिबिम्बों का बनना) का उपयोग कर भांति–भांति के आकर्षक पैटर्न बनाए जाते हैं। इनका उपयोग वस्त्र उद्योग में डिज़ाइन बनाने के लिए किया जाता है।

आप यह भी जानते हैं कि जब प्रकाश की किरणें किसी चमकदार सतह पर पड़ती हैं तब वे परावर्तित हो जाती हैं। परावर्तन के नियम के अनुसार आपतन कोण सदैव परावर्तन कोण के बराबर होता है तथा आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा आपतन बिंदु पर अभिलंब एक ही तल में होते हैं। क्या आप बता सकते हैं कि प्रकाश की किरणें जब पानी से गुजरती हैं तब क्या होता है?

VT9BJB

9.1 अपवर्तन (Refraction)

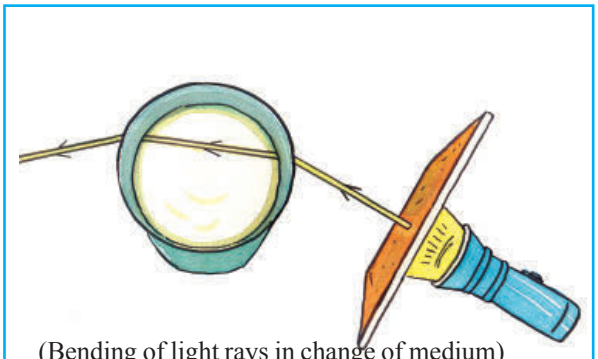
पारदर्शी पदार्थ जैसे हवा, पानी, काँच आदि से हमें आर–पार दिखाई देता है क्योंकि प्रकाश किरणें इनमें से आसानी से पार हो जाती हैं। ऐसे पारदर्शी पदार्थों को प्रकाशीय माध्यम कहते हैं। प्रकाशीय माध्यम, सघन जैसे– काँच और पानी या विरल जैसे हवा हो सकते हैं।

आइए, अब हम एक क्रियाकलाप के द्वारा यह जानने का प्रयास करें कि प्रकाश की किरणें जब एक प्रकाशीय माध्यम से एक अन्य प्रकाशीय माध्यम में जाती हैं तो क्या होता है?

क्रियाकलाप (Activity)– 1

आवश्यक सामग्री – एक पुट्ठा, काँच का गिलास, पानी, पिन, एक चम्मच दूध।

काँच के गिलास को पानी से आधा भरें व उसमें एक चम्मच दूध मिला दें। पानी दूधिया हो जायेगा। पुट्ठे में पिन से एक छेद कर लें। अब किसी प्रकाश स्रोत के प्रकाश को पुट्ठे पर इस प्रकार व्यवस्थित करें कि उसमें बने छेद से निकलने वाली प्रकाश की किरण गिलास में पानी की सतह से टकराए। गिलास को ऊपर से देखने पर दूधिया पानी में से गुजरती हुई प्रकाश की किरण



(Bending of light rays in change of medium)

चित्र 9.1 माध्यम परिवर्तन के कारण प्रकाश का मुड़ना

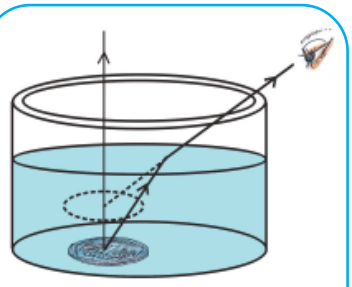
दिखायी देगी। गिलास से प्रकाश की किरण के पथ को ध्यान से देखिए, प्रकाश की किरण के पथ में आपको क्या परिवर्तन दिखा ?(चित्र 9.1)

जब प्रकाश की किरण एक प्रकाशीय माध्यम (हवा) से दूसरे प्रकाशीय माध्यम (दूधिया पानी) में जाती हैं, तब वह दोनों माध्यमों के सम्पर्क तल पर मुड़ जाती है। माध्यम परिवर्तन के कारण प्रकाश के इस तरह से मुड़ने को अपवर्तन कहते हैं।

क्रियाकलाप (Activity) – 2

आवश्यक सामग्री – कटोरी, सिक्का, एक गिलास पानी।

एक कटोरी में सिक्का रखिए। कुछ दूर हटकर एक आँख बंद करके अपने सिर को इतना झुकाइए कि सिक्का कटोरी के किनारे से नीचे दिखना बंद हो जाए। यानि अब सिक्के से आने वाली प्रकाश किरणें आप तक नहीं पहुँच रही हैं क्योंकि बीच में कटोरी की दीवार आ गयी है (चित्र 9.2)।



चित्र 9.2 सिक्के का सतह से ऊपर उठा हुआ दिखना

अब इस स्थिति में अपने साथी से कहिए कि वह कटोरी में पानी धीरे–धीरे इस प्रकार डाले कि सिक्का अपने स्थान से सरकने न पाए। आप भी अपनी जगह से न हिलें और गर्दन व आँख को स्थिर रखें।

क्या अब सिक्का दिखने लगा ?

अभी तक तो सिक्के से आने वाली प्रकाश किरणों को कटोरी की दीवार रोक रही थी, परन्तु कटोरी में पानी डालने के बाद ऐसा क्या हुआ कि सिक्का आपको दिखने लगा ?

निःसंदेह इसका भी कारण प्रकाश का अपवर्तन है। पानी डालते ही सिक्के से चलने वाली प्रकाश की किरणें पानी की सतह से मुड़कर (विचलित होकर) आपकी आँखों तक पहुँच गईं और सिक्का दिखने लगा। प्रकाश की किरणों का संभव पथ चित्र 9.2 में दिखाया गया है।

9.1.1 काँच के गुटके से प्रकाश का अपवर्तन (Refraction of light through a glass slab)

क्रियाकलाप (Activity) – 3

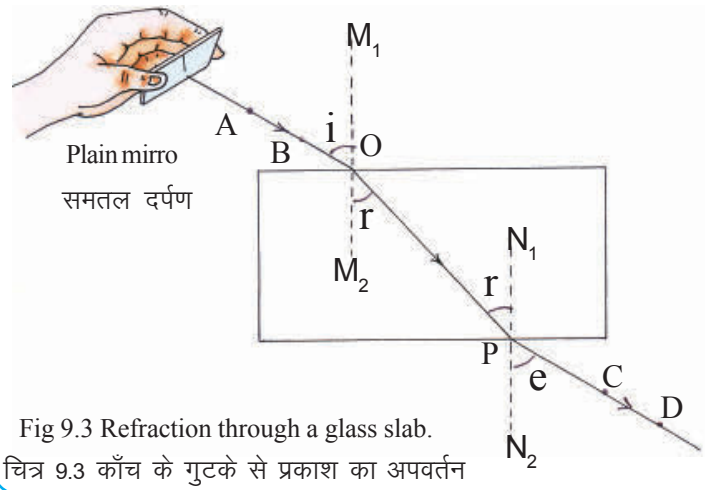


Fig 9.3 Refraction through a glass slab.
चित्र 9.3 काँच के गुटके से प्रकाश का अपवर्तन

आवश्यक सामग्री – एक काँच का गुटका, एक समतल दर्पण की पट्टी, काला कागज, एक सफेद कागज, ब्लेड या कैंची, स्केल, परकार, रबर बैंड।

समतल दर्पण की पट्टी पर काले कागज को लपेटकर एक झिरी बनाएं। एक मेज या समतल फर्श पर सफेद कागज को इस तरह से जमाएं कि समतल दर्पण को धूप में रखने पर झिरी से परावर्तित होने वाली किरण कागज पर पड़े। सफेद कागज पर छाया करने से प्रकाश की किरण और भी स्पष्ट दिखाई देंगी।

अब सफेद कागज पर काँच का गुटका इस प्रकार रखें कि प्रकाश की किरण उसकी लम्बी सतह पर आपतित हो। काँच के गुटके की आकृति पेंसिल से कागज पर बना लें व प्रकाश किरण के आपतन बिन्दु पर निशान भी लगा लें। चित्र 9.3 के समान आपतित किरण को AB व आपतन बिन्दु को O नामांकित कीजिए काँच के गुटके की सतह से O पर लम्ब रेखा M_1M_2 भी खींच लें।

