प्रकाश

4
अध्याय

सूची

- प्रकाश
- प्रकाश के स्त्रोत
- प्रकाश के माध्यम
- प्रकाश का रेखीय संचरण
- प्रकाश का व्यवहार
- प्रकाश का परावर्तन
- प्रकाश के परावर्तन का नियम
- नियमित व विसरित परावर्तन
- समतल दर्पण से परावर्तन
- गोलीय दर्पण से परावर्तन
- गोलीय दर्पण से प्रतिबिम्ब निर्माण
- प्रकाश का अपवर्तन
- गोलीय लेन्स
- गोलीय लेन्स से प्रतिबिम्ब निर्माण
- पूर्ण आन्तरिक परावर्तन
- एक काँच प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश का विक्षेपण
- मनुष्य नेत्र
- दृष्टि दोष, लक्षण और संशोधन
- प्रकृति में अपवर्तन
- प्रकाश का प्रकीर्णन

➢ प्रकाश

- ◆ प्रकाश ऊर्जा का एक रूप है, (प्रकाशिक ऊर्जा) जो कि अपनी उपस्थिति में, हमे वस्तुओं को देखने में सहायता प्रदान करता है।
- ◆ प्रकाश निर्वात में, वायु में सरल रेखा में, 3×10^8 m/s चाल के साथ यात्रा करता है।
- ◆ प्रकाश, समतल तथा चमकीली सतहों जैसे दर्पण, पॉलिश की धातु सतहों आदि से वापस परावर्तित हो जाता है।
- ◆ जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में यात्रा करता है तब प्रकाश अपवर्तित (मुडना) हो जाता है।

➢ प्रकाश के स्त्रोत

- ◆ वह वस्तुऐं जो प्रकाश उत्सर्जित करती (देती) है को **प्रतिदीप्त** वस्तुऐं कहा जाता है। यह प्राकृतिक या मनुष्य निर्मित हो सकते हैं। सूर्य, प्रकाश का एक प्राकृतिक स्त्रोत है तथा विद्युत लैम्प तथा ऑइल लैम्प आदि मनुष्य निर्मित प्रकाश स्त्रोत हैं।
- ◆ वह वस्तुऐं जो प्रकाश उत्सर्जित नहीं करती, इन वस्तुओं को "**अ-प्रदीप्त**" वस्तुएँ कहते है। इस प्रकार की वस्तुऐं इस पर गिरने वाले प्रकाश के परावर्तन की कारण दिखाई देती हैं। उदाहरण- चन्द्रमा प्रकाश उत्सर्जित नहीं करता यह इस पर गिरने वाले सूर्य प्रकाश के परावर्तन के कारण दिखाई देता है।

➢ प्रकाश का माध्यम

पदार्थ, जिससे होकर प्रकाश संचरित होता या संचरण की ओर प्रवृत्त होता है को प्रकाश का माध्यम कहते हैं।

माध्यम में प्रकाश के संचरण, के आधार पर वस्तुओं को तीन भागों में वर्गीकृत किया गया है।

(i) पारदर्शी वस्तुऐं (Transparent objects) :

वस्तुऐं या पिण्ड जो अपने में से प्रकाश गुजरने को अनुमत करते हैं, या अपने में से प्रकाश को संचारित होने देते हैं को पारदर्शी वस्तुऐं कहते हैं।

उदा. काँच, जल, वायु आदि।

(ii) आंशिक पारदर्शी वस्तुऐं (Translucent objects) :

वस्तुऐं या पिण्ड, जो प्रकाश के केवल एक भाग को अपने में से संचरित होने देते हैं को आंशिक पारदर्शी वस्तुऐं कहते हैं।

उदा. Ground glass, ग्रीज युक्त कागज, पैराफिन, मोम आदि।

(iii) अपारदर्शी वस्तुऐं (opaque objects) :

वस्तुऐं या पिण्ड जो प्रकाश को अपने में से संचरित नहीं होने देते को अपारदर्शी (opaque) वस्तुऐं कहते हैं।

उदा. कुर्सी, डेस्क आदि।

➢ प्रकाश का रेखीय संचरण

प्रकाश एक सरल रेखा में यात्रा करता है, वायु या निर्वात में प्रकाश वेग 3×10^8 m/s के साथ यात्रा करता है।

गतिविधि (Activity) : यदि हम एक प्रकाशित मोमबत्ती को एक सीधे पाइप द्वारा देखें तो हम इसे देख पायेगे चित्र (a)। यदि हम इसे एक मुड़े हुये पाइप द्वारा देखें तो हमें यह दिखाई नहीं पड़ती, देखें चित्र (b)।

यह गतिविधि दर्शाती है कि प्रकाश सरल रेखा के अनुदिश यात्रा करता है।

(a) **b)**

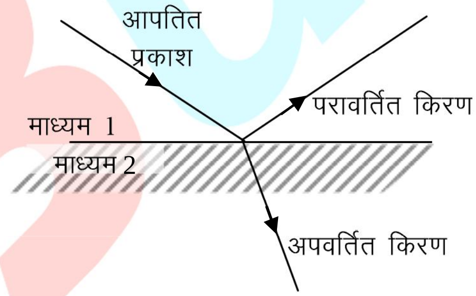
➢ प्रकाश का व्यवहार

जब प्रकाश एक माध्यम में यात्रा करता हुआ, एक द्वितीय माध्यम पर आपतित होता है, निम्न तीन प्रभाव घटित हो सकते हैं।

(i) आपतित प्रकाश का एक भाग वापस प्रथम माध्यम में लौट जाता है। इस परिघटना को **प्रकाश का परावर्तन** कहते है।

