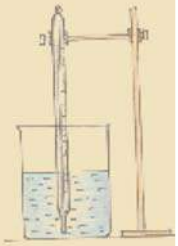
अध्याय
14

# प्रकाश का अपवर्तन
## (REFRACTION OF LIGHT)

**अध्ययन बिन्दु**

14.1 प्रकाश का अपवर्तन
14.2 अपवर्तन पर आधारित घटनाएँ
14.3 लेंस
14.4 लेंसों के उपयोग व प्रकाशीय उपकरण
14.5 मानव नेत्र
14.6 प्रकाश का वर्ण विक्षेपण



आप जानते हैं कि प्रकाश किसी पारदर्शी माध्यम में सरल रेखा में गमन करता प्रतीत होता है। जब यह किसी पारदर्शी माध्यम (जैसे वायु) में सरल रेखा में गमन करता हुआ किसी अपारदर्शी वस्तु से टकराता है तो आगे नहीं जा पाता है तथा उस वस्तु के पीछे उसकी छाया बनती है। इसी प्रकार प्रकाश जब किसी पारदर्शी माध्यम में सरल रेखा में गमन करता हुआ किसी चमकदार अपारदर्शी वस्तु (जैसे दर्पण) से टकराता है तो पुनः उसी माध्यम में लौट जाता है। किंतु प्रकाश जब एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे पारदर्शी माध्यम में प्रवेश करता है तो क्या होता है ? तब भी क्या यह सरल रेखा में गमन करता है या इसकी दिशा बदल जाती है ? आपने अपने दैनिक जीवन के अनुभवों में देखा होगा कि पानी से भरे किसी पात्र अथवा तालाब या कुएँ का पैंदा ऊपर उठा हुआ प्रतीत होता है। इसी प्रकार, जब कोई काँच का मोटा स्लैब (सिल्ली) को किसी पुस्तक या अखबार के अक्षरों पर रख कर ऊपर से देखने पर अक्षर उठे हुए प्रतीत होते हैं। ऐसा क्यों होता है ? आओ पता लगाएँ।

## 14.1 प्रकाश का अपवर्तन

### गतिविधि 1

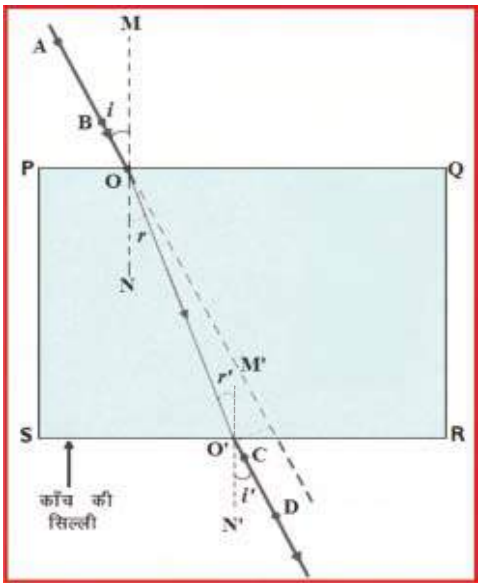
सफेद कागज की एक शीट को ड्राइंग बोर्ड पर ड्राइंग पिनों की सहायता से लगाइए। शीट के ऊपर बीच में काँच की एक आयताकार सिल्ली रखिए। काँच की सिल्ली के परिमाप या रूपरेखा को पेंसिल की सहायता से बनाइए। इस परिमाप का नामांकन PQRS कर दीजिए। सिल्ली को वहाँ से हटा दीजिए तथा बिंदु O पर एक अभिलम्ब MON खीचिए तथा चाँदे की सहायता से अभिलम्ब के साथ एक आपतन कोण i (30°) पर एक रेखा AB खींचिए। इस रेखा के बिंदु A व B पर दो ऑलपिनों को ऊर्ध्वाधर गाड़िए। (देखें चित्र 14.1)

अब काँच की सिल्ली को पुनः अपने स्थान पर परिमाप PQRS में रखिए और सिल्ली के विपरीत फलक से पिनों A तथा B के प्रतिबिंबों को देखिए। प्रतिबिंबों को देखते हुए एक पिन C को इस प्रकार लगाइए कि यह पिन तथा A व B पिनों के प्रतिबिंब एक सीधी रेखा पर स्थित हों। एक और ऑलपिन लेकर इस प्रकार लगाइए

कि पिन D व C तथा A व B पिनों के प्रतिबिंब एक ही सीध में नजर आएँ। पिनों तथा सिल्ली को हटा दीजिए। जिस स्थान पर पिन C व D लगाई गई थी, उन पर चिह्न अंकित करके रेखा CD खींचिए। इसे O' बिन्दु तक मिला दीजिए। O' पर पृष्ठ SR के अभिलम्ब O'N' खींचिए।

इसके पश्चात् आप O तथा O' को मिलाइए। AB को भी आगे बढ़ा दीजिए, जिसे चित्र में बिंदुकित रेखा से दिखाया गया है।

आप देखते हैं कि रेखा AB के अनुदिश वायु में चलती हुई प्रकाश किरण काँच की सिल्ली के पृष्ठ से टकरा कर काँच में प्रवेश करती है। बिंदु O पर प्रकाश किरण AB वायु (विरल माध्यम) से काँच (सघन माध्यम) में प्रवेश करने पर अभिलम्ब की ओर झुक जाती है।




चित्र 14.1 काँच की सिल्ली से अपवर्तन

इसी प्रकार पृष्ठ SR के बिंदु O' पर जब प्रकाश किरण काँच (सघन माध्यम) से बाहर निकल कर वायु (विरल माध्यम) में जाती है तो यह अभिलम्ब से दूर हट जाती है। अतः हम कह सकते हैं कि–

1. जब प्रकाश किरण, विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश करती है तो अभिलम्ब की ओर झुक जाती है।
2. जब प्रकाश किरण, सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती है तो यह अभिलम्ब से दूर हट जाती है। अर्थात्,

**जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करती है तो यह अपने पथ से विचलित हो जाती है। इस घटना को प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं।**

## अपवर्तन क्यों होता है ?

सघन माध्यम (काँच) में प्रकाश की चाल विरल माध्यम (वायु) की तुलना में कम होती है। अतः स्पष्ट है कि प्रकाश जब विरल माध्यम (वायु) से सघन माध्यम (काँच) में जाता है तो उसकी चाल घट जाती है। इसके विपरीत जब प्रकाश सघन माध्यम (काँच) से विरल माध्यम (वायु) में जाता है तो उसकी चाल बढ़ जाती है। प्रकाश के एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे में प्रवेश करने पर प्रकाश की चाल में परिवर्तन के कारण अपवर्तन की घटना होती है।

**अपवर्तनांक** : अपवर्तनांक दिए गए दो माध्यमों में प्रकाश के वेगों का अनुपात होता है। यह नियतांक है तथा मात्रक रहित है।

$$\text{अपवर्तनांक } (\mu) = \frac{\text{प्रथम माध्यम में प्रकाश का वेग}}{\text{द्वितीय माध्यम में प्रकाश का वेग}}$$

$$\mu = \frac{v_1}{v_2}$$

दैनिक जीवन में अपवर्तन के कारण कई घटनाएँ और प्रभाव दृष्टिगोचर होते हैं। इनमें से कुछ पर यहाँ गतिविधि यों के माध्यम से चर्चा करेंगे।

## 14.2 अपवर्तन पर आधारित घटनाएँ

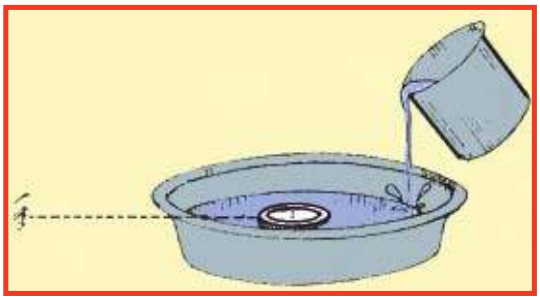
### 1. पानी से भरे पात्र का पैंदा ऊपर उठा हुआ दिखाई देना

#### गतिविधि 2

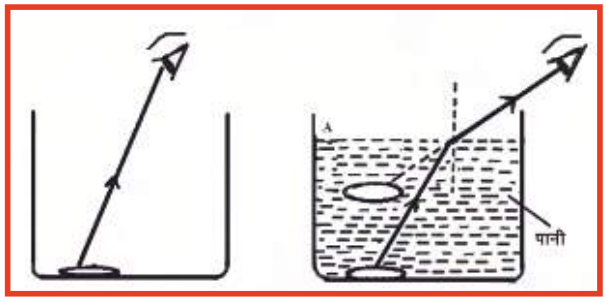
पानी से भरी एक बाल्टी के पैंदे में एक सिक्का रखिए। अपनी आँख को पानी के ऊपर एक साइड में रख कर सिक्के को एक ही बार में उठाने का प्रयास कीजिए। क्या आप सिक्का उठाने में सफल हो पाते हैं ? इस प्रक्रिया को दोहराइए। आप इसे एक बार में करने में सफल क्यों नहीं हो पाए थे ? अपने मित्रों से यह गतिविधि करने के लिए कहिए। उनके अनुभवों की स्वयं के अनुभव से तुलना कीजिए।

#### गतिविधि 3

स्टील या प्लास्टिक का पात्र जैसे एक गिलास या भगोना लेकर उसके तल में एक सिक्का रख दीजिए। इस पात्र में स्थित सिक्के को देखते हुए धीरे–धीरे उससे तब तक दूर जाइए, जब तक कि सिक्का दिखाई देना बंद न हो जाए। अब अपने मित्र को उस पात्र में धीरे–धीरे सावधानीपूर्वक पानी डालने को कहिए (चित्र–14.2 अ)। ध्यान रहे कि सिक्का अपने स्थान से हिलना नहीं चाहिए। क्या अब आपको सिक्का पुनः दिखाई देने लगता है ? आपने अपनी स्थिति परिवर्तित नहीं की है, फिर भी सिक्का दिखाई देना कैसे संभव हुआ ?



चित्र 14.2 (अ) पानी से भरे टब में सिक्का




(ब) बीकर में सिक्के का ऊपर उठा दिखाई देना

यह प्रकाश के अपवर्तन के कारण होता है। चित्र 14.2 (ब) के अनुसार सिक्के से चलने वाली प्रकाश की किरण जब पानी (सघन माध्यम) से वायु (विरल माध्यम) में जाती है तो पानी के पृष्ठ पर अभिलम्ब से दूर हो जाती है और जब यह अपवर्तित प्रकाश की किरण हमारी आँख तक पहुँचती है तो सिक्का ऊपर उठा हुआ दिखाई देता है।

इसी प्रकार पानी से भरे किसी पात्र, तालाब, तरणताल या कुएँ का पैंदा ऊपर उठा हुई प्रतीत होता है।

**यह भी कीजिए–**

मेज पर रखे एक सफेद कागज की शीट पर एक मोटी सीधी रेखा खींचिए। इस रेखा के ऊपर काँच की एक सिल्ली इस प्रकार रखिए कि इसकी एक कोर इस रेखा से कोई कोण बनाए। सिल्ली के नीचे आए रेखा के भाग को साइड से देखिए। आप क्या देखते हैं? क्या काँच की सिल्ली के नीचे की रेखा कोरों (edges) के पास मुड़ी हुई प्रतीत होती है? अब काँच की सिल्ली को इस प्रकार रखिए कि यह रेखा के लंबवत हो। अब आप क्या देखते हैं? क्या काँच की सिल्ली के नीचे रेखा का भाग मुड़ा हुआ प्रतीत होता है?

