अध्याय 14

प्रकाश का परावर्तन
(REFLECTION OF LIGHT)

अध्ययन बिन्दु

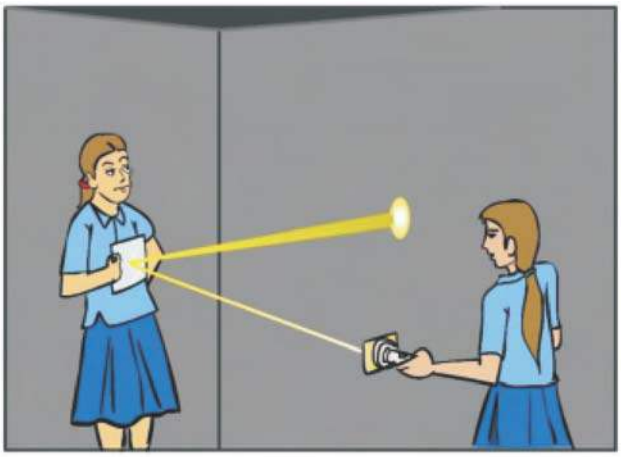
14.1 प्रकाश का परावर्तन
14.2 परावर्तन के नियम
14.3 नियमित और विस्तृत परावर्तन
14.4 समतल दर्पण से परावर्तन
14.5 गोलीय दर्पण
14.6 अवतल दर्पण एवं उनसे बनने वाले प्रतिबिम्ब
14.7 उत्तल दर्पण एवं उनसे बनने वाले प्रतिबिम्ब

हम पिछली कक्षा में अध्ययन कर चुके हैं कि प्रकाश सरल रेखा में गमन करता है। प्रकाश के मार्ग में कोई अपारदर्शी अवरोध रख दिया जाए तो यह इससे पार नहीं हो पाता है लेकिन जब प्रकाश के मार्ग में चमकीली वस्तु जैसे समतल दर्पण रख दिया जाए तो क्या होता है?आओ, पता लगाएँ–

14.1 प्रकाश का परावर्तन

गतिविधि 1

दिन के समय एक समतल दर्पण को हाथ में लेकर एक इमारत के सामने खुले में खड़े हो जाइए तथा धूप को इस दर्पण पर गिरने दीजिए। अब दर्पण को इस प्रकार घुमाइए कि प्रकाश का एक धब्बा इमारत की ऐसी दीवार पर गिरे जहाँ धूप नहीं आ रही है। इमारत की दीवार पर प्रकाश का यह धब्बा क्यों बनता है? सूर्य से आने वाला प्रकाश जब समतल दर्पण पर गिरता है तो दर्पण अपने ऊपर गिरने वाले प्रकाश की दिशा को बदल देता है।



चित्र 14.1 समतल दर्पण द्वारा प्रकाश की दिशा को बदल देना

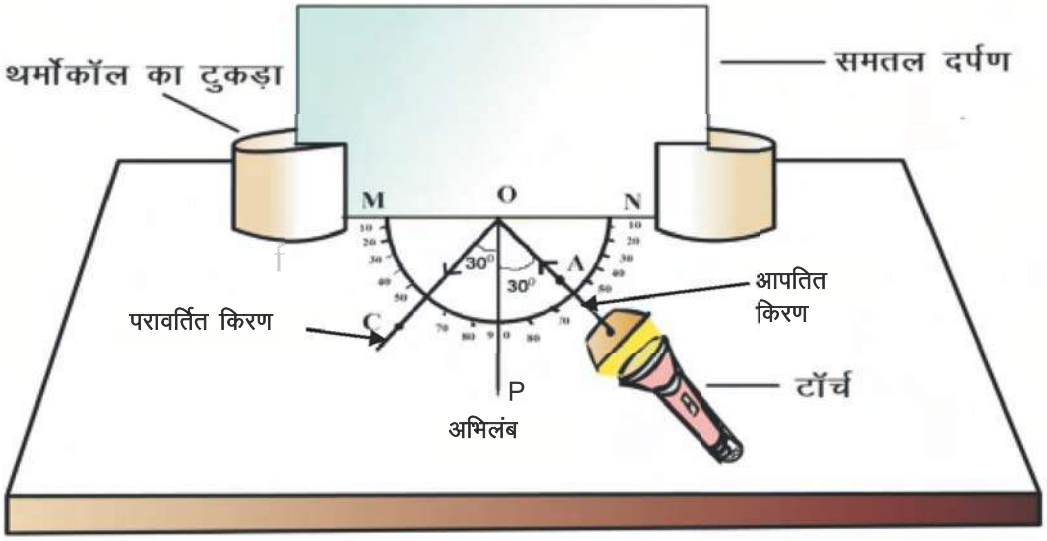
ऐसी ही गतिविधि आप किसी अंधेरे कमरे में कर सकते हैं। आप एक गत्ता लेकर उसमें एक कील से एक छेद कर दीजिए तथा एक टॉर्च के काँच को इस गत्ते से ढक कर कमरे के मध्य में खड़े हो जाइए। आपके एक मित्र को हाथ में एक समतल दर्पण देकर कमरे के एक कोने में खड़ा कर दीजिए। टॉर्च को जलाकर इसके प्रकाश पुंज को मित्र द्वारा पकड़े हुए समतल दर्पण पर डालिए। टॉर्च की दिशा इस प्रकार समायोजित

कीजिए कि प्रकाश का धब्बा कमरे की दीवार के ऊपर पड़े। इससे भी निष्कर्ष निकलता है कि समतल दर्पण अपने ऊपर गिरने वाले प्रकाश की दिशा को बदल देता है। इस क्रिया में प्रकाश वायु से चलता हुआ समतल दर्पण से टकरा कर पुनः उसी माध्यम वायु में लौट आता है।

पानी से भरी बाल्टी को कमरे में दीवार के पास रखकर जल के पृष्ठ पर टॉर्च से प्रकाश डालिए। आप देखेंगे कि जल का पृष्ठ भी दर्पण की भाँति कार्य करता है तथा प्रकाश के मार्ग को बदल सकता है। स्टील की चमकदार प्लेट या चम्मच से भी प्रकाश की दिशा को परिवर्तित करके देखिए।

अतः हम कह सकते हैं कि–

> प्रकाश किरणों का दर्पण या किसी अन्य चमकीली सतह से टकराकर पुनः उसी माध्यम में लौटने की घटना को प्रकाश का परावर्तन कहते हैं।