अब काँच के गुटके को वापस उसके स्थान पर रखकर समतल दर्पण की सहायता से प्रकाश किरण AB रेखा की दिशा से आपतन बिन्दु O पर डालिए। समतल दर्पण को उचित स्थिति में रखने पर आप पायेंगे कि प्रकाश किरण AB आपतन बिन्दु O से काँच में प्रवेश कर सीधी रेखा में बिन्दु P तक पहुंचती है और फिर वहां से CD किरण की दिशा में वापस हवा में निकल जाती है। AB किरण को स्थिर रखते हुए अपने साथी की मदद लेकर निर्गमन बिन्दु P व निर्गमन किरण पर C व D बिन्दु पर निशान लगाइए। अब गुटका हटा कर बिन्दु O व बिन्दु P को तथा बिन्दु P व बिन्दु C को सरल रेखाओं से जोड़ लीजिए। साथ ही बिन्दु P पर लम्ब N_1N_2 भी खींच लीजिए। आपके प्रयोग का चित्र, दिए गए चित्र 9.3 जैसा बन जाएगा।

यह चित्र हमें यह बता रहा है कि आपतित किरण AB आपतन बिन्दु O पर हवा से काँच में प्रवेश करने पर लम्ब M_1M_2 की ओर झुक जाती है और OP रेखा की दिशा में अपवर्तित किरण के रूप में आगे बढ़ती है। इस किरण OP का बिन्दु P पर काँच से हवा में प्रवेश करने पर पुनः अपवर्तन होता है और अब वह किरण CD की दिशा में काँच से निगर्मन करती है। दूसरी बार बिन्दु P पर अपवर्तन के समय किरण OP आपतित किरण बन जाती है और निर्गमित किरण CD अपवर्तित किरण बन जाती है। जो लम्ब N_1N_2 से दूर हट जाती है। अतः इस प्रयोग में हमने प्रकाश किरण का हवा से काँच में जाने पर व काँच से हवा में जाने पर, होने वाले विचलन को देखा। इस परिस्थिति में हवा काँच की तुलना में एक विरल व काँच हवा की तुलना में एक सघन प्रकाशीय माध्यम है।

अपने प्रयोग के चित्र का अवलोकन कर बताइए कि :

1. विरल माध्यम (हवा) से सघन माध्यम (काँच) में जाने पर प्रकाश किरण अपवर्तन के कारण किस ओर मुड़ती या विचलित होती है– लम्ब रेखा की ओर या लम्ब रेखा से परे ?
2. सघन माध्यम (काँच) से विरल माध्यम (हवा) में जाने पर प्रकाश किरण अपवर्तन के कारण किस ओर विचलित होती है – लम्ब रेखा की ओर या लम्ब रेखा से परे ?

चित्र 9.3 में आपतित किरण AB व लम्ब रेखा M_1M_2 के बीच के कोण $\angle AOM_1$ को आपतन कोण कहते है इसे कोण $\angle i$ के संकेत से दर्शाया जाता है। इसी प्रकार अपवर्तित किरण OP के लम्ब M_1M_2 के साथ बनने वाले कोण $\angle M_2OP$ को अपवर्तन कोण कहते हैं और इसे कोण $\angle r$ से दर्शाया गया है।

चित्र 9.3 से आप समझ सकते हैं कि चूंकि दोनों लम्ब रेखाएं M_1M_2 व N_1N_2 समानान्तर होंगी अतः कोण $\angle M_2OP$ व कोण $\angle N_1PO$ बराबर होंगे। अपने प्रयोग के चित्र में इन दोनों कोणों को नापकर आप इसकी पुष्टि कीजिए।

अतः बिन्दु P पर दूसरी बार अपवर्तन के समय कोण $\angle N_1PO$ आपतन कोण होगा और कोण $\angle r$ के बराबर होगा। निर्गमित किरण PCD का बिन्दु P पर लम्ब के साथ कोण $\angle N_2PD$ निर्गमन कोण कहलाता है जिसे कोण $\angle e$ के संकेत से दर्शाया गया है। यह कोण दूसरी बार के

अपवर्तन का, अपवर्तन कोण भी है। अपने चाँदे की सहायता से आप कोण $\angle i, \angle r$ व $\angle e$ नापकर अपनी कॉपी में नोट करें व देखें कि ऊपर लिखे निष्कर्षों (1) व (2) की पुष्टि होती है या नहीं।

आप इस क्रियाकलाप को कोण $\angle i$ का मान बदलकर नई आपतित किरण के साथ दोहराएं व देखें कि अब भी वही निष्कर्ष निकलते हैं या नहीं।

क्रियाकलाप (Activity) – 4

आप क्रियाकलाप 3 को ऐसी आपतित किरण के साथ दोहराइए जो लम्ब M_1OM_2 की दिशा में हो। क्या इस परिस्थिति में भी अपवर्तन के बाद आपतित किरण अपनी दिशा से विचलित हुई? क्रियाकलाप 3 व 4 के आधार पर अब आप अपवर्तन की परिभाषा अपने शब्दों में बना सकते हैं। अपने साथियों से सलाह लेकर व शिक्षक की मदद से अपवर्तन की परिभाषा अपने शब्दों में लिखिए।

9.1.2 अपवर्तनांक (Refractive Index)

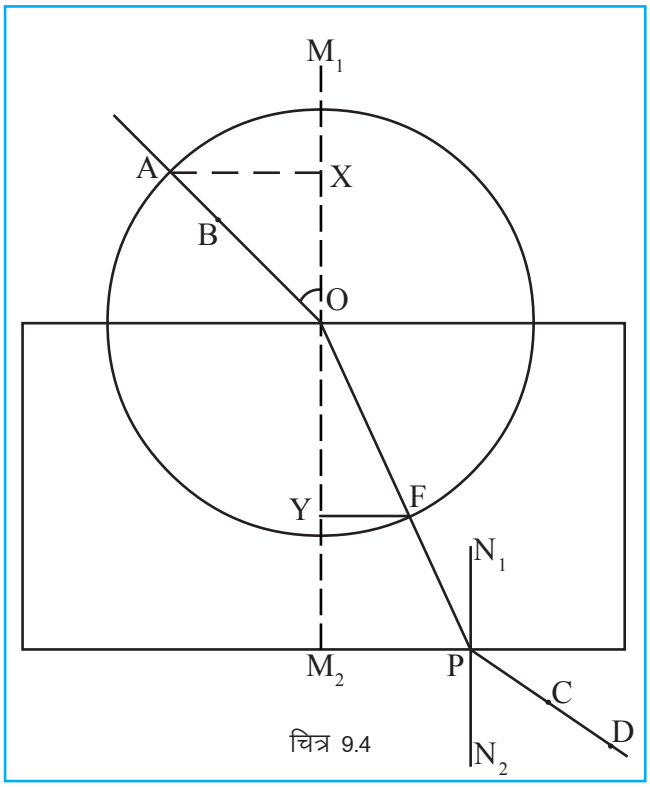
एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाने पर आपतित प्रकाश किरण कितनी विचलित होगी और किस ओर होगी इसका अनुमान हम अपवर्तनांक (अपवर्तन + अंक) से लगाते हैं अर्थात् अपवर्तनांक माध्यम के प्रकाशीय घनत्व को व्यक्त करने वाली एक संख्या है।

$$\text{किसी माध्यम का अपर्वतनांक} = \frac{\text{प्रकाश का निर्वात (या हवा) में चाल}}{\text{प्रकाश का उस माध्यम में चाल}}$$

आइए, अब हम अपवर्तनांक का मान ज्ञात करने का एक तरीका सीखें।

क्रियाकलाप (Activity) – 5

क्रियाकलाप 3 के प्रयोग का चित्र लीजिए। उसमें आपतन बिन्दु O पर परकार की नोक रखकर एक वृत्त खींचिए जो आपतित किरण को A बिन्दु पर काटता है। अपवर्तित किरण OP पर वृत्त के कटान बिन्दु को F नामांकित कीजिए।



चित्र 9.4

अब हमें आपतित व अपवर्तित किरणों के क्रमशः बिन्दु A व F की लम्ब M_1M_2 से दूरी पता लगाना है। इसके लिए A व F से रेखा M_1M_2 पर क्रमशः लम्ब खींचिए तथा उसे क्रमशः AX तथा FY नाम दीजिए। इसकी विधि आपने गणित में कक्षा 6 में सीखी है। आपका प्रयोग चित्र अब चित्र 9.4 की तरह दिखेगा।

स्केल की सहायता से दूरी AX व FY नाप कर उनका अनुपात AX/FY की गणना कीजिए। आपके द्वारा प्राप्त अंक को, अपवर्तनांक कहते हैं। यह अंक ग्रीक अक्षर 'μ' से प्रदर्शित किया जाता है और उसका उच्चारण ''म्यू'' है अतः अनुपात –

$$\mu = \frac{AX}{FY}$$ (अपवर्तनांक, हवा से काँच का)

यह काँच के प्रकार पर निर्भर करता

है। हवा से काँच के अपवर्तनांक का मान 1.5 के लगभग आता है। आपके प्रयोग वाले गुटके के काँच का अपवर्तनांक क्या आया ?