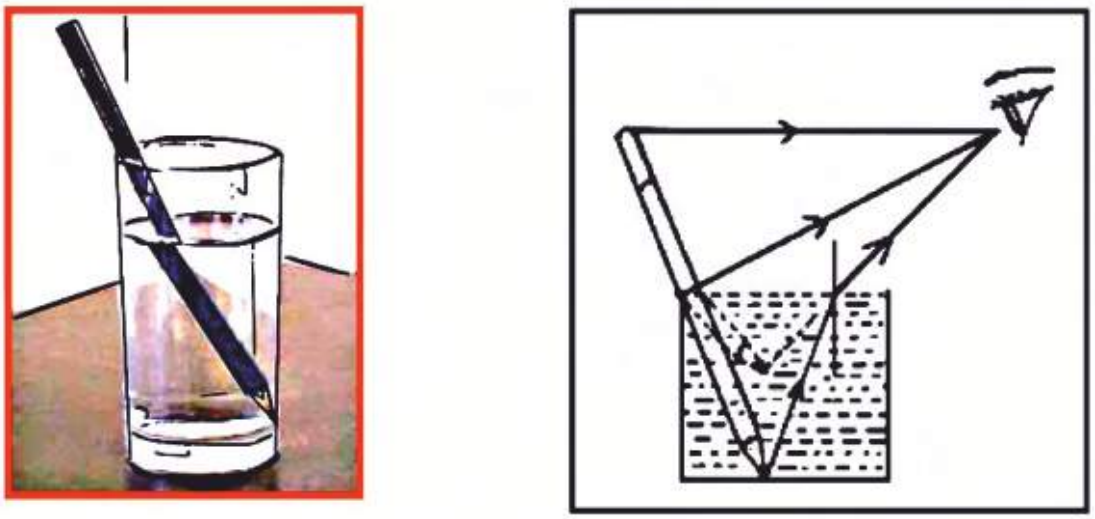
### 2. तारे टिमटिमाते हुए प्रतीत होना

वायुमंडल की परतों का घनत्व भिन्न–भिन्न होने से उनका अपवर्तनांक भिन्न–भिन्न होता है, जिससे तारों से आने वाला प्रकाश वायुमंडल की विभिन्न परतों से गुजरने के कारण अपने पथ से विचलित होता रहता है, इसी कारण तारे टिमटिमाते हुए नजर आते हैं।

### 3. पानी में रखी पेंसिल का टेढ़ा दिखाई देना

#### गतिविधि 4

काँच का एक गिलास लीजिए। इसे पानी से भरकर इसमें एक पेंसिल इस प्रकार रखिए कि पेंसिल आंशिक रूप से पानी में डूबी रहे। यह वायु तथा पानी के अंतरापृष्ठ पर (अर्थात पानी की ऊपरी सतह पर) टेढ़ी प्रतीत होती है। ऐसा भी प्रकाश के अपवर्तन के कारण होता है। पेंसिल के डूबे हुए भाग से चलने वाली प्रकाश किरणें पानी से बाहर आते समय अभिलंब से दूर हटती हैं, इस कारण पानी में रखी पेंसिल टेढ़ी दिखाई देती है।



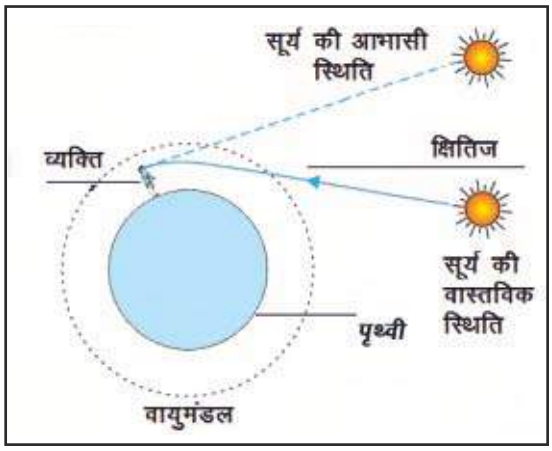
(अ) (ब)

चित्र 14.3 पानी में रखी पेंसिल का टेढ़ा दिखाई देना

### 4. सूर्योदय से पहले व सूर्यास्त के पश्चात् सूर्य का दिखाई देना

प्रातः सूर्योदय के समय सूर्य से आने वाले प्रकाश की किरणें वायुमंडल की विभिन्न परतों से अपवर्तित होकर हमारी आँख तक पहुँचती हैं, जिससे ये हमें क्षितिज के ऊपर से आती हुई प्रतीत होती है और सूर्य ऊपर उठा दिखाई देता है। इस कारण वास्तविक सूर्योदय के पूर्व लगभग दो मिनिट पूर्व ही सूर्य दिखाई देने लगता है।

इसी तरह सूर्यास्त के समय सूर्य अस्त होने के 2 मिनिट पश्चात् तक भी आकाश में सूर्य दिखाई देता है। इस प्रकार दिन की लंबाई लगभग 4 मिनट बढ़ जाती है।

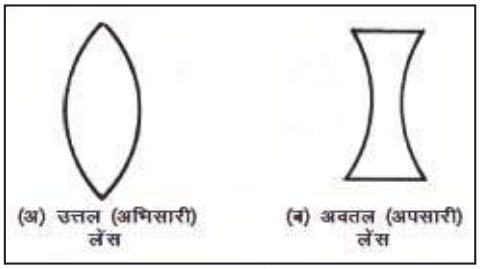



चित्र 14.4 सूर्योदय से पहले व सूर्यास्त के पश्चात सूर्य का दिखाई देना

## 14.3 लेंस

आपने अधिकांश लोगों को चश्मा लगाए हुए देखा होगा और यह भी देखते हैं कुछ बच्चों को बोर्ड पर लिखा हुआ स्पष्ट दिखाई नहीं देता है। ऐसे बच्चों को चश्मा लगाने की सलाह दी जाती है। आपने कभी सोचा है ? चश्मे में ऐसा क्या है ? जिससे स्पष्ट दिखाई देता है। चश्मे में लेंस लगे होते हैं।