चित्र 14.2 प्रकाश का परावर्तन

14.2 परावर्तन के नियम

गतिविधि 2

एक ड्राइंग बोर्ड लेकर उस पर ड्राइंग पिनों से सफेद कागज लगा दीजिए। इस पर पेंसिल से एक सरल रेखा MN खींचिए। MN के ठीक मध्य में बिंदु O अंकित कीजिए। बिंदु O से रेखा MN पर लंब OP खींचिए। OP को अभिलंब कहते हैं। बिंदु O के दोनों तरफ चांदे की सहायता से चित्र 14.2 के अनुसार 90°, 80°, 70°, ... 10°, 0° कोण अंकित कीजिए। एक समतल दर्पण को थर्मोकॉल के टुकड़े में फंसा कर इस प्रकार खड़ा कीजिए कि यह सरल रेखा MN के अनुदिश रहे। एक टॉर्च के काँच को चित्रानुसार काले रंग की ड्राइंग शीट के ऐसे टुकड़े से ढक दीजिए, जिसमें एक झिर्री (स्लिट) बनी हो। अब टॉर्च को जला कर झिर्री से निकलने वाले प्रकाश किरण पुंज को दर्पण पर इस प्रकार डालिए कि यह प्रकाश किरण ड्राइंग बोर्ड के कागज पर एक सरल रेखा के रूप में दिखाई दे। टॉर्च की स्थिति को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि इसका प्रकाश समतल दर्पण पर अभिलंब OP के साथ 25° कोण बनाते हुए टकराए। दर्पण से परावर्तित होकर

आने वाली किरण भी आपको ड्राइंग बोर्ड पर लगे सफेद कागज नजर आएगी। आपतित प्रकाश किरण पर पेंसिल से बिंदु A अंकित कीजिए। टॉर्च से चल कर दर्पण से टकराने वाली किरण। AO को **आपतित प्रकाश किरण** कहते हैं। इसी प्रकार परावर्तित होकर आने वाली किरण पर पेंसिल से बिंदु C अंकित कीजिए। दर्पण से टकरा कर लौटने वाली इस किरण को **परावर्तित किरण** (OC) कहते हैं।

बिंदु A और O को मिलाइए तथा बिंदु O और C को मिलाइए।

आपतित किरण AO तथा अभिलंब OP के मध्य बनने वाले कोण AOP को **आपतन कोण *i*** कहते हैं।

परावर्तित किरण OC तथा अभिलंब OP के मध्य बनने वाले कोण POC को **परावर्तन कोण *r*** कहते हैं।

इन दोनों कोणों को मापिए। क्या ये बराबर हैं?

इसी प्रकार अभिलंब के साथ अलग–अलग कोण बनाते हुए यह प्रक्रिया दोहराइए तथा आपतन व परावर्तन कोणों के मान आगे दी गई सारणी 14.1 में लिखिए।

सारणी 14.1

क्रम संख्या	आपतन कोण *i*	परावर्तन कोण *r*
1	25^0	
2	30^0	
3	35^0	
4	40^0	
5	45^0	

उक्त सारणी के प्रेक्षणों से आपको निष्कर्ष प्राप्त होगा कि–

आपतन कोण व परावर्तन कोण का मान सदैव बराबर होता है।

आपतन कोण *i* = परावर्तन कोण *r*

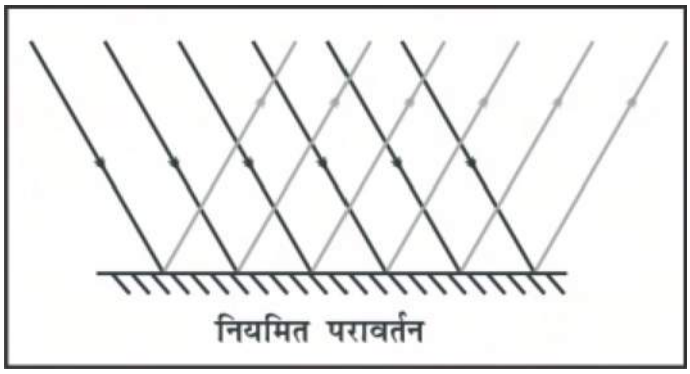
यह परावर्तन का **प्रथम नियम** है।

आप यहाँ यह भी देखते हैं कि आपतित किरण AO, परावर्तित किरण **OC** तथा अभिलंब **OP** तीनों कागज के तल में स्थित हैं।

अतः हम कह सकते हैं कि **आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा अभिलंब तीनों एक ही तल में स्थित होते हैं।** यह **परावर्तन का द्वितीय नियम** है।

14.3 नियमित और विसरित परावर्तन

जब प्रकाश की समान्तर किरणें किसी समतल दर्पण पर आपतित होती है, तब परावर्तित किरणें एक दूसरे के समांतर किसी विशेष दिशा में जाती है। इस प्रकार के परावर्तन को **नियमित परावर्तन** कहते हैं। समतल दर्पण एवं अन्य चिकने व चमकीले पृष्ठों से नियमित परावर्तन होता है।



चित्र 14.3 (अ) नियमित परावर्तन

चित्र 14.3 (ब) विसरित परावर्तन

किसी खुरदरे धरातल पर आपतित प्रकाश की किरणें समान्तर होने पर भी परावर्तन के पश्चात समान्तर नहीं होती है, अपितु ये भिन्न–भिन्न दिशाओं में परावर्तित होती है। इस प्रकार के अनियमित परावर्तन को **विसरित परावर्तन** कहते हैं। विसरित परावर्तन परावर्तक धरातल की अनियमित सतह के कारण होता है। अनियमित सतहों जैसे पुस्तक, लकड़ी की मेज, आदि से विसरित परावर्तन होता है। विसरित परावर्तन के कारण ही हमें छायादार पेड़ के नीचे तथा कमरे के अन्दर तक प्रकाश प्राप्त होता है।

अच्छे और मंद परावर्तक

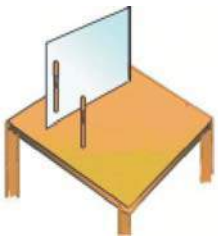
ऐसी सतह जो उन पर आपतित प्रकाश के अधिकतम मान को परावर्तित कर दें, अच्छे परावर्तक कहलाते हैं। जैसे चिकनी व अच्छी पॉलिश वाली चमकीली सतह, दर्पण आदि।