आप इसी विधि से आपतन कोण $\angle i$ का मान बदलकर अपवर्तनांक की गणना कीजिए। आप देखेंगे कि मान पूर्ववत् आयेगा अर्थात् अपवर्तनांक आपतन कोण के मान पर निर्भर नहीं करता बल्कि दोनों प्रकाशीय माध्यमों की प्रकृति पर निर्भर करता है।

इस विधि से आप बिन्दु P को केन्द्र मानकर PD त्रिज्या का वृत बनाकर काँच से हवा का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए। इस अपवर्तनांक का मान 1 से कम आया या अधिक ?

हवा से काँच व काँच से हवा के अपवर्तनांक की तुलना से आप समझ सकते हैं कि अपवर्तनांक 1 से अधिक होने पर प्रकाश किरण विरल से सघन माध्यम की ओर जा रही है व लम्ब की ओर विचलित होगी। इसी प्रकार अपवर्तनांक 1 से कम होने पर प्रकाश किरण सघन से विरल माध्यम की ओर जा रही है व उसका विचलन लम्ब से परे होगा।

इनके उत्तर दीजिए (ANSWER THESE) –

1. सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रकाश किरण के जाने पर उसके पथ में क्या परिवर्तन होगा?
2. माध्यम 1 से माध्यम 2 में जाने पर प्रकाश की किरण लम्ब की ओर विचलित होती है। इन माध्यमों की सघनता या विरलता के बारे में आप क्या कह सकते हैं?
3. एक प्रकाशीय माध्यम की सतह पर लम्बवत् पड़ने वाली प्रकाश की किरण किस दिशा में आगे बढ़ेगी ?
4. काँच पानी से अधिक सघन माध्यम है। अतः हवा से काँच का अपवर्तनांक हवा से पानी के अपवर्तनांक से कम होगा या ज्यादा?

9.2 लेन्स से अपवर्तन (Refraction through lens)

दो पृष्ठों से घिरे हुए उस पारदर्शी माध्यम को लेंस कहते हैं जिसका एक पृष्ठ गोलीय होता है तथा दूसरा पृष्ठ गोलीय या समतल होता है।

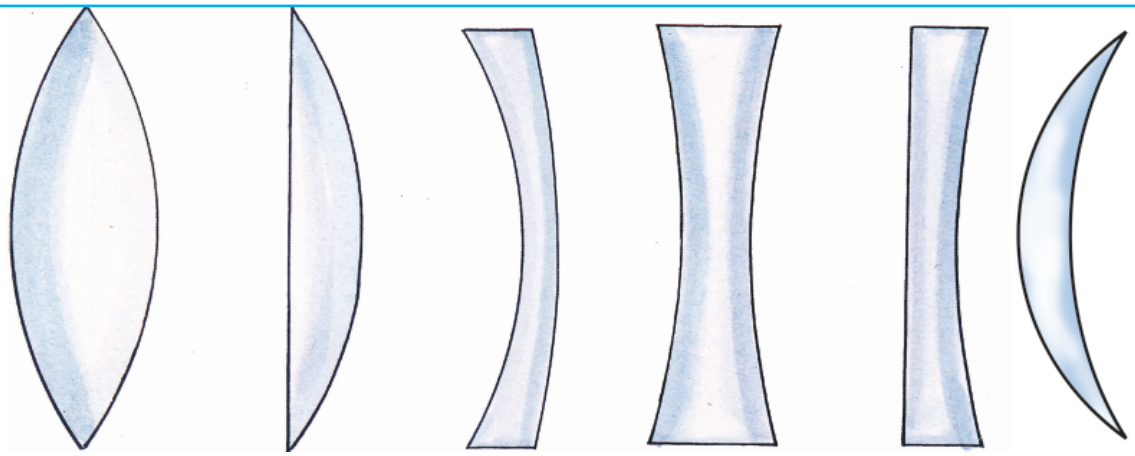
लेंस मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं।

1. उत्तल लेंस
2. अवतल लेंस

VTI7KY

उत्तल लेंस *(Convex lens)*	**अवतल लेंस** *(Concave lens)*
1. *ये लेंस बीच में मोटे तथा किनारे पर पतले होते हैं।*	1. *ये लेंस बीच में पतले तथा किनारों पर मोटे होते हैं।*
2. *ये लेंस किरणों को अभिसरित (किसी बिन्दु पर केन्द्रित) करते हैं। अतः इन्हें अभिसारी लेंस भी कहते हैं।*	2. *ये लेंस किरणों को अपसरित करते (फैलाते) हैं। अतः इन्हें अपसारी लेंस कहते हैं।*

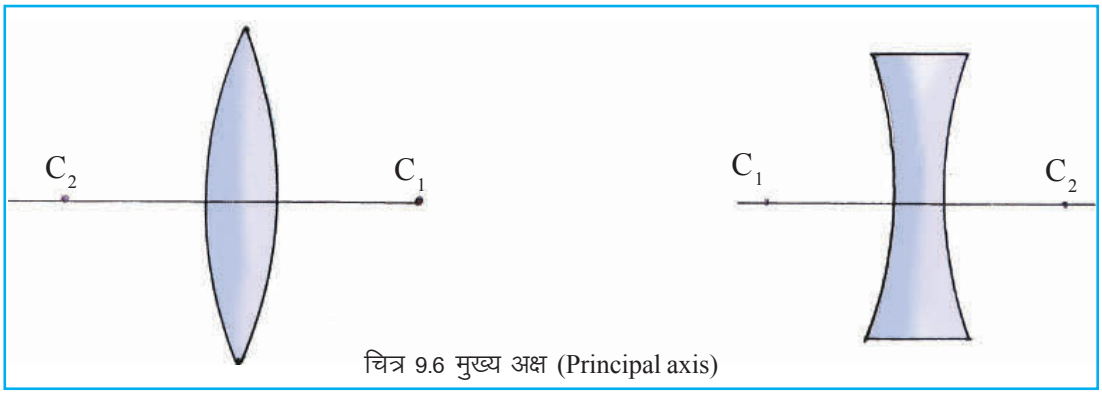
उत्तल और अवतल लेंस को पुनः निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जाता है (चित्र 9.5)–



चित्र 9.5 लेंसों की कुछ सामान्य आकृतियाँ (Some common shapes of lens)

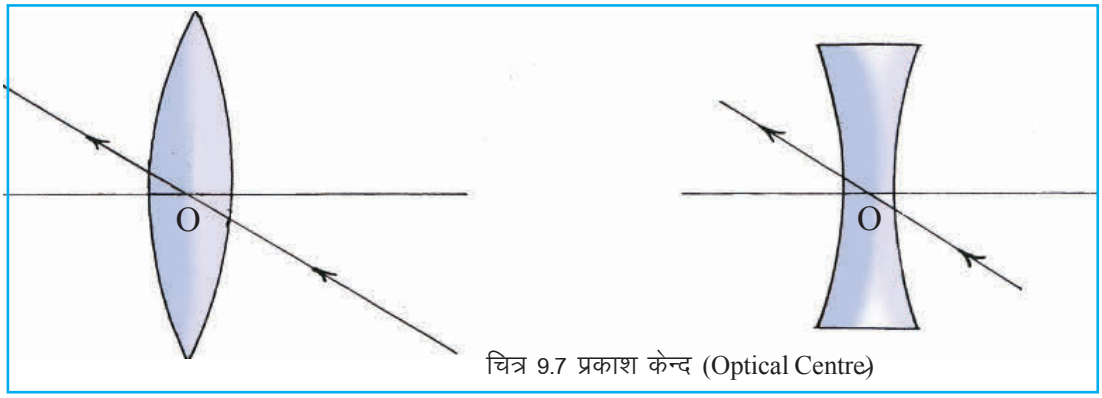
9.2.1 लेंस से संबंधित कुछ परिभाषाएँ (Some definitions used in lens)–