**'दो वक्र पृष्ठों से घिरा हुआ पारदर्शक माध्यम लेंस कहलाता है।'**




चित्र 14.5 लेंसों के प्रकार

### लेंसों के प्रकार

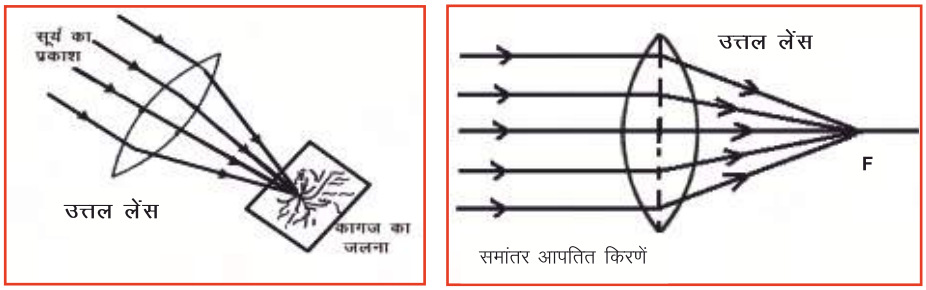
मुख्य रूप से लेंस दो प्रकार के होते हैं–

1. उत्तल (अभिसारी) लेंस (Convex Lens)
2. अवतल (अपसारी) लेंस (Concave Lens)

### 1. उत्तल (अभिसारी) लेंस (Convex Lens)

#### गतिविधि 5

एक उत्तल तथा एक अवतल लेंस लीजिए तथा छू कर इनके आकार को देखिए।




चित्र 14.6 उत्तल लेंस की अभिसारी प्रकृति

ऐसा लेंस जो किनारों पर पतला व बीच में से मोटा होता है, उसे उत्तल लेंस कहते हैं।

एक उत्तल लेंस तथा एक कागज लीजिए। सूर्य का प्रकाश उत्तल लेंस से गुजार कर कागज पर इस प्रकार डालिए कि वह एक बिंदु पर केंद्रित हो जाए। तब तक रुके रहिए जब तक कि कागज जलने न लग जाए।

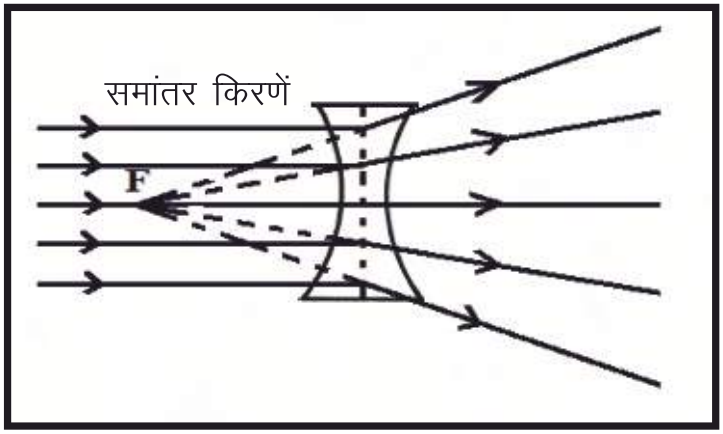
उत्तल लेंस समांतर आने वाली प्रकाश किरणों को एक बिन्दु पर केन्द्रित (अभिसारित) करता है। इसी कारण इसे **अभिसारी लेंस** भी कहते हैं।

**मुख्य अक्ष के समांतर आने वाली प्रकाश किरणें उत्तल लेंस से अपवर्तन के बाद मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु पर एकत्रित होती है, उसे उत्तल लेंस का फोकस बिन्दु (F) कहते हैं।**

> **सावधानी–**
>
> सूर्य को या किसी चमकीले प्रकाश को लेंस से देखना खतरनाक है। इससे आँखों को क्षति हो सकती है। आपको उत्तल लेंस से सूर्य के प्रकाश को अपने शरीर के किसी भाग पर केंद्रित नहीं करना चाहिए। इससे त्वचा जल सकती है।

### 2. अवतल (अपसारी) लेंस (Concave Lens)

ऐसा लेंस जो किनारों पर मोटा व बीच में से पतला हो, **अवतल लेंस** कहलाता है। यह लेंस समान्तर आने वाली प्रकाश किरणों को फैला देता है (अपसारित करता है)। इसी कारण इस लेंस को अपसारी लेंस भी कहते हैं।



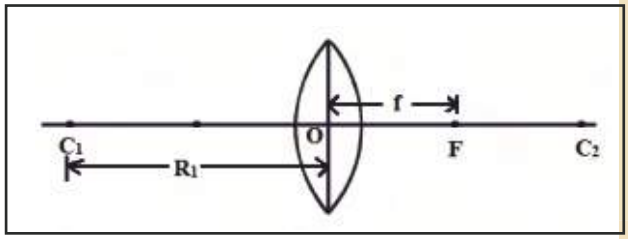

चित्र 14.7 अवतल लेंस की अपसारी प्रकृति

लेंस में से गुजरने वाली प्रकाश किरणें अपने पथ से विचलित हो जाती हैं। अतः हम कह सकते हैं कि लेंस प्रकाश का अपवर्तन करता है।

### लेंस से सम्बन्धित परिभाषाएँ

**मुख्य अक्ष** : लेंस के दोनों तलों के वक्रता केन्द्रों ($C_1$ व $C_2$) से गुजरने वाली रेखा को **मुख्य अक्ष** कहते हैं।

**प्रकाश केन्द्र** : लेंस के अन्दर मुख्य अक्ष पर




चित्र 14.8 लेंस से सम्बन्धित परिभाषाएँ

स्थित वह बिन्दु जिससे गुजरने वाली प्रकाश किरण बिना विचलन के सीधी निकल जाती है, **प्रकाश केन्द्र (O)** कहलाता है।