ऐसी सतह जो आपतित प्रकाश में से कुछ भाग ही परावर्तित कर सकें, वे मंद परावर्तक कहलाते हैं।

14.4 समतल दर्पण से प्रतिबिम्ब

गतिविधि 3

एक समतल दर्पण को थर्मोकॉल के टुकड़े में फंसा कर चित्र 14.4 के अनुसार खड़ा कीजिए। इसके सामने कुछ दूरी पर एक पेंसिल (या पेन या अन्य वस्तु) को खड़ा कीजिए। दर्पण में इसका प्रतिबिम्ब देखिए। अब पेंसिल को दर्पण के सामने अलग–अलग जगहों पर रखिए। प्रत्येक स्थिति में प्रतिबिंब को देखिए। यह कैसा



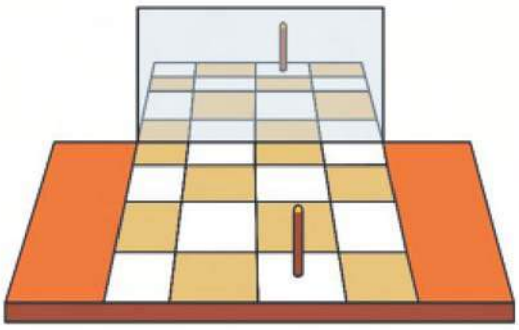
चित्र–14.4 समतल दर्पण से प्रतिबिम्ब

दिखाई देता है, सीधा या उल्टा? यह प्रतिबिम्ब वस्तु (पेंसिल) की तुलना में बड़ा है या छोटा?

समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब सीधा बनता है एवं यह आकार में वस्तु के बराबर होता है।

गतिविधि 4

एक सफेद कागज पर एक सरल रेखा खींचिए। अब इससे चलते हुए 3 सेमी भुजा के कुछ वर्ग चित्र 14.5 के अनुसार एक के बाद एक बनाइए। थर्मोकॉल के टुकड़े में समतल दर्पण को फँसा कर सरल रेखा के अनुदिश खड़ा कीजिए। दर्पण के सामने किसी एक वर्ग के केन्द्र में एक पेंसिल या पेन को ऊर्ध्वाधर खड़ा कीजिए। प्रतिबिम्ब का अवलोकन कर पता कीजिए कि इसकी दर्पण से दूरी कितनी है?



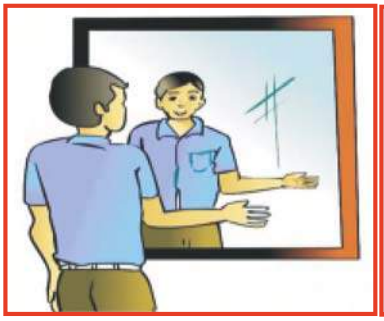
चित्र–14.5

आप देखेंगे कि **प्रतिबिम्ब दर्पण के पीछे उतनी ही दूरी पर बनता है, जितनी कि दर्पण से वस्तु (बिम्ब) की दूरी होती है।**

अब दर्पण के पीछे एक सफेद कागज की शीट को पर्दे के रूप में उतनी दूरी पर सीधा खड़ा कीजिए, जितनी दूरी पर आपको प्रतिबिम्ब दिखाई दे रहा था। क्या पर्दे पर वस्तु का प्रतिबिम्ब प्राप्त हो रहा है? आप पाएँगे कि जहाँ यह प्रतिबिम्ब आपको नजर आ रहा है वहाँ पर्दा रखने पर प्रतिबिम्ब को पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता। अतः यह आभासी प्रतिबिम्ब है।

जिस प्रतिबिम्ब को पर्दे पर प्राप्त न किया जा सके, उसे **आभासी प्रतिबिम्ब** कहते हैं। ऐसे प्रतिबिम्ब किसी स्थान पर बनते हुए प्रतीत होते हैं, किंतु वहाँ ये वास्तव में स्थित नहीं होते हैं। इसके विपरीत ऐसे प्रतिबिम्ब जो किसी स्थान पर वास्तव में स्थित होते हैं तथा जिन्हें पर्दे पर प्राप्त किया जा सकता है, उसे **वास्तविक प्रतिबिम्ब** कहते हैं।

पार्श्व परिवर्तन–समतल दर्पण के सामने खड़े होकर आप अपने दाएँ हाथ को फैलाएँ और अपने प्रतिबिम्ब को देखें। आप पाएँगे कि आपके प्रतिबिम्ब का बायाँ हाथ फैला हुआ है।

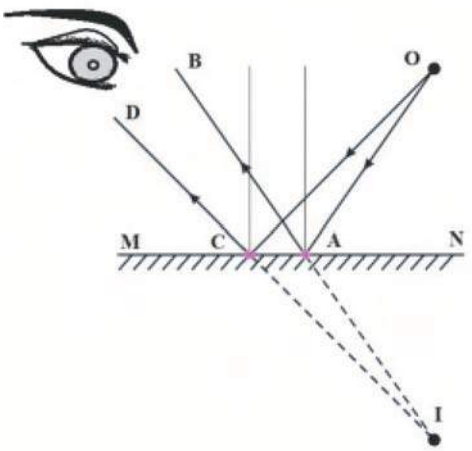


चित्र–14.6 (अ) समतल दर्पण में पार्श्व परिवर्तन

चित्र–14.6 (ब) रोगी वाहन

समतल दर्पण में प्रतिबिंब में 'दायाँ भाग' 'बायाँ' दिखाई देता है तथा 'बायाँ भाग' 'दायाँ' दिखाई देता है। इस घटना को **पार्श्व परिवर्तन** कहते हैं। पार्श्व **परिवर्तन** के कारण ही रोगी वाहन (AMBULANCE) के आगे विशेष तरह से अक्षर लिखे जाते हैं, जिससे आगे चलने वाली गाड़ी के ड्राइवर के पास लगे साइड ग्लास (दर्पण) में इसका प्रतिबिम्ब सही बने और उसे AMBULANCE लिखा हुआ नजर आए, ताकि वह पीछे से आने वाले रोगी वाहन को साईड दे सकें।

समतल दर्पण से प्रतिबिम्ब कैसे बनता है?