1. मुख्य अक्ष –लेंस के दोनों गोलीय पृष्ठों के वक्रता केन्द्रों को मिलाने वाली रेखा को मुख्य अक्ष कहते हैं। चित्र 9.6 में C_1C_2 मुख्य अक्ष है।



चित्र 9.6 मुख्य अक्ष (Principal axis)

2. प्रकाश केन्द्र –यह लेंस का केन्द्र है जिसमें से प्रकाश बिना मुड़े गुजर जाता है। (चित्र 9.7)



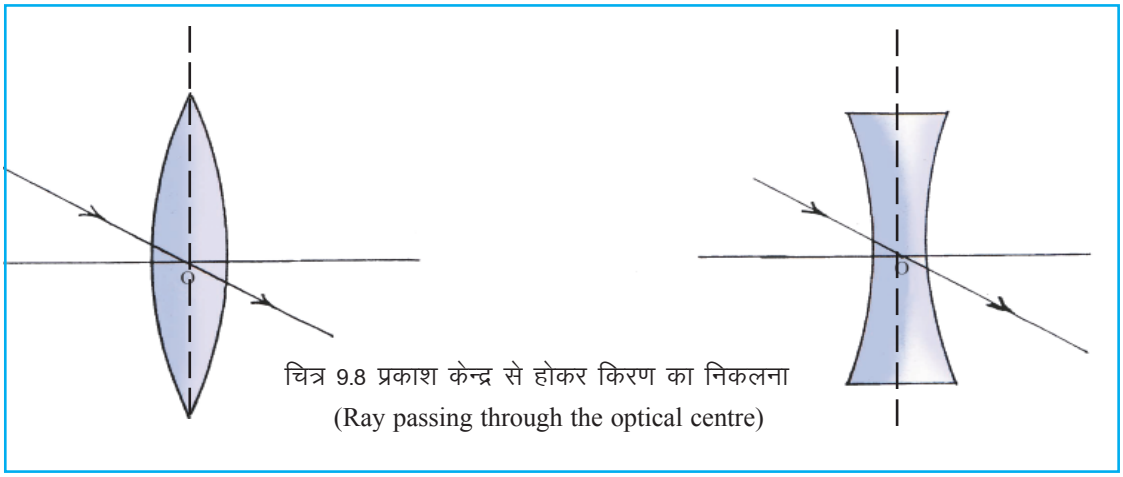
चित्र 9.7 प्रकाश केन्द (Optical Centre)

3. मुख्य फोकस –मुख्य अक्ष के समानांतर आने वाली किरणें लेंस से निकलने के बाद मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु पर मिलती हैं (उत्तल लेंस के संदर्भ में) या मिलती हुई प्रतीत होती हैं (अवतल लेंस के संदर्भ में), मुख्य फोकस कहलाता है (चित्र 9.9)।

4. फोकस दूरी (f) – यह मुख्य फोकस और प्रकाश केन्द्र के बीच की दूरी है।

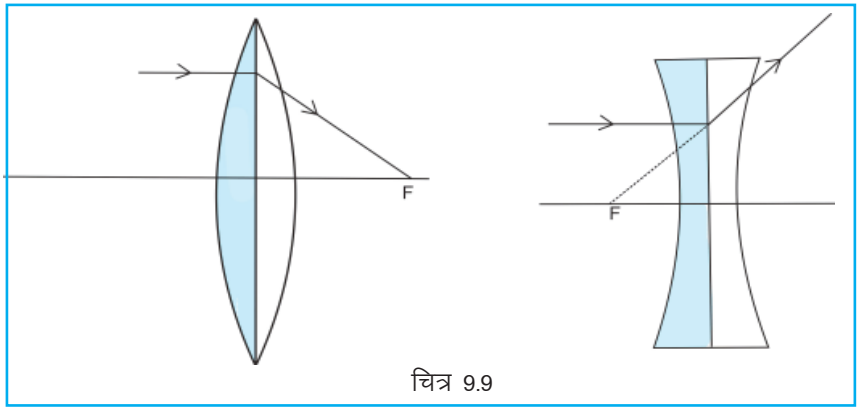
9.2.2 लेंस से बने प्रतिबिम्बों की रचना के नियम (Rules of formation of images by lens)—

1. जो किरण प्रकाश केन्द्र से होकर जाती है, वह बिना विचलन के सीधी चली जाती हैं (चित्र 9.8)



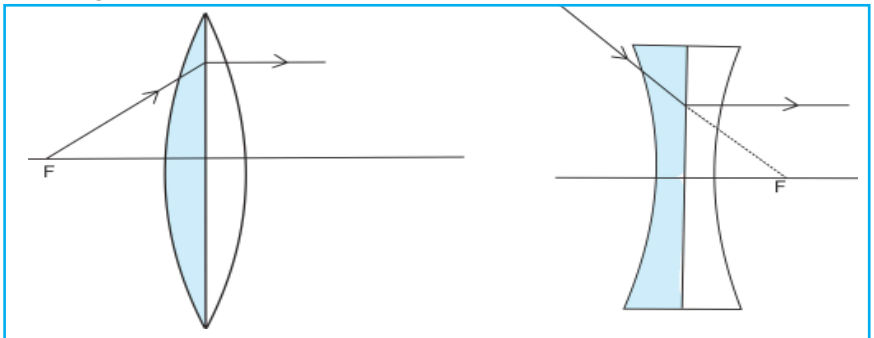
चित्र 9.8 प्रकाश केन्द्र से होकर किरण का निकलना
(Ray passing through the optical centre)

2. जो किरण मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित होती है वह लेंस से अपवर्तन के बाद मुख्य फोकस से होकर जाती है (उत्तल लेंस में) या मुख्य फोकस से होकर आती हुई प्रतीत होती है (अवतल लेंस में) चित्र 9.9।



चित्र 9.9

3. जो किरण मुख्य फोकस से होकर आपतित होती है (उत्तल लेंस में) या मुख्य फोकस की दिशा में आपतित होती है (अवतल लेंस में) वह किरण अपवर्तन के पश्चात मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती है (चित्र 9.10)।



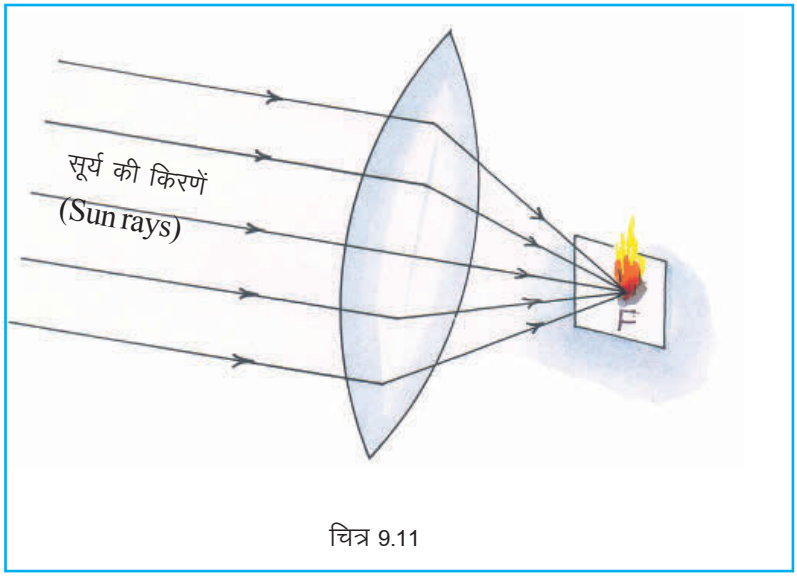
चित्र 9.10 मुख्य फोकस से (या उसकी दिशा में) होकर (Ray coming from the focus)

लेंस के बारे में जानकारी प्राप्त कर लेने के पश्चात् आइए, इनसे संबंधित कुछ क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप (Activity) – 6 (शिक्षक द्वारा प्रदर्शन)