### फोकस बिन्दु :

1. मुख्य अक्ष के समांतर आने वाली प्रकाश किरणें उत्तल लेंस से अपवर्तन के बाद मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु पर एकत्रित होती है, उसे उत्तल लेंस का फोकस बिन्दु (F) कहते हैं।
2. मुख्य अक्ष के समांतर आने वाली प्रकाश किरणें अवतल लेंस से अपवर्तन के बाद मुख्य अक्ष के जिस बिन्दु से अपसारित होती हुई प्रतीत होती है, उसे अवतल लेंस का फोकस बिन्दु (F) कहते हैं।

**फोकस दूरी :** फोकस बिन्दु व प्रकाश केन्द्र के मध्य दूरी को फोकस दूरी (f) कहते हैं।

### उत्तल लेंस से प्रतिबिंब निर्माण

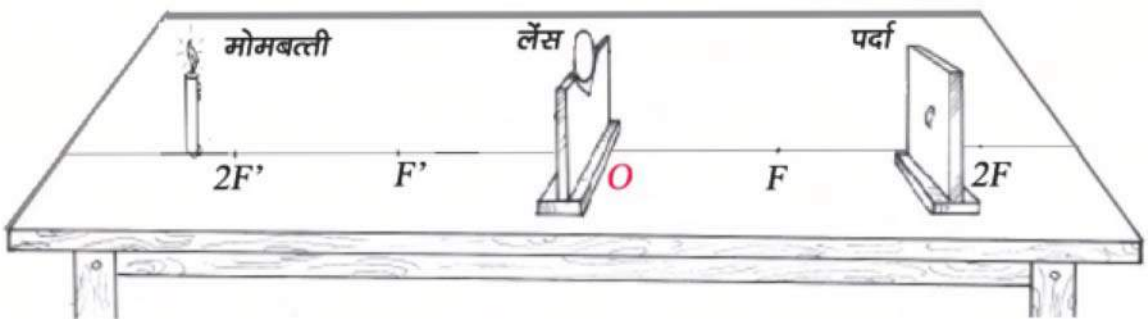
### गतिविधि 6

एक उत्तल अथवा आवर्धक लेंस तथा एक कागज लीजिए। सूर्य के प्रकाश को उत्तल लेंस से गुजार कर कागज पर इस प्रकार डालिए कि वह एक बिंदु पर केंद्रित हो जाए। तब तक रूके रहिए जब तक कि कागज जलने न लग जाए। आप देखते हैं कि उत्तल लेंस सूर्य से आने वाली समांतर किरणों को कागज (पर्दे) के एक बिंदु पर केंद्रित करता है। इस बिंदु को लेंस का फोकस कहते हैं। लेंस से इस प्रतिबिम्ब की दूरी माप कर उत्तल लेंस की लगभग फोकस दूरी ज्ञात कीजिए। यह बिंदु सूर्य का अत्यंत छोटा (बिंदु आकार का) प्रतिबिंब है। चूंकि यह प्रतिबिंब पर्दे पर लिया जा सकता है, अतः यह वास्तविक प्रतिबिंब है। वास्तविक प्रतिबिंब सदैव उल्टे होते हैं। अतः हम कह सकते हैं कि–

**वस्तु (बिंब) जब अनंत पर स्थित हो तो उत्तल लेंस से उसका वास्तविक, उल्टा एवं अत्यंत छोटा प्रतिबिंब फोकस बिन्दु पर बनता है।**

### गतिविधि 7

मेज पर चॉक से एक रेखा खींच कर उसके बीचों–बीच एक बिंदु बनाइए। इस बिंदु पर उत्तल लेंस को एक स्टैंड पर इस प्रकार रखिए कि लेंस का प्रकाश केंद्र O इस बिंदु पर स्थित हो। इसके बाईं ओर फोकस दूरी के बराबर दूरी पर एक बिंदु F' लगाइए तथा F' से इतनी ही दूरी पर अन्य एक बिंदु 2F' अंकित कर दीजिए। [चित्र 14.9 (अ)]




चित्र–14.9 (अ) उत्तल लेंस से प्रतिबिम्ब निर्माण

इसी प्रकार लेंस के दाईं तरफ भी दो बिंदु F तथा 2F लगाइए। अब बाईं तरफ एक जलती हुई मोमबत्ती को 2F' से परे रखिए। लगभग 15 सेमी लंबी एवं 10 सेमी चौड़ी गत्ते की किसी शीट पर एक सफेद कागज चिपकाइए। यह एक पर्दे का कार्य करेगा। इसको लेंस के सामने दाईं ओर रख कर तब तक आगे–पीछे खिसकाइए, जब तक कि आपको इस पर मोमबत्ती की लौ का तीक्ष्ण तथा चमकीला प्रतिबिंब प्राप्त न हो जाए। प्रतिबिंब को ध्यानपूर्वक देखिए। यह उल्टा तथा छोटा होता है। यह प्रतिबिंब पर्दे पर लिया जा रहा है, अतः यह वास्तविक है। तथा यह F एवं 2F के मध्य बनेगा।

इस प्रयोग को मोमबत्ती की विभिन्न स्थितियों के लिए दोहराइए। अपने प्रेक्षणों को नोट कीजिए तथा इनकी तुलना आगे दी गई सारणी से कीजिए।

**गतिविधि 8**

इनमें से लेंस और F के बीच वाली स्थिति में आप परदे पर प्रतिबिंब प्राप्त नहीं कर पाएँगे। इस अवस्था में प्रतिबिंब की स्थिति को ज्ञात करने के लिए लेंस को स्टेंड से निकाल कर किसी पुस्तक के अक्षरों के पास में रखिए एवं इसके आभासी प्रतिबिंब को सीधे लेंस में देखिए। क्या आपको अक्षर बड़े दिखाई देते हैं? इस स्थिति में बिंब (अक्षर) लेंस के फोकस F एवं लेंस के प्रकाश केंद्र O के बीच में होगा। आपको आभासी, सीधा व बड़ा प्रतिबिंब दिखाई देगा। [चित्र 14.9 (ब)]