चित्र 14.7 समतल दर्पण से प्रतिबिम्ब निर्माण

आओ पता करें

गतिविधि 5

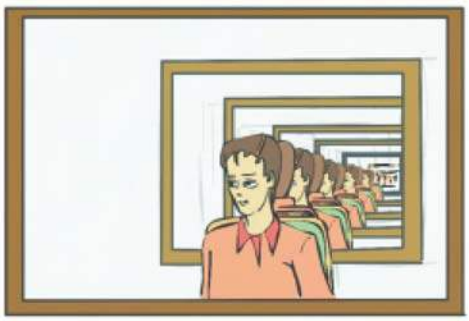
समतल दर्पण MN के सामने एक बिंदु प्रकाश स्रोत O रखा गया है। चित्र–14.7 के अनुसार बिंदु O से चलने वाली दो किरणें OA तथा OC दर्पण पर आपतित हो रही हैं। दर्पण MN के पृष्ठ के बिन्दुओं A तथा C पर अभिलंब खींचिए। फिर बिंदुओं A तथा C पर परावर्तित किरणें खींचिए। परावर्तित किरणों को क्रमशः AB तथा CD से निरूपित कीजिए। इन्हें आगे की ओर बढ़ाइए। ये आगे की ओर बढ़ाने पर नहीं मिलती हैं। अब इन्हें पीछे की ओर बढ़ाइए। जिस बिंदु पर ये किरणें मिलती हैं तो उस पर I अंकित कीजिए। बिन्दु A वस्तु O का आभासी प्रतिबिंब है। हमें ये परावर्तित किरणें E पर स्थित हमारी आँख को बिन्दु I से आती प्रतीत होंगी। चूंकि परावर्तित किरणें वास्तव में A पर नहीं मिलती, बल्कि मिलती हुई प्रतीत होती हैं, इसलिए हम कहते हैं कि यह प्रतिबिंब आभासी है। आभासी प्रतिबिंब को पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता है।

हम वस्तुओं को परावर्तन के कारण ही देख पाते हैं

जब प्रकाश किसी वस्तु के विभिन्न बिंदुओं से टकराता है और परावर्तित होकर हमारी आँख पर आता है तो उस वस्तु के सभी बिंदुओं का प्रतिबिम्ब हमारी आँख में बनता है जिससे वह वस्तु हमें दिखाई देती है।

बहु प्रतिबिम्ब

आपने देखा है कि एक समतल दर्पण द्वारा किसी वस्तु का एक ही प्रतिबिम्ब दिखाई देता है किन्तु दो समांतर दर्पणों के मध्य रखी वस्तु के कितने प्रतिबिम्ब बनते हैं?आप अपने बाल कटवाने किसी दुकान पर गए होंगे। वहाँ आपको एक दर्पण के सामने बिठाया जाता है तथा आपके पीछे की ओर भी एक दर्पण लगा होता है। ये दोनों दर्पण एक दूसरे के समांतर होते हैं। पीछे वाले दर्पण के कारण आपको अपने कई प्रतिबिम्ब दिखाई देते हैं। वस्तुतः दो समान्तर दर्पणों के मध्य रखी वस्तु के अनंत प्रतिबिम्ब बनते हैं।



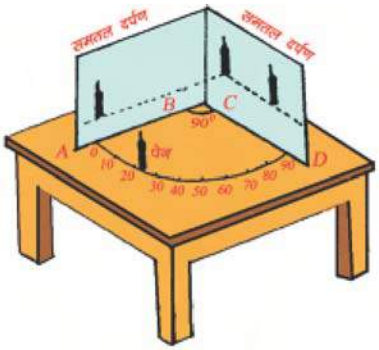
चित्र 14.8 बहु प्रतिबिम्ब

अब यदि ये दर्पण एक दूसरे के साथ किसी कोण पर झुके हुए हों तो उनके बीच रखी वस्तु के बनने वाले प्रतिबिम्बों की संख्या कितनी होगी?

आओ प्रयोग करें

गतिविधि–6

ड्राइंग बोर्ड पर पर चांदे की सहायता से चित्र 14.9 के अनुसार अर्द्धवृत्त बनाइए। इस पर 0° से लेकर 90° तक कोण अंकित कीजिए। रेखा A,B और C,D के सहारे दो समतल दर्पणों को इस प्रकार रखिए कि ये दोनों एक दूसरे से समकोण पर हो अब एक पेन को इनके बीच रखकर बताइए कि इसके कितने प्रतिबिम्ब बनते हैं? आप पाएँगें कि समकोण पर रखे दो समतल दर्पणों के मध्य रखी गयी वस्तु के तीन प्रतिबिम्ब बनते हैं। अब सारणी 14.2 में दिए गए विभिन्न कोणों पर दर्पणों को बारी–बारी से रखकर बनने वाले प्रतिबिम्बों की संख्या ज्ञात कीजिए। 360° में कोण θ के मान का भाग देकर उसमें से एक घटाइए। क्या यह मान प्रतिबिम्बों की संख्या के बराबर प्राप्त होता है?



चित्र 14.9 समकोण पर रखे दो समतल दर्पणों के मध्य रखी वस्तु के तीन प्रतिबिम्ब

सारणी–14.2

क्र.सं.	दर्पणों के मध्य कोण θ	बनने वाले प्रतिबिम्बों की संख्या	$360/\theta$	$(360/\theta) - 1$
1	90	3	3	
2	60			
3	45			
4	30			
5	0			

उपर्युक्त अध्ययन के आधार पर हम कह सकते हैं कि किसी कोण पर रखे दो समतल दर्पणों के बीच रखी गई वस्तु के प्रतिबिम्बों की संख्या का सूत्र (N) निम्नलिखित है–

$$\text{प्रतिबिम्बों की संख्या } (N) = \left(\frac{360}{\text{दर्पण के मध्य कोण}}\right) - 1$$

यदि 360 में कोण के मान का भाग देने पर भागफल पूर्णांक प्राप्त नहीं होता है तो प्रतिबिम्बों की संख्या के लिए हम अगला पूर्णांक लेते हैं। जैसे यदि कोण का मान 50° है तो तो $(360 / 50) - 1 = 6.2$ आएगा,

जिसका अगला पूर्णांक 7 होगा। अतः 50^0 कोण पर प्रतिबिम्बों की संख्या 7 होगी। यदि दोनों दर्पणों के मध्य कोण 0 हो अर्थात् दोनों समान्तर रखें तो इसके मध्य रखी वस्तु के अनन्त (∞) प्रतिबिम्ब बनेंगे।

आपने अब तक जाना कि–

- **समतल दर्पण द्वारा बना प्रतिबिंब सदैव आभासी तथा सीधा होता है।**
- **प्रतिबिंब का आकार बिंब (वस्तु) के आकार के बराबर होता है।**
- **प्रतिबिंब दर्पण के पीछे उतनी ही दूरी पर बनता है, जितनी दूरी पर दर्पण के सामने रखा होता है।**
- **इसके अतिरिक्त प्रतिबिंब पार्श्व परिवर्तित होता है।**

यदि परावर्तक पृष्ठ समतल नहीं होकर वक्र धरातल हो तो प्रतिबिंब कैसे बनेंगे?