आवश्यक सामग्री – एक उत्तल लेंस, कागज।

एक उत्तल लेंस लीजिए और उसे सूर्य की किरणों के लंबवत पकड़िए। दूसरे हाथ से एक कागज को लेंस के दूसरी तरफ पकड़िए। लेंस को आगे–पीछे करते हुए ऐसी स्थिति में लाइए कि कागज पर प्रकाश का चमकीला बिन्दु प्राप्त हो (चित्र 9.11)। यह बिन्दु लेंस का फोकस है। यदि इस स्थिति में आप कागज और लेंस को एक या दो मिनट तक रखें तो आप पाएंगे कि कागज जलने लगता है। यदि किसी सादे कागज के स्थान पर कार्बन पेपर प्रयोग में लाया जाए, तो यह अपेक्षाकृत बहुत ही कम समय में जलने लगेगा।



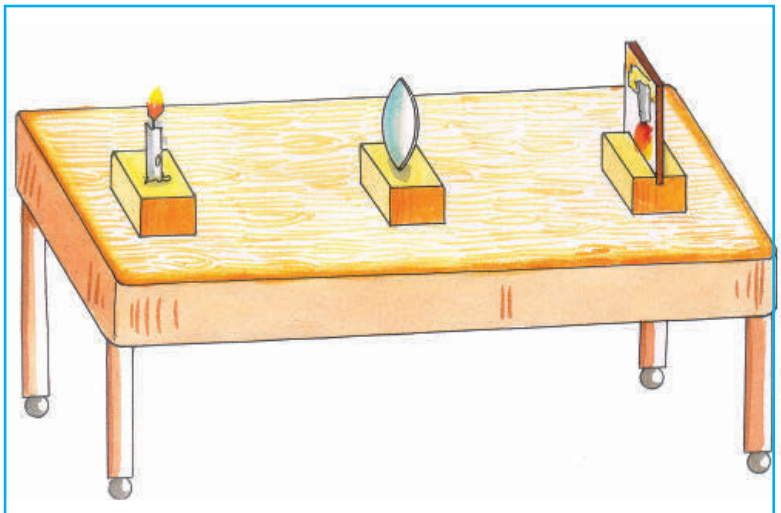
चित्र 9.11

(उत्तल लेंस के फोकस पर रखा कागज का टुकड़ा सूर्य किरणों के अभिसारित होने के कारण जलने लगता है।)

9.2.3 उत्तल लेंसों से प्रतिबिम्बों का बनना (Formation of images by convex lens)

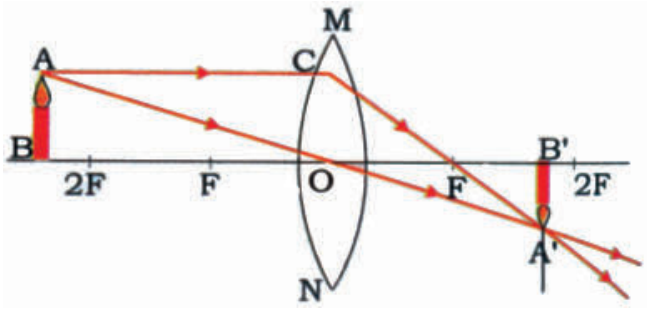
क्रियाकलाप (Activity) – 7

आवश्यक सामग्री – उत्तल लेंस, मोमबत्ती (वस्तु), पर्दा (चौकोर पुट्ठे पर सफेद कागज गोंद से चिपकाकर), तीन लकड़ी के गुटके, माचिस, आलपिनें/कीलें।

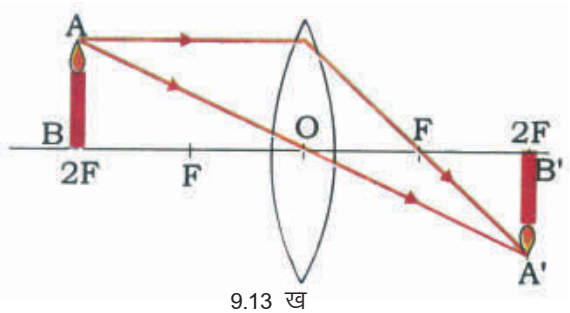

चित्र 9.12

उत्तल लेंस को लकड़ी के गुटके में दरार बनाकर फँसाएं (चित्र 9.12) दूसरे गुटके पर मोमबत्ती को रखिए। तीसरे गुटके पर पर्दे को आलपिनों की सहायता से फँसाएं। चित्रानुसार इनको रखिए। अब पर्दे की व्यवस्था को इस प्रकार आगे–पीछे सरकाइए कि मोमबत्ती की लौ का प्रतिबिम्ब अधिकतम चमकीला हो। आप पाएंगे की वस्तु (मोमबत्ती) की दूरी लेंस के सापेक्ष बदलने पर प्रतिबिम्ब की दूरी तथा प्रकृति भी बदलती है।

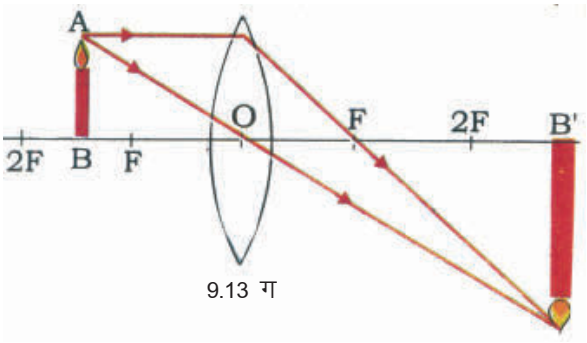
विभिन्न स्थितियों में बनने वाले प्रतिबिम्बों की स्थिति, आकृति एवं प्रकृति को नीचे दी गई सारणी–9.1 में लिखिए। इसकी जाँच, दिए गए चित्रों (9.13 क, ख, ग, घ, ङ) द्वारा कीजिए–



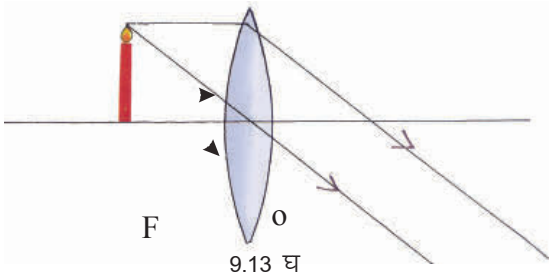
9.13 क



9.13 ख

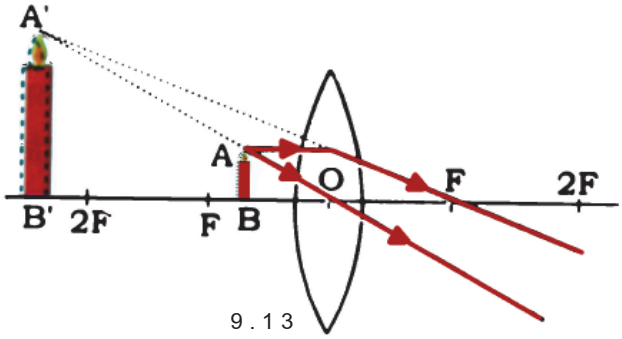


9.13 ग



9.13 घ

A'



9 . 1 3

9.13 उत्तल लेंस से प्रतिबिम्बों का बनना (Images formed by a convex lens)

सारणी–9.1

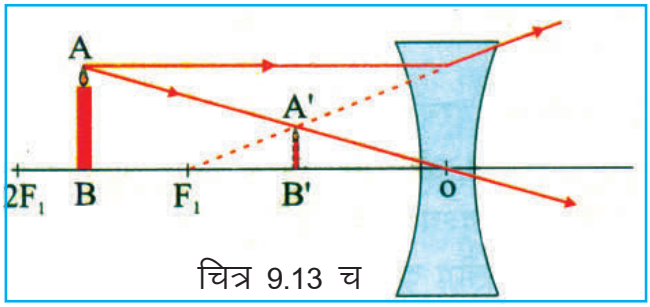
क्र. (S.N.)	वस्तु की स्थिति (Position of object)	प्रतिबिम्ब की स्थिति (Position of image)	प्रतिबिम्ब की प्रकृति (Type of image)	प्रतिबिम्ब का आकार (Size of image)
1.	*2F से परे*	————	————	————
2.	*2F पर*	————	————	————
3.	*F और 2F के बीच*	————	————	————
4.	*फोकस F पर*	*अनंत पर*	*वास्तविक*	*वस्तु से बड़ा*
5.	*फोकस F और प्रकाश केन्द्र O के बीच*	————	————	————