चित्र–14.9 (ब) उत्तल लेंस से बड़ा, सीधा व आभासी प्रतिबिम्ब

**सारणी 14.1 उत्तल लेंस से प्रतिबिंब निर्माण**

| क्र.सं. | बिंब (वस्तु) की स्थिति | प्रतिबिंब की स्थिति | प्रतिबिंब का आकार | प्रतिबिंब की प्रकृति |
|---|---|---|---|---|
| 1 | अनंत पर | F पर | अत्यंत छोटा व उल्टा | वास्तविक |
| 2 | 2F' से थोड़ी दूर | F तथा 2F के बीच | छोटा व उल्टा | वास्तविक |
| 3 | 2F' पर | 2F पर | बराबर व उल्टा | वास्तविक |
| 4 | F' तथा 2F' के बीच | 2F से परे | बड़ा व उल्टा | वास्तविक |
| 5 | F' पर | अनंत पर | अत्यंत बड़ा व उल्टा | वास्तविक |
| 6 | लेंस और F' के बीच | अनंत व लेंस के बीच | बड़ा व सीधा | आभासी |

## अवतल लेंस से प्रतिबिम्ब निर्माण

अब उत्तल लेंस के स्थान पर अवतल लेंस लेकर प्रक्रिया को दोहराइए। आप पाएँगे कि अवतल लेंस से पर्दे पर प्रतिबिम्ब नहीं बनता है। इससे सदैव सीधा, आभासी एवं छोटा प्रतिबिम्ब प्राप्त होता है, जिसे अवतल लेंस के सामने आँखों को रख कर देखा जा सकता है।

चित्र 14.10 अवतल लेंस से छोटा, सीधा व आभासी प्रतिबिम्ब

## 14.4 लेंसों के उपयोग व प्रकाशीय उपकरण

### 1. दृष्टि दोष के निवारण में

चश्मे में दोनों प्रकार के लेंसों का उपयोग होता है। जिन लोगों को दूर की वस्तु स्पष्ट दिखाई नहीं देती है, वे आँख के निकट दृष्टि दोष से पीड़ित होते हैं। ऐसे लोग अवतल लेंस लगे चश्मे का उपयोग करते हैं। जिन लोगों को निकट की वस्तु स्पष्ट दिखाई नहीं देती, वे आँख के दूर दृष्टि दोष से पीड़ित होते हैं तथा दूर दृष्टि दोष से पीड़ित व्यक्ति उत्तल लेंस लगे चश्मे का उपयोग करते हैं।

### 2. सरल सूक्ष्मदर्शी

पूर्व में की गई एक गतिविधि में आपने देखा कि अक्षरों को बड़ा करके देखने के लिए एक उत्तल लेंस को आवर्धक लेंस के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है (देखें चित्र–14.9(ब)। इस प्रकार यह बहुत छोटे अक्षरों को पढ़ने के लिए उपयोग किया जा सकता है। घड़ीसाज घड़ियों के छोटे पुर्जों को देखने के लिए उत्तल लेंस का प्रयोग करते हैं। इस एकल उत्तल लेंस को ही सरल सूक्ष्मदर्शी कहते हैं। सरल सूक्ष्मदर्शी के रूप में कम फोकस दूरी के उत्तल लेंस का उपयोग किया जाता है। सरल सूक्ष्मदर्शी की सहायता से छोटी वस्तु को बड़ा करके देख सकते हैं।

### 3. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी

अपने विद्यालय में उपलब्ध संयुक्त सूक्ष्मदर्शी का अवलोकन करके इसकी बनावट का पता कीजिए। इसमें दो उत्तल लेंस एक धातु की नली में लगे होते हैं। जिस ओर वस्तु को रखा जाता है, उस ओर स्थित लेंस को अभिदृश्यक (objective) कहते हैं। जिस लेंस पर आँख को रख कर देखा जाता है, उस लेंस को नेत्रिका (eye-piece) कहते हैं।

चित्र 14.11 संयुक्त सूक्ष्मदर्शी

**यह भी करके देखिए–**

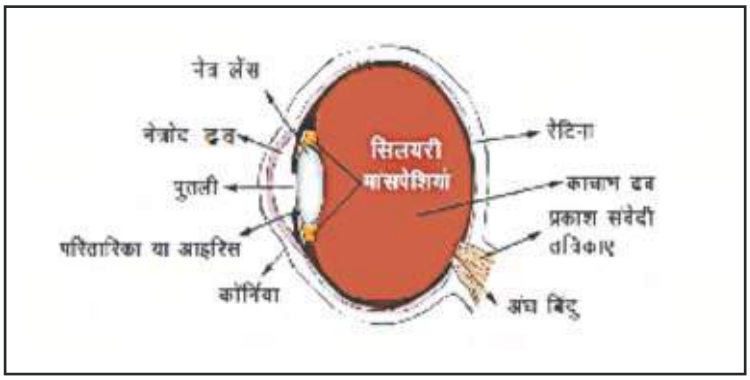
प्याज की झिल्ली की स्लाइड अध्यापक जी की सहायता से बनाइए। अब इसे सरल सूक्ष्मदर्शी एवं संयुक्त सूक्ष्मदर्शी की सहायता से बारी–बारी से देखिए। आप इनके आकार में क्या अंतर पाते हैं? आप देखेंगे कि संयुक्त सूक्ष्मदर्शी, सरल सूक्ष्मदर्शी की तुलना में वस्तु को कई गुना बड़ा करके दिखाता है।

### 4. दूरदर्शक अथवा दूरबीन

दूरदर्शक अथवा दूरबीन का उपयोग दूर की वस्तुओं को देखने के लिए किया जाता है। इसमें भी दो उत्तल लेंस लगे होते हैं, जिन्हें अभिदृश्यक लेंस तथा नेत्रिका कहते हैं।