आइए करके देखें

14.5 गोलीय दर्पण

गतिविधि 7

एक बड़ी चमकदार चम्मच लेकर इसके अंदर धँसे हुए वक्र धरातल (पृष्ठ) में अपना चेहरा देखने का प्रयत्न कीजिए। क्या आप प्रतिबिंब देख पाते हैं?यह छोटा है या बड़ा? चम्मच को धीरे–धीरे अपने चेहरे से दूर ले जाइए। प्रतिबिंब को देखते रहिए। यह कैसे परिवर्तित होता है?चम्मच को उलट दीजिए तथा इसके उभरे हुए पृष्ठ से अपना चेहरा देखने की क्रिया दोहराइए। अब प्रतिबिंब कैसा दिखलाई देता है?दोनों पृष्ठों पर प्रतिबिंब के लक्षणों की तुलना कीजिए।

चमकदार चम्मच का वक्र पृष्ठ एक वक्र दर्पण की भाँति माना जा सकता है। सबसे अधिक उपयोग में आने वाले सामान्यतः वक्र दर्पण का प्रारूप गोलीय दर्पण है। इस प्रकार के दर्पणों के परावर्तक पृष्ठ को किसी गोले के पृष्ठ का एक भाग माना जा सकता है। ऐसे दर्पण जिनका परावर्तक पृष्ठ गोलीय है, **गोलीय दर्पण** कहलाते हैं।

गोलीय दर्पण दो प्रकार के होते हैं–

1. अवतल दर्पण (अभिसारी दर्पण) और

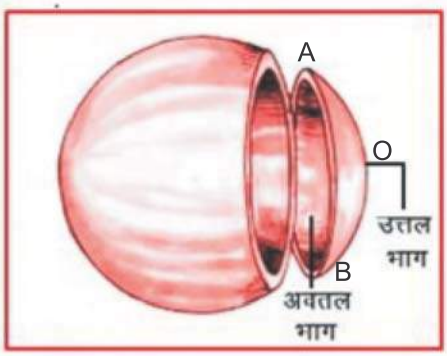
2. उत्तल दर्पण (अपसारी दर्पण)

इनकी बनावट कैसी होती है?

आओ पता करें

गतिविधि 8

रबर की एक खोखली गेंद लेकर उसे शिक्षक की सहायता से चित्र 14.10 (अ) के अनुसार परिधि के कुछ पास से सावधानी से XY के अनुदिश काट कर भाग AOB निकालिए। इस भाग A OB का अवलोकन कीजिए। इसका एक भाग अंदर धँसा हुआ है जबकि उसका विपरीत भाग उभरा हुआ है। इस टुकड़े के अंदर और बाहर वाले दोनों भाग वक्रित है। इन भागों को क्या कहते हैं?

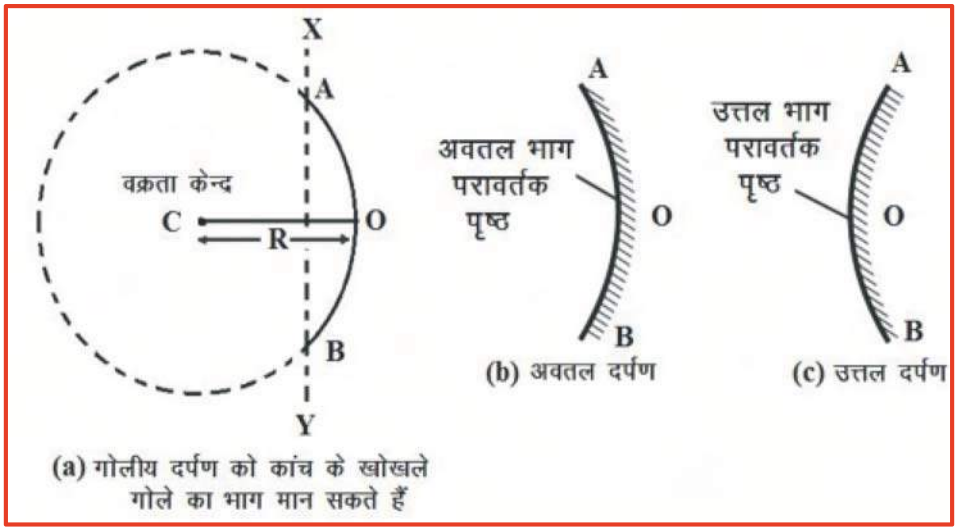


चित्र–14.10 (अ) रबर की गेंद को काटने पर प्राप्त भाग

किसी वक्र धरातल के उभरे हुए तल को **उत्तल** कहते हैं तथा अंदर धँसे हुए तल को **अवतल** कहते हैं। यदि यही क्रिया काँच के पारदर्शी खोखले गोले के साथ की जाए तो उससे काँच का पारदर्शी वक्रित भाग प्राप्त होगा, जिसके दो विपरीत तलों में एक उत्तल एवं एक अवतल होगा।

जिस गोलीय दर्पण का बाहर की ओर वक्रित पृष्ठ परावर्तक के रूप में कार्य करता है, उसे **उत्तल दर्पण** कहते हैं।

वह गोलीय दर्पण जिसका अंदर की ओर अर्थात् गोले के केंद्र की ओर वक्रित पृष्ठ परावर्तक के रूप में कार्य करता है, **अवतल दर्पण** कहलाता है।



चित्र 14.10 (ब) गोलीय दर्पणों का आरेखीय निरूपण

अतः हम कह सकते हैं कि गोलीय दर्पण का परावर्तक पृष्ठ अंदर की ओर या बाहर की ओर वक्रित हो सकता है। इन दर्पणों का आरेखीय निरूपण चित्र 14.10 (ब) में किया गया है। इन चित्रों में दर्पणों का पीछे