इस प्रयोग से निम्नलिखित निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं –

1. सभी वास्तविक प्रतिबिम्ब (जो पर्दे पर बनते हैं) उल्टे होते हैं।
2. जैसे–जैसे वस्तु को लेंस के पास लाया जाता है, प्रतिबिम्ब दूर हटता जाता है।
3. जैसे–जैसे वस्तु को लेंस के पास लाया जाता है प्रतिबिम्ब का आकार बढ़ता जाता है।
4. जब वस्तु लेंस के बहुत पास होती है वास्तविक प्रतिबिम्ब प्राप्त नहीं होता।

9.2.4 अवतल लेंस से प्रतिबिम्ब का बनना (Images formed by concave lens)

सारणी 9.1 में वस्तु की विभिन्न स्थितियों के लिए उत्तल लैंस से बनने वाले प्रतिबिंब की स्थितियों को आपने सीखा है। कक्षा 7 में आपने अवतल दर्पण से बनने वाले प्रतिबिंबों के बारे में पढ़ा है। आपको यह ध्यान रखना होगा कि दर्पण प्रकाश को परावर्तित करता है जबकि लेंस प्रकाश को अपवर्तित करता है।



चित्र 9.13 च

उभयावतल लेंस के सामने वस्तु को कहीं भी रखें इसके द्वारा सदैव आभासी एवं छोटा प्रतिबिंब बनता है (चित्र 9.13 च)।

इनके उत्तर दीजिए (ANSWER THESE)–

1. लेंस किसे कहते हैं? ये कितने प्रकार के होते हैं ?
2. परिभाषित कीजिए –
   (क) मुख्य अक्ष (ख) प्रकाश केन्द्र (ग) फोकस
3. लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब बनाने के नियम लिखिए।
4. सिनेमा हॉल के परदे पर दिखाई देने वाले चित्र वास्तविक होते हैं या आभासी ?

क्रियाकलाप (Activity) – 8

आवश्यक सामग्री – गत्ते का टुकड़ा, पानी, कील।

कील की सहायता से गत्ते में एक छोटा छिद्र बनाइए। इस छेद में पानी की एक बूँद रखिए। यदि आप इस व्यवस्था को अपनी पुस्तक से 2cm ऊपर रखें तो जल बूँद लेंस से देखे गये अक्षर आवर्धित (अधिक बड़े) दिखाई देंगे।

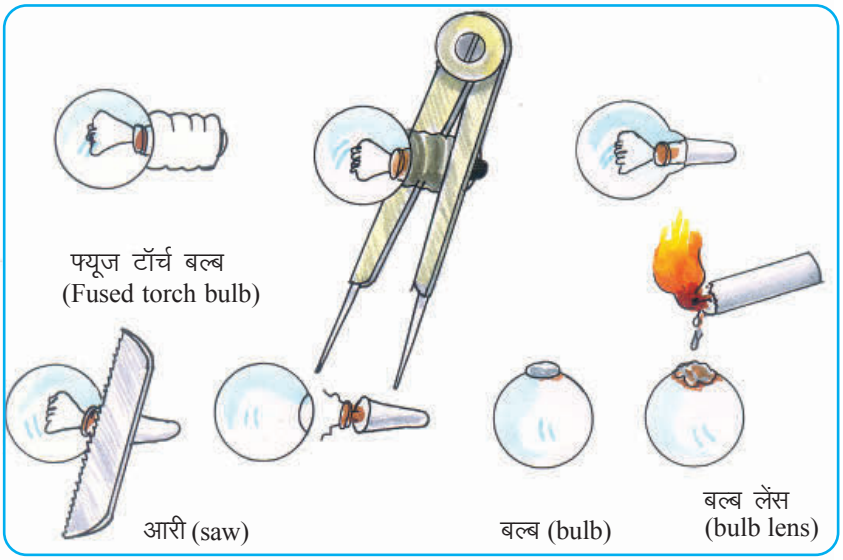
9.2.5. लेंसों के अनुप्रयोग (Application of Lens)

1. आवर्धक लेंस (Magnifying glass)– वास्तव में यह एक उत्तल लेंस ही है। उपयोग की सुविधा के लिए प्रायः इस लेंस को एक हैंडिल युक्त फ्रेम में जड़ देते हैं। इसका उपयोग छोटी वस्तुओं के बड़े एवं सीधे प्रतिबिम्ब प्राप्त करने के लिए किया जाता है। इसे सरल सूक्ष्मदर्शी भी कहते हैं। घड़ी साजों द्वारा उपयोग में लाया जाने वाला लेंस भी आवर्धक लेंस ही होता है।

2. वाटर लेंस सूक्ष्मदर्शी (Water-lens microscope)–

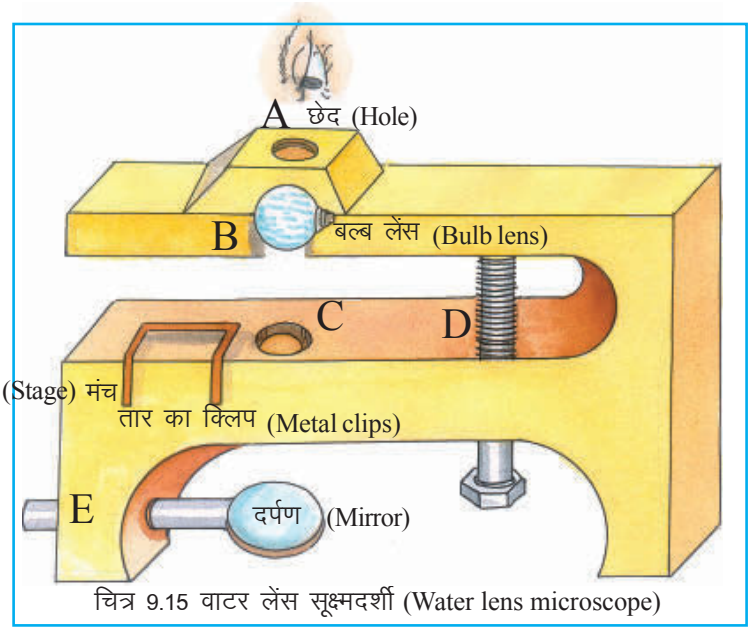
क्रियाकलाप (Activity) – 9

आवश्यक सामग्री – पुरानी मोटी रबर चप्पल का सोल, आरी, 2 इंच का बोल्ट, जी.आई. तार का 10 सेमी का टुकड़ा, दर्पण/चमकदार पन्नी, फ्यूज हुआ टॉर्च बल्ब, मोमबत्ती, माचिस, धातु की नली/पेन का ढक्कन (धातु का) ज्यामिति बॉक्स का डिवाइडर।



चित्र 9.14 बल्ब लेंस बनाना (Making bulb lens)

सबसे पहले डिवाइडर की सहायता से चित्र 9.14 के अनुसार फ्यूज हुआ टॉर्च बल्ब का धातु वाला भाग अलग कीजिए। फिलामेंट निकालने के लिए बल्ब को आरी से काटिए। अब बल्ब को पानी से भरकर उसे जलती हुई मोमबत्ती से मोम टपकाकर सील करें। लीजिए बल्ब लेंस तैयार हो गया (चित्र 9.14)।



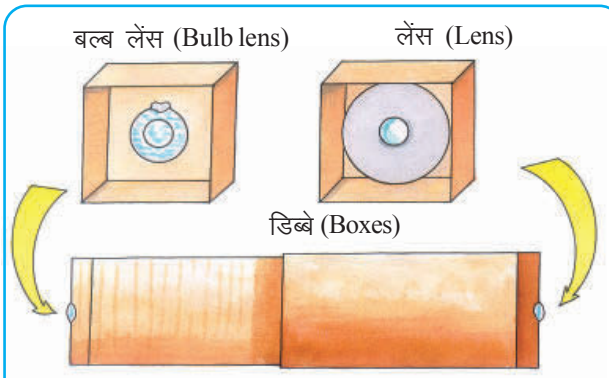
चित्र 9.15 वाटर लेंस सूक्ष्मदर्शी (Water lens microscope)