## 14.5 मानव नेत्र :

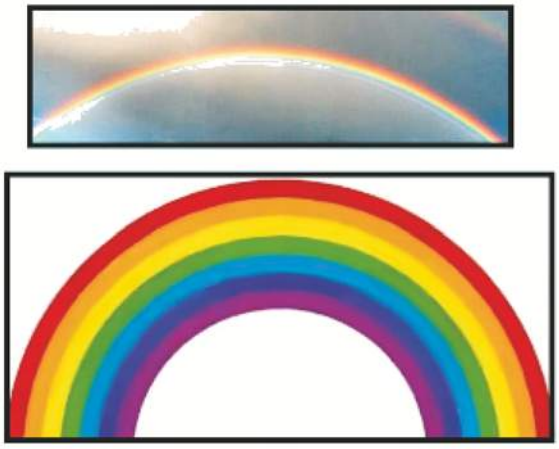
हमारी आँख (नेत्र) में भी माँसपेशियों से बना लचीला उत्तल लेंस होता है। इसी लेंस के कारण वस्तुओं का रेटिना पर प्रतिबिम्ब बनता है और वस्तुएँ दिखाई देती हैं।




चित्र–14.12 मानव नेत्र

नेत्र की आकृति गोलाकार होती है। नेत्र का बाहरी आवरण सफेद होता है। इसके आगे के पारदर्शी भाग को कॉर्निया या स्वच्छ मण्डल कहते हैं। कॉर्निया के पीछे एक गहरे रंग की पेशियों की संरचना होती है जिसे **परितारिका या आइरिस** कहते हैं। आइरिस में एक छोटा छिद्र होता है, जिसे **पुतली** कहते हैं। पुतली के आकार को परितारिका द्वारा नियंत्रित किया जाता है और यह आँख में प्रवेश करने वाले प्रकाश को भी नियंत्रित करती है। अधिक प्रकाश की उपस्थिति में पुतली का आकार छोटा व कम प्रकाश की उपस्थिति में बड़ा हो जाता है।

पुतली के पीछे नेत्र लेंस स्थित होता है जो माँसपेशियों द्वारा अपनी स्थिति पर टिका रहता है। आँख में कॉर्निया और लेंस के बीच का भाग एक पारदर्शी द्रव पदार्थ से भरा होता है, जिसे **नेत्रोद द्रव** कहते हैं।



चित्र 14.13 (अ) इन्द्र धनुष

लेंस से उल्टा प्रतिबिम्ब रेटिना पर बनता है। रेटिना प्रकाश सुग्राही पारदर्शी झिल्ली होती है जिस पर अनेक प्रकाश संवेदी तंत्रिकाएँ होती हैं। इसका सम्बन्ध मस्तिष्क से होता है। जब ये तंत्रिकाएँ रेटिना पर बने प्रतिबिम्ब के संकेतों को मस्तिष्क में भेजती है

पर बने प्रतिबिम्ब के संकेतों को मस्तिष्क में भेजती है तो मस्तिष्क उसका प्रतिबिम्ब सीधा कर देता है और वस्तुएँ दिखाई देती हैं। लेंस और रेटिना के मध्य पारदर्शी द्रव भरा होता है जिसे **काचाभ द्रव** कहते हैं।

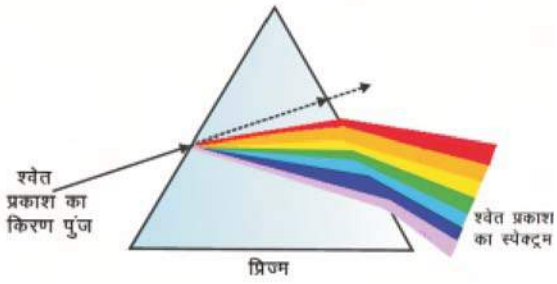
## 14.6 प्रकाश का वर्ण विक्षेपण

वर्षा के दिनों में जब सूर्य हमारे पीठ के पीछे होता है तो आपने बादलों में चापनुमा (धनुषाकार) सात रंगों की पट्टियाँ देखी होंगी, इन सात रंगों की पट्टियों के समूह को इन्द्र धनुष कहते हैं।

क्या आपने सोचा है ऐसा क्यों होता है?

### आओ करके सीखें

एक प्रिज्म को सूर्य के प्रकाश में ले जाकर प्रिज्म के एक पृष्ठ को सूर्य के सामने रखिए और इसे थोड़ा सा घुमाकर प्रिज्म में से गुजरने वाले प्रकाश को छायायुक्त दीवार पर गिराइए और दीवार पर गिरने वाले प्रकाश का अवलोकन कीजिए। आप क्या देखते हैं ? हम देखते हैं कि दीवार पर सात रंगों की पट्टियों का समूह दिखाई देता है, जिसे **प्रकाश का स्पेक्ट्रम** कहते हैं।




चित्र 14.13 (ब) प्रिज्म द्वारा वर्ण विक्षेपण

सूर्य का प्रकाश सात रंगों से मिलकर बना है जिससे यह श्वेत दिखाई देता है। सघन माध्यम में अलग–अलग रंगों की चाल अलग–अलग होती है। लाल रंग की चाल अधिक होने से यह प्रिज्म में से गुजरने पर कम विचलित होता है और बैंगनी रंग की चाल कम होने से यह प्रिज्म में से गुजरने पर अधिक विचलित होता है।

प्रिज्म में से श्वेत प्रकाश के गुजरने पर यह अपने मूल रंगों लाल, नारंगी, पीले, हरे, नीले, जामुनी व बैंगनी में विभाजित हो जाता है। इसे **वर्ण विक्षेपण** कहते हैं।

वर्षा की बून्दों में प्रकाश के अपवर्तन एवं आन्तरिक परावर्तन के कारण वर्ण विक्षेपण होता है, जिससे इन्द्र धनुष दिखाई देता है।