का भाग छायांकित है। अब आप समझ सकते हैं कि चम्मच का अंदर की ओर वक्रित पृष्ठ लगभग अवतल दर्पण जैसा है तथा चम्मच का बाहर की ओर उभरा पृष्ठ लगभग उत्तल दर्पण जैसा है।

गोलीय दर्पण का परावर्तक पृष्ठ एक गोले का भाग होता है। इस गोले का केंद्र C गोलीय दर्पण का' **वक्रता केंद्र'** कहलाता है। गोलीय दर्पण के परावर्तक पृष्ठ के केंद्र O को दर्पण का **ध्रुव** कहते हैं। गोलीय दर्पण का परावर्तक पृष्ठ जिस गोले का भाग है, उसकी त्रिज्या R दर्पण की **'वक्रता त्रिज्या'** कहलाती है। चित्र 14.10 (ब) में इसे OC से दर्शाया गया है। ध्रुव O तथा वक्रता केंद्र C को जोड़ने वाली रेखा को दर्पण की **'मुख्य अक्ष'** कहते हैं।

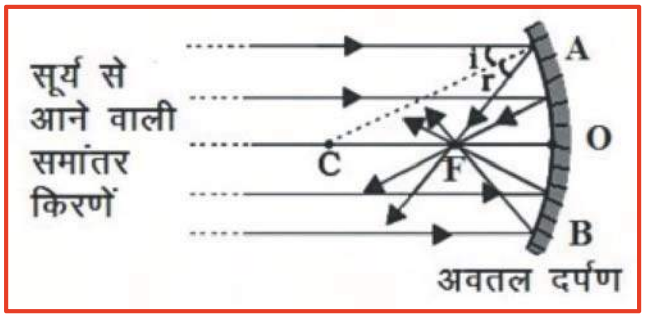
अवतल दर्पण अभिसारी होता है

अवतल दर्पण को अभिसारी दर्पण क्यों कहते हैं?

आओ करके सीखें

गतिविधि 9

एक अवतल दर्पण को अपने हाथ में पकड़िए तथा इसके परावर्तक पृष्ठ को सूर्य की ओर कीजिए। दर्पण द्वारा परावर्तित प्रकाश को दर्पण के पास रखी एक काले रंग के कागज की शीट पर डालिए। कागज की शीट को धीरे–धीरे तब तक आगे–पीछे कीजिए, जब तक कि आपको कागज की शीट पर प्रकाश का एक चमकीला तीक्ष्ण बिंदु प्राप्त न हो जाए। दर्पण तथा कागज को कुछ मिनट के लिए उसी स्थिति में पकड़े रखिए। आप क्या देखते हैं?



चित्र 14.11 अवतल दर्पण की अभिसारी प्रकृति

पहले कागज से धुआँ उठने लगता है। अंततः यह आग भी पकड़ सकता है। यह क्यों जलता है?

चेतावनी–सूर्य की ओर या दर्पण द्वारा परावर्तित सूर्य के प्रकाश की ओर कभी भी सीधे मत देखिए। इससे आपकी आंखें क्षतिग्रस्त हो सकती है।

सूर्य से आने वाला प्रकाश की एक दूसरे के समांतर आने वाली किरणों को अवतल दर्पण एक तीक्ष्ण, चमकीले बिंदु के रूप में अभिसारित (या अभिकेंद्रित) करता है। इसलिए अवतल दर्पण को **अभिसारी दर्पण** भी कहते हैं। वास्तव में कागज की शीट पर प्रकाश का यह चमकीला बिंदु सूर्य का प्रतिबिंब है। यह बिंदु अवतल दर्पण का फोकस है।

अवतल दर्पण द्वारा मुख्य अक्ष के समांतर आपतित किरणें परावर्तन के बाद मुख्य अक्ष पर एक बिंदु पर केंद्रित हो जाती हैं। यह बिंदु अवतल दर्पण का **फोकस** F कहलाता है। फोकस व ध्रुव के मध्य की दूरी को फोकस दूरी f कहते हैं। यह वक्रता त्रिज्या R की आधी होती है अर्थात् $f = R/2$

सूर्य के प्रकाश के एक बिंदु पर केंद्रित हो जाने से ऊष्मा उत्पन्न होती है जिसके कारण कागज जलने लगता है। दर्पण की स्थिति से इस प्रतिबिंब (चमकीला बिंदु) की दूरी, दर्पण की फोकस दूरी के लगभग बराबर होती है। इसे स्केल से माप कर दर्पण की लगभग फोकस दूरी को ज्ञात कीजिए।

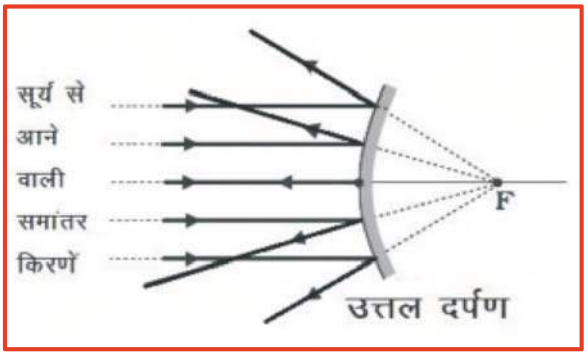
उत्तल दर्पण अपसारी होता है

उत्तल दर्पण को अपसारी दर्पण क्यों कहते हैं?