अब मोटी रबर चप्पल के सोल में से 10 सेमी लम्बा एवं 7 सेमी चौड़ा आकार (चित्र 9.15) काटिए। धातु की नली को घुमा–घुमाकर 5 छेद (A,B,C,D,E) बनाइए। निर्धारित स्थान पर बल्ब लेंस का मोमवाला सिरा लिटा कर रखिए तथा शेष छेदों में दर्पण एवं बोल्ट फंसाइए। तार का क्लिप बनाकर चित्र–9.15 के अनुसार फंसाइए। मिलीमीटर वाला ग्राफ कागज का टुकड़ा या कोई छोटी वस्तु क्लिप के नीचे मंच पर रखिए। अब बोल्ट घुमाकर लेंस को ऊपर नीचे करते हुए छोटी वस्तुओं को बड़े रूप में देखने का आनन्द लीजिए।

3. वाटर लेंस दूरदर्शी (Water-lens telescope)–

क्रियाकलाप (Activity) – 10

आवश्यक सामग्री – दो चौकोर/गोल पाइप या अगरबत्ती के खाली डिब्बे, फ्यूज हुआ टार्च बल्ब, आरी, मोमबत्ती, माचिस, उत्तल लेंस (लगभग 15 सेमी फोकस दूरी का) कैंची, कार्ड शीट के टुकड़े, आलपिनें, ज्यामिति बाक्स का डिवाइडर।



चित्र 9.16 वाटर लेंस दूरदर्शी (Water lens telescope)

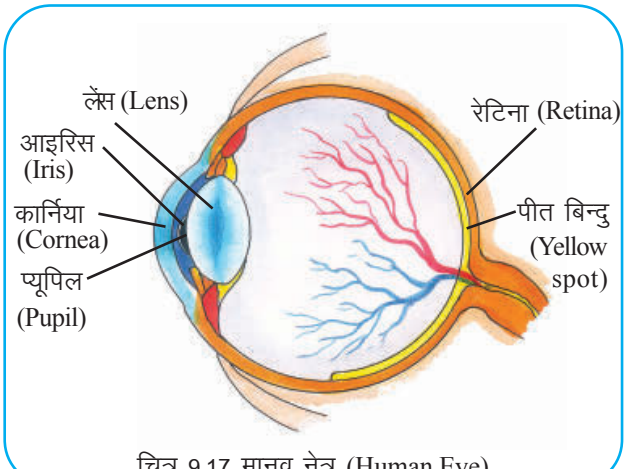
पहले बल्ब लेंस, क्रियाकलाप 9 में बताए अनुसार बनाइए। अब अगरबत्ती के दो अलग–अलग व्यास वाले डिब्बे लें जिससे छोटे व्यास वाले डिब्बे को दूसरे में चलाया जा सके (चित्र 9.16)। छोटे डिब्बे के एक भाग के लिए गत्ते का ढक्कन बनाइए। इस ढक्कन में गोल छेद कर बल्ब लेंस को उसमें फँसाइए। ध्यान रहे कि लेंस का मोम वाला भाग ऊपर रहे। अब दूसरे बड़े डिब्बे के एक सिरे पर उत्तल लेंस (15 सेमी फोकस दूरी) लगाइए। इस लेंस के मध्य भाग का 1 सेमी का हिस्सा खुला छोड़ते हुए एक कागज चिपका दीजिए तथा लेंस को डिब्बे में स्थिर करिए।

दोनों डिब्बे इस प्रकार फँसाएं कि दोनों लेंस (बल्ब लेंस एवं लेंस) डिब्बों के बाहरी सिरों पर हों। बल्ब लेंस को आँख के पास रखते हुए दूर की वस्तु देखने के लिए डिब्बे खिसकाकर फोकस करिए। इससे प्रतिबिम्ब उल्टा दिखेगा।

इससे रात को चन्द्रमा का नजारा देखना मत भूलिए और हो सके तो स्टैंड बनाने की तरकीब भी सोचिए।

9.3 मानव नेत्र : एक सजीव लेंस

मानव नेत्र गोलाकार होता है, जिसके सामने का भाग कुछ उभरा हुआ होता है जिसे कार्निया कहते हैं (चित्र 9.17)। कार्निया के पीछे एक अपारदर्शी पर्दा होता है, जिसे आइरिस कहते हैं। आइरिस के मध्य में एक लघु निकास छिद्र होता है जिसे पुतली (प्यूपिल) कहते हैं। पेशियों



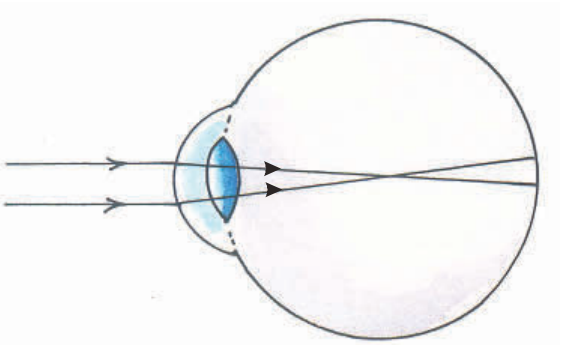
चित्र 9.17 मानव नेत्र (Human Eye)

VTS3ML

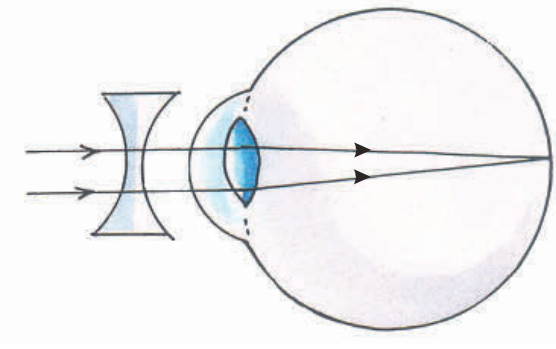
की सहायता से इसका आकार स्वतः ही अधिक प्रकाश में छोटा तथा अंधेरे में बड़ा हो जाता है। इसके पीछे एक नरम तथा पारदर्शी पदार्थ का बना एक उत्तल लेंस होता है जिसे नेत्र लेंस कहते हैं। मानव नेत्र में सबसे अन्दर एक पारदर्शी झिल्ली होती है जिसे रेटिना कहते हैं। मनुष्य के सामने स्थित वस्तु का वास्तविक प्रतिबिम्ब नेत्र लेंस द्वारा रेटिना पर बनता है। रेटिना के लगभग बीच में एक स्थान होता है जिसे पीत बिन्दु कहते हैं। पीत बिन्दु पर बना प्रतिबिम्ब स्पष्ट दिखायी देता है।

किसी वस्तु से आने वाली प्रकाश किरणें कार्निया से गुजरने के बाद नेत्र लेंस पर आपतित होती हैं। इससे अपवर्तित होकर रेटिना पर वस्तु का उल्टा, एवं वास्तविक प्रतिबिम्ब बनता है। स्वस्थ आँख से किसी वस्तु को स्पष्ट देखने के लिए न्यूनतम दूरी 25 सेमी होती है।

9.4 दृष्टि दोष (Eye defects):



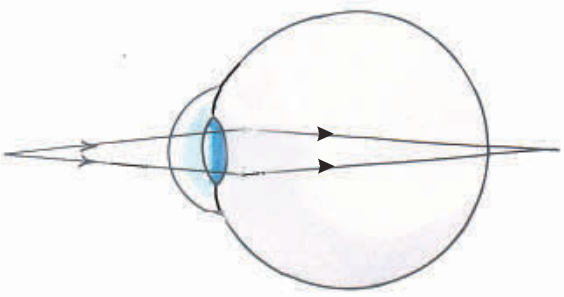
चित्र 9.18 निकट दृष्टि दोषयुक्त आँख (Eye with shortsightedness)



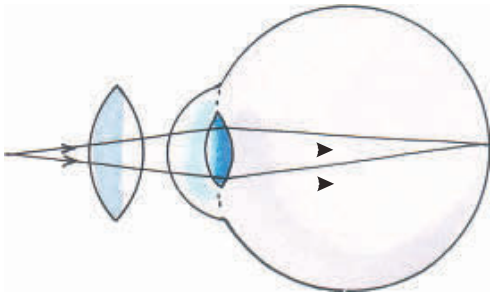
चित्र 9.19 निवारण (Rectification)