**डॉ. सी.वी. रमन (डॉ. चन्द्रशेखर वेंकटरमन) :**

ये एक भारतीय भौतिक शास्त्री थे। प्रकाश के प्रकीर्णन पर उत्कृष्ट कार्य के लिए वर्ष 1930 में इन्हें भौतिकी का प्रतिष्ठित नोबल पुरस्कार दिया गया। प्रकाश के प्रकीर्णन पर उनके द्वारा की गई खोज को 'रमन प्रभाव' के नाम से जाना जाता है। वर्ष 1954 ई. में उन्हें भारत सरकार द्वारा भारत रत्न की उपाधि से विभूषित किया गया तथा 1957 में लेनिन शान्ति पुरस्कार प्रदान किया गया। 28 फरवरी, 1926 को चन्द्रशेखर वेंकटरमन ने 'रमन प्रभाव' की खोज की थी, जिसकी याद में भारत में इस दिन को प्रत्येक वर्ष राष्ट्रीय विज्ञान दिवस के रूप में मनाया जाता है।

चित्र 14.14 डॉ. सी.बी. रमन

## आपने क्या सीखा

- जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में गमन करती है तो अपने पथ से विचलित हो जाती है, यह घटना प्रकाश का अपवर्तन कहलाती है।
- जब प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती है तो अभिलम्ब से दूर हट जाती है तथा जब विरल माध्यम से सघन माध्यम में प्रवेश करती है तो अभिलम्ब की ओर झुक जाती है।
- दिये गये दो माध्यमों में प्रकाश के वेगों का अनुपात अपवर्तनांक कहलाता है। यह नियतांक है तथा मात्रक रहित होता है।
- लेन्स पारदर्शी पदार्थों के बने होते हैं, जिसके दो वक्र पृष्ठ होते हैं।
- लेन्स दो प्रकार के होते हैं–उत्तल लेन्स व अवतल लेन्स। उत्तल लेंस किनारों पर पतला व बीच में से मोटा होता है, जबकि अवतल लेंस किनारों पर मोटा व बीच में से पतला होता है।
- ऐनक, सरल सूक्ष्मदर्शी, संयुक्त सूक्ष्मदर्शी, दूरदर्शी, कैमरा आदि में लेन्सों का उपयोग किया जाता है।
- दूर दृष्टि दोष के निवारण में उत्तल लेन्स से बने चश्मे का तथा निकट दृष्टि दोष के निवारण में अवतल लेन्स से बने चश्मे का प्रयोग किया जाता है।
- हमारे नेत्र में भी एक उत्तल लेन्स होता है। यह आँख के सामने स्थित वस्तु का प्रतिबिम्ब रेटिना पर उल्टा बनाता है, जिसे मस्तिष्क सीधा कर देता है।
- श्वेत प्रकाश का उसके विभिन्न रंगों में विभक्तिकरण की घटना वर्ण विक्षेपण कहलाती है।

## अभ्यास कार्य

### सही विकल्प का चयन कीजिए

1. निम्नलिखित में से कौनसी घटना अपवर्तन से सम्बन्धित नहीं है ?

   (अ) पानी से भरे पात्र का पैंदा ऊपर उठा हुआ दिखाई देना

   (ब) सूर्योदय से पहले व सूर्यास्त के पश्चात् सूर्य का दिखाई देना

   (स) दर्पण से प्रतिबिंब निर्माण

   (द) तारों का टिमटिमाना ( )

2. निम्नलिखित में से कौनसा भाग मानव नेत्र का नहीं है ?

(अ) रेटिना (ब) कॉर्निया

(स) पुतली (द) मध्य पटल ( )

3. जब प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती है तो यह–

(अ) अभिलम्ब से दूर हो जाती है

(ब) अभिलम्ब की ओर झुक जाती है

(स) बिना विचलित हुए सीधी निकल जाती है

(द) उपर्युक्त में से कोई नहीं ( )

## रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए

1. आँख की ..... आँख में प्रवेश करने वाले प्रकाश को नियंत्रित करती है।
2. ..... लेंस से सदैव सीधा, आभासी एवं छोटा प्रतिबिम्ब बनता है।
3. जब प्रकाश की किरण वायु से पानी में प्रवेश करती है तो अभिलम्ब की ..... झुक जाती है।

## कॉलम अ तथा ब को सुमेलित कीजिए

| कॉलम अ | कॉलम ब |
|---|---|
| 1. कॉर्निया और लेंस के बीच भरा पारदर्शी द्रव | (क) काचाभ द्रव |
| 2. लेंस और रेटिना के मध्य भरा पारदर्शी द्रव | (ख) परितारिका |
| 3. कॉर्निया के पीछे गहरे रंग की पेशीय संरचना | (ग) रेटिना |
| 4. नेत्र का वह भाग जिस पर प्रतिबिम्ब बनता है | (घ) नेत्रोद |

## लघु उत्तरात्मक प्रश्न

(1) अपवर्तन किसे कहते हैं ? यह किस कारण होता है ?

(2) उत्तल और अवतल लेन्स में प्रमुख अन्तर लिखिए।

(3) अपवर्तनांक किसे कहते हैं ?

(4) वर्ण विक्षेपण किसे कहते हैं ? इंद्रधनुष के रंगों को क्रम से लिखिए।

(5) मीना के दो सहपाठियों में राघव को दूर की वस्तुएँ तथा मेघा को पास की वस्तुएँ स्पष्ट दिखाई नहीं देती है। उन्हें कौन–कौनसे दृष्टि दोष हैं ? इनके निवारण के लिए उन्हें कौन–कौनसे लेंस से बने चश्मे प्रयुक्त करने पड़ेंगे?

## दीर्घ उत्तरात्मक प्रश्न

(1) काँच की आयताकार सिल्ली द्वारा प्रकाश की किरण का अपवर्तन चित्र सहित समझाइए।

(2) किन प्रकाशीय उपकरणों में लेन्स का उपयोग किया जाता है ? इनका संक्षेप में वर्णन कीजिए।

(3) मानव नेत्र की संरचना एवं कार्यप्रणाली का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।