आओ करके सीखें

गतिविधि 10

एक उत्तल दर्पण को अपने हाथ में पकड़ कर इसके परावर्तक पृष्ठ को सूर्य की ओर कीजिए। दर्पण द्वारा परावर्तित प्रकाश को दर्पण के पास रखी एक काले रंग के कागज की शीट पर डालिए। कागज की शीट को धीरे–धीरे आगे–पीछे कीजिए। क्या आपको कागज की शीट पर प्रकाश का एक चमकीला तीक्ष्ण बिंदु प्राप्त होता है? उत्तल दर्पण एक दूसरे के समांतर आने वाली किरणों को अभिकेंद्रित नहीं करता है बल्कि फैला देता है (अपसारित करता है), इसलिए उत्तल दर्पण को **अपसारी दर्पण** भी कहते हैं।



चित्र–14.12 उत्तल दर्पण की अभिसारी प्रकृति

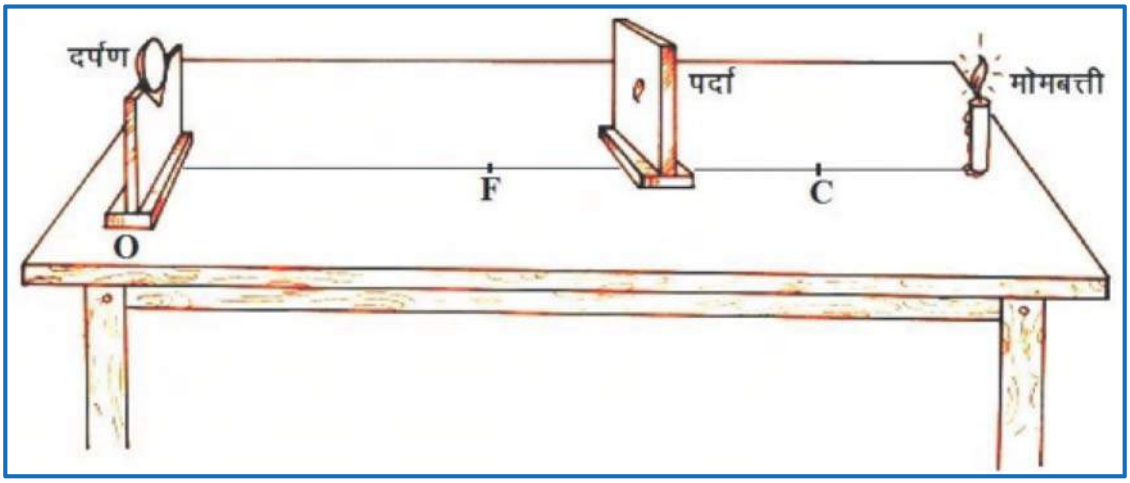
उत्तल दर्पण द्वारा मुख्य अक्ष के समांतर आपतित किरणें परावर्तन के पश्चात् मुख्य अक्ष पर एक बिंदु से आती हुई प्रतीत होती हैं। यह बिंदु उत्तल दर्पण का **फोकस** कहलाता है। अवतल दर्पण से प्रतिबिम्ब किस प्रकार बनता है?आओ करके देखें।

अवतल दर्पण से प्रतिबिम्ब

गतिविधि 11

एक अवतल दर्पण लीजिए। इस दर्पण से एक कागज पर सूर्य के प्रकाश को डाल कर चमकीला बिंदु प्राप्त कीजिए। वास्तव में यह सूर्य का प्रतिबिम्ब है। यह अत्यंत छोटा, वास्तविक तथा उल्टा है। दर्पण से इस प्रतिबिम्ब की दूरी माप कर अवतल दर्पण की लगभग फोकस दूरी ज्ञात कीजिए।

मेज पर चॉक से एक बिंदु O बनाइए। इस बिंदु पर अवतल दर्पण को एक स्टैंड पर रखिए। स्टैंड को रेखा पर इस प्रकार रखिए कि दर्पण का ध्रुव इस बिंदु O पर स्थित हो। इसके सामने फोकस दूरी के बराबर दूरी पर एक बिंदु F लगाइए तथा इससे दुगुनी दूरी पर एक बिंदु C लगाइए। अब एक जलती हुई मोमबत्ती को इससे थोड़ी दूरी पर 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 दर्पण के सामने आगे–पीछे तब तक खिसकाइए,



चित्र 14.13 अवतल दर्पण से प्रतिबिम्ब बनना

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। फोकस F एवं वक्रता केंद्र C के मध्य बनेगा।

इस क्रियाकलाप को मोमबत्ती की विभिन्न स्थितियों के लिए दोहराइए तथा अपने प्रेक्षणों को नोट कर आगे दी गई सारणी 14.3 में लिखिए।

इनमें से मोमबत्ती जब की दर्पण और F के बीच वाली स्थिति में आप परदे पर प्रतिबिंब प्राप्त नहीं कर पाएंगे। इस अवस्था में प्रतिबिंब की स्थिति को ज्ञात कीजिए। तब, इसके आभासी प्रतिबिंब को सीधेदर्पण में देखिए।

सारणी 14.3

क्र.सं.	बिंब (वस्तु) की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	प्रतिबिंब का आकार	प्रतिबिंब की प्रकृति
1	C से थोड़ी दूर			
2	C पर			
3	F तथा C के बीच			
4	F पर			
5	दर्पण और F के बीच			

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

अवतल दर्पणों के उपयोग

1. अवतल दर्पणों का उपयोग सामान्यतः टॉर्च, सर्चलाइट तथा वाहनों के अग्रदीपों (headlights) में प्रकाश का शक्तिशाली समांतर किरण पुंज प्राप्त करने के लिए किया जाता है।
2. दाढ़ी बनाने में बड़ा व स्पष्ट प्रतिबिम्ब के लिए अवतल दर्पण का उपयोग करते हैं।
3. सौर चूल्हों व ऊष्मकों में सूर्य से आने वाली प्रकाश किरणों को केन्द्रित करने के लिए बड़े अवतल दर्पण का उपयोग होता है।
4. दंत विशेषज्ञ अवतल दर्पण का उपयोग मरीजों के दाँतों का बड़ा प्रतिबिंब देखने के लिए करते हैं।

उत्तल दर्पणों के उपयोग

उत्तल दर्पणों का उपयोग सामान्यतः वाहनों के पार्श्व दर्पण (side glass) के रूप में किया जाता है। ये दर्पण वाहन के पार्श्व (side) में लगे होते हैं तथा इनमें ड्राइवर अपने पीछे के वाहनों को देख सकते हैं जिससे वे सुरक्षित रूप से वाहन चला सकें। उत्तल दर्पणों को इसलिए भी प्राथमिकता देते हैं, क्योंकि ये सदैव सीधा प्रतिबिंब बनाते हैं यद्यपि वह छोटा होता है। इनका दृष्टि–क्षेत्र भी बहुत अधिक है क्योंकि ये बाहर की ओर वक्रित होते हैं। अतः समतल दर्पण की तुलना में उत्तल दर्पण ड्राइवर को अपने पीछे के बहुत बड़े क्षेत्र को देखने में समर्थ बनाते हैं।