कुछ लोग जिनके नेत्र लेंस बहुत अधिक वक्रित होते हैं दूरस्थ वस्तुओं को स्पष्ट नहीं देख सकते हैं। उनके नेत्र लेंस की फोकस दूरी बहुत कम होती है। ऐसी स्थिति में दूरस्थ वस्तु का स्पष्ट प्रतिबिम्ब दृष्टिपटल (रेटिना) पर न बनकर इसके आगे एक बिन्दु पर बनता है। दृष्टि के इस दोष को निकट दृष्टि दोष अथवा मायोपिया कहते हैं (चित्र 9.18)। इस दोष का निराकरण अवतल लेंस लगे चश्मे से किया जाता है। यह लेंस किरणों को फैला कर उनको दृष्टिपटल पर फोकस करता है (चित्र 9.19)।

कुछ लोग इसके विपरीत प्रकार के दोष से ग्रस्त होते हैं। वे निकटस्थ वस्तुओं को स्पष्ट नहीं देख सकते, क्योंकि उनके नेत्र लेंस में तनाव होने के कारण नेत्र की फोकस दूरी अधिक हो जाती



चित्र 9.20 दूर दृष्टि दोषयुक्त आँख (Eye with longisightedness)



चित्र 9.21 निवारण (Rectification)

है। परिणामस्वरूप निकटस्थ वस्तु का प्रतिबिम्ब दृष्टिपटल के पीछे बनता है। इस दोष को दूर दृष्टिदोष अथवा हाइपरमेट्रोपिया कहते हैं (चित्र 9.20)। इस दोष का निराकरण उत्तल लेंस लगे चश्मे से किया जा सकता है। यह लेंस किरणों को इस प्रकार मोड़ देता है, जिससे वे दृष्टिपटल पर सही ढंग से फोकस हो जाती हैं (चित्र 9.21)।

इनके उत्तर दीजिए (NOW ANSWER THESE)–

1. सुस्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी का मान कितना होता है ?
2. मानव नेत्र में प्रतिबिम्ब कहाँ पर बनता है ?
3. निकट दृष्टि दोष क्या है? इसे कैसे दूर किया जाता है ?
4. दूर दृष्टि दोष से आप क्या समझते हैं ? इसे कैसे दूर किया जाता है ?

हमने सीखा (WE HAVE LEARNT) –

- पारदर्शी पदार्थ को प्रकाशीय माध्यम कहते हैं।
- जब प्रकाश एक प्रकाशीय माध्यम से दूसरे प्रकाशीय माध्यम में जाता है तो वह दोनों माध्यमों के सम्पर्क तल की सतह से मुड़ता है। प्रकाश के इस तरह से मुड़ने को अपवर्तन कहते हैं।
- किसी माध्यम में अपवर्तन द्वारा विचलन का मान अपवर्तनांक से नापा जाता है।
- किसी माध्यम का अपवर्तनांक 1 से कम या ज्यादा हो सकता है।
- जब प्रकाश, विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश करता है, तो यह लंब की ओर झुक जाता है जबकि सघन से विरल माध्यम में जाने पर लंब से दूर हटता है।
- दो पृष्ठों से घिरे हुए उस पारदर्शी माध्यम को लेंस कहते हैं, जिसका एक पृष्ठ गोलीय होता है तथा दूसरा पृष्ठ गोलीय या समतल होता है।
- उत्तल लेंस बीच में मोटे तथा किनारों पर पतले होते हैं, जबकि अवतल लेंस बीच में पतले तथा किनारों पर मोटे होते हैं।
- लेंस के दोनों गोलीय पृष्ठों के वक्रता केन्द्रों को मिलाने वाली रेखा को मुख्य अक्ष कहते हैं।
- प्रकाश केन्द्र, लेंस का केन्द्र होता है जिसमें से प्रकाश बिना मुड़े गुजर जाता है।
- मुख्य फोकस और प्रकाश केन्द्र के बीच की दूरी को फोकस दूरी कहते हैं।
- जो किरण लेंस के मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित होती है वह अपवर्तन के बाद मुख्य फोकस से होकर जाती है (उत्तल लेंस में) या मुख्य फोकस से आती हुई प्रतीत होती है (अवतल लेंस में)
- जो किरण मुख्य फोकस से होकर आपतित होती है (उत्तल लेंस में) या मुख्य फोकस की दिशा में आपतित होती है (अवतल लेंस में) वह किरण अपवर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती है।
- उत्तल लेंस का उपयोग आवर्धक लेंस, सूक्ष्मदर्शी एवं दूरदर्शी बनाने में किया जाता है।
- मानव नेत्र की फोकस दूरी स्वतः परिवर्तित होती है और मानव नेत्र द्वारा बना प्रतिबिंब वास्तविक तथा उल्टा होता है। स्वस्थ नेत्र से किसी वस्तु को स्पष्ट देखने के लिए न्यूनतम दूरी 25 सेमी होती है।
- निकट दृष्टि दोष से पीड़ित व्यक्ति दूरस्थ वस्तुओं को स्पष्ट नहीं देख सकते। अवतल लेंस लगे चश्मे से इसका निराकरण किया जा सकता है।
- दूर दृष्टि दोष से पीड़ित व्यक्ति निकटस्थ वस्तुओं को स्पष्ट नहीं देख सकते। उत्तल लेंस लगे चश्मे से इसका निराकरण किया जा सकता है।

अभ्यास के प्रश्न (QUESTIONS FOR PRACTICE) –

1.सही विकल्प चुनिए (Choose the correct alternative)–

VU1YP9

1. काँच का अपवर्तनांक होता है –
   (क) 1.5 (ख) 1.3
   (ग) 2.4 (घ) 1.0
2. लेंस का वह बिन्दु जिससे होकर जाने पर प्रकाश की किरण बिना विचलन के गुजर जाती है, कहलाता है –
   (क) फोकस (ख) प्रकाश केन्द्र
   (ग) फोकस दूरी (घ) वक्रता केन्द्र
3. जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती है, तो अपने पूर्व पथ से विचलित हो जाती है, इसे कहते हैं –
   (क) प्रकाश का परावर्तन (ख) प्रकाश का अनियमित परावर्तन
   (ग) प्रकाश का अपवर्तन (घ) इनमें से कोई नहीं।
4. उत्तल लेंस द्वारा बनने वाले प्रतिबिम्ब की स्थिति क्या होगी जब वस्तु 2F पर हो–
   (क) 2F पर (ख) F पर
   (ग) F और 2F के बीच (घ) F और प्रकाश केन्द्र के बीच

2. उचित संबंध जोड़िए (Match the following)–

वस्तु की स्थिति	प्रतिबिम्ब की स्थिति
1. F पर	1. F और 2F के बीच
2. F और 2F के बीच	2. वस्तु की ओर ही
3. 2F से परे	3. अनंत पर
4. F और प्रकाश केन्द्र के बीच	4. 2F से परे

3. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए (Answer the following questions)–

1. अपवर्तन से आप क्या समझते हैं ?
2. जब प्रकाश की किरण कांच से होकर जल में प्रवेश करेगी तब वह किस ओर झुकेगी, अभिलंब की ओर या अभिलंब से दूर? समझाइए ।
3. किसी माध्यम के अपवर्तनांक से आप क्या समझते हैं ?
4. किरण चित्र बनाइए–जब वस्तु उत्तल लेंस के प्रकाश केन्द्र व मुख्य फोकस के बीच स्थित हो।
5. दूर दृष्टि दोष क्या है ? इसका निवारण कैसे किया जाता है ? सचित्र वर्णन कीजिए।
6. एक क्रियाकलाप द्वारा दर्शाइए कि आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा आपतन बिंदु पर अभिलंब एक ही तल में होते हैं।

इन्हें भी करें (TRY TO DO THIS ALSO)–

1. किसी फ्यूज बल्ब का तन्तु वाला हिस्सा काटकर अलग कर दें। अब काँच के बल्ब में पानी भरिए और बताइए कि यह किस प्रकार के लेंस की भांति कार्य करता है? सूर्य के प्रकाश में रखकर इसकी फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। अब इसे क्रमशः मिट्टी का तेल, नारियल तेल और ग्लिसरीन से भरिए। इनकी भी फोकस दूरी ज्ञात कर इनकी आपस में तुलना कीजिए।
2. अपने विद्यालय में समुदाय की सहायता से नेत्र जाँच शिविर का आयोजन कीजिए।