आपने क्या सीखा

- प्रकाश किरणों का दर्पण या किसी अन्य चमकीली सतह से टकराकर पुनः उसी माध्यम में लौटने की घटना को प्रकाश का परावर्तन कहते हैं।
- आपतन कोण व परावर्तन कोण का मान सदैव बराबर होता है। यह परावर्तन का प्रथम नियम है।
- आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा अभिलंब तीनों कागज के तल में स्थित हैं। यह परावर्तन का द्वितीय नियम है।
- जब प्रकाश की समान्तर किरणें किसी समतल दर्पण पर आपतित होती है तब परावर्तितकिरणें भी समान्तर होती है। इसे नियमित परावर्तन कहते हैं।
- खुरदरे तल पर आपतित प्रकाश की किरणें समान्तर होने पर भी परावर्तन के पश्चात् समान्तर नहीं होती है, अपितु ये भिन्न–भिन्न दिशाओं में परावर्तित होती है। इसे विसरित परावर्तन कहते हैं।
- आभासी प्रतिबिंब को पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता है।

- समतल दर्पण में सदैव वस्तु के बराबर सीधा व आभासी प्रतिबिम्ब बनता है। समतल दर्पण में प्रतिबिंब में 'दायाँ भाग' 'बायाँ' दिखाई देता है तथा 'बायाँ भाग' 'दायाँ' दिखाई देता है। इस घटना को पार्श्व परिवर्तन कहते हैं।
- गोलीय दर्पण दो प्रकार के होते हैं–अवतल (अभिसारी) दर्पण और उत्तल (अपसारी) दर्पण।
- उत्तल दर्पण वह गोलीय दर्पण है, जिसका बाहर की ओर वक्रित पृष्ठ परावर्तक के रूप में कार्य करता है।
- अवतल दर्पण वह गोलीय दर्पण है, जिसका अंदर की ओर वक्रित पृष्ठ परावर्तक के रूप में कार्य करता है।
- उत्तल दर्पण में सदैव वस्तु से छोटा, सीधा व आभासी प्रतिबिम्ब बनता है।
- अवतल दर्पणों का उपयोग टॉर्च, सर्चलाइट तथा वाहनों के अग्रदीपों में, दाढ़ी बनाने में, सौर चूल्हों व ऊष्मकों में तथा दंत विशेषज्ञ द्वारा किया जाता है।

❑❑❑

अभ्यास प्रश्न

सही विकल्प का चयन कीजिए

(1) वक्रता केंद्र से दूर स्थित वस्तु का अवतल दर्पण से प्रतिबिम्ब बनता है–

(क) वक्रता केन्द्र पर (ख) फोकस बिन्दु पर

(ग) अनन्त दूरी पर (घ) वक्रता केन्द्र व फोकस बिन्दु के मध्य ( )

(2) वाहनों में पीछे का दृश्य देखने के लिए प्रयोग करते है–

(क) अवतल दर्पण का (ख) उत्तल दर्पण का

(ग) समतल दर्पण का (घ) उपर्युक्त सभी का ( )

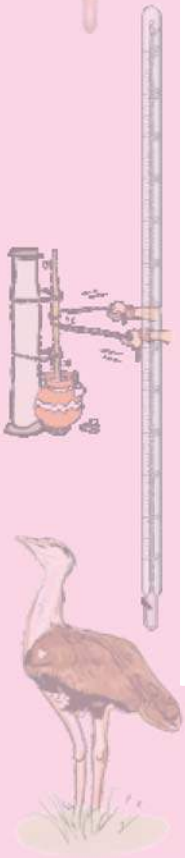
(3) समतल दर्पण के सामने रखी वस्तु का प्रतिबिम्ब बनता है–

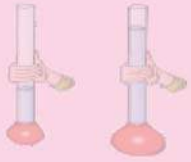
(क) वस्तु से दर्पण के मध्य की दूरी के बराबर दूरी पर

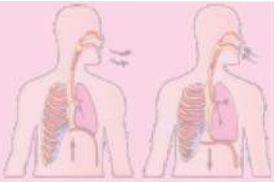
(ख) दुगुनी दूरी पर

(ग) आधी दूरी पर

(घ) चार गुना दूरी पर ( )







रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए–

1. उत्तल दर्पण से सदैव सीधा, छोटा व ..... प्रतिबिम्ब बनता है।
2. दो समतल दर्पणों के मध्य.....डिग्री का कोण होने पर अनन्त प्रतिबिम्ब बनते हैं।
3. अपना प्रतिबिम्ब देखने के लिए..... दर्पण का उपयोग करते है।

लघु उत्तरात्मक प्रश्न

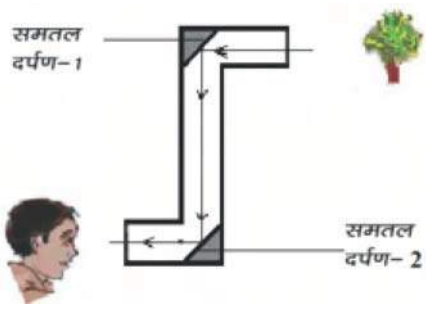
1. परावर्तन किसे कहते हैं?
2. एक अवतल दर्पण की फोकस दूरी 20 सेन्टीमीटर है, उसकी वक्रता त्रिज्या ज्ञात कीजिए।
3. परावर्तन के नियम लिखिए।
4. समतल दर्पण में प्रतिबिम्ब में वस्तु (बिम्ब) का दायाँ भाग बाया दिखाई देने को क्या कहते हैं?
5. अवतल और उत्तल दर्पण में बनावट एवं प्रतिबिम्ब की दृष्टि से क्या अंतर होता है?

दीर्घ उत्तरात्मक प्रश्न

1. समतल दर्पण के सामने रखी वस्तु के प्रतिबिम्ब के बनने की प्रक्रिया को सचित्र समझाइए।
2. वास्तविक व आभासी प्रतिबिम्बों में अंतर स्पष्ट कीजिए।
3. नियमित व विसरित परावर्तन को चित्र बनाते हुए समझाइए।

क्रियात्मक कार्य

चित्र में दिखाए अनुसार Z की आकृति के बॉक्स में दो दर्पण लगाकर आप एक सरल पेरिस्कोप बनाइए। इसके ऊपरी भाग को दृश्य की ओर रखिए तथा नीचे के भाग से देखिए। इस प्रकार आप नीचे के स्थान से ऊपरी भाग के दृश्य को आसानी से देख सकते हैं।



◆◆◆