(ii) आपतित प्रकाश का एक भाग, परिवर्तित दिशा के अनुदिश द्वितीय माध्यम में संचरित हो जाता है। इस परिघटना को **प्रकाश का अपवर्तन** कहते हैं।

(iii) प्रकाश ऊर्जा का शेष तीसरा भाग, द्वितीय माध्यम द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है। इस परिघटना को **प्रकाश का अवशोषण** कहते हैं।



➢ प्रकाश का परावर्तन

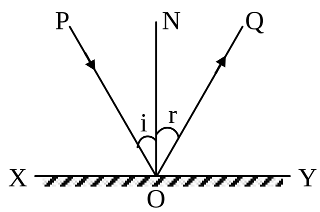
जब प्रकाश किरण, एक अपारदर्शी पालिश सतह (माध्यम), पर टकराती है, यह उसी माध्यम में वापस लौट जाती हैं।

प्रकाश किरण के वापस उसी माध्यम में लौटने को प्रकाश का परावर्तन कहते हैं।

◈ दर्पण के प्रकार

दर्पण के प्रकार
- समतल
- गोलीय
  - उत्तल
  - अवतल

◈ कुछ सम्बन्धित पदों की परिभाषाऐं:



◆ **परावर्तक पृष्ठ :** वह सतह जिससे प्रकाश परावर्तित होता है, परावर्तित पृष्ठ कहलाती है। चित्र में, XY परावर्तित पृष्ठ है।

◆ **आपतन बिन्दु :** एक परावर्तक पृष्ठ पर वह बिन्दु जिस पर प्रकाश किरणें टकराती है, आपतन बिन्दु कहलाता है। चित्र में, आपतन बिन्दु O है।

◆ **अभिलम्ब :** परावर्तक पृष्ठ पर आपतन बिन्दु के लम्बवत् रेखा अभिलम्ब कहलाती है। चित्र में ON अभिलम्ब है।

◆ **आपतित किरण :** वह प्रकाश की किरण जो परावर्तक पृष्ठ पर आपतन बिन्दु पर टकराती है। आपतित किरण कहलाती है। चित्र में, PO आपतित किरण है।

◆ **परावर्तित किरण :** वह प्रकाश की किरण जो परावर्तक पृष्ठ पर आपतन बिन्दु से परावर्तित हो जाती है, परावर्तित किरण कहलाती है। चित्र में, OQ परावर्तित किरण है।

◆ **आपतन कोण :** वह कोण जो आपतित किरण अभिलम्ब के साथ बनाती है, आपतन कोण कहलाता है। यह संकेत i द्वारा प्रदर्शित है। चित्र में, कोण PON आपतन कोण है।

◆ **परावर्तन कोण :** वह कोण जो परावर्तित किरण अभिलम्ब के साथ बनाती है, परावर्तन कोण कहलाता है। यह संकेत r द्वारा प्रदर्शित है। चित्र में, $\angle QON$ परावर्तन कोण है।

➤ प्रकाश के परावर्तन के नियम

◆ **प्रथम नियम:** आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा आपतन बिन्दु पर अभिलम्ब सभी एक ही तल में होते है।

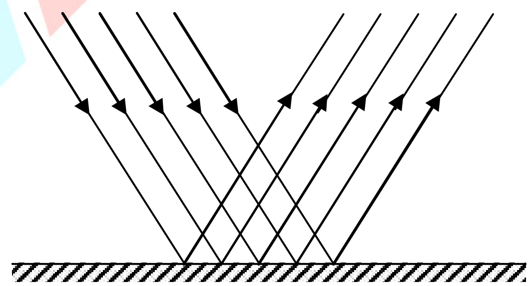
◆ **द्वितीय नियम:** परावर्तन कोण ($\angle r$) सदैव आपतन कोण ($\angle i$) के बराबर होता है।

अर्थात् $\angle r = \angle i$

(अभिलम्ब आपतन के लिए $i = 0$, $r = 0$ हैं किरण अभिलम्ब के अनुदिश पुनः परावर्तित हो जाती है)

➤ नियमित व विसरित परावर्तन

◈ **नियमित परावर्तन :** ऐसी परिघटना जिसके कारण किसी माध्यम में से जाता हुआ एक समान्तर प्रकाश पुँज एक चिकनी पॉलिश की गयी सतह पर टकराने के बाद इससे एक समान्तर पुँज के रूप में किसी दूसरी निश्चित दिशा में निकलता है, इसे नियमित परावर्तन कहते हैं।

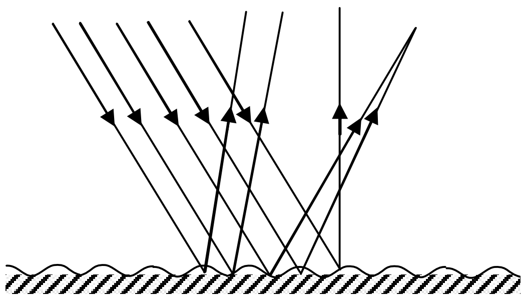


नियमित परावर्तन

◈ **अनियमित परावर्तन या विसरित परावर्तन :**

अनियमित परावर्तन : परिघटना, जिसके कारण किसी माध्यम में गति करता हुआ एक समान्तर प्रकाश पुँज किसी खुरदरी सतह से टकराने पर विभिन्न सम्भावित दिशाओं में परावर्तित हो जाता हैं,

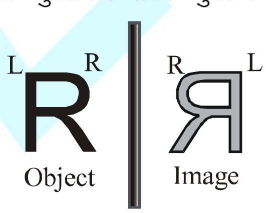
अनियमित परावर्तन या विसरीत परावर्तन कहलाता हैं। *यह भी परावर्तन के नियम का पालन करता है।*



अनियमित या विसरित परावर्तन

➢ समतल दर्पण से परावर्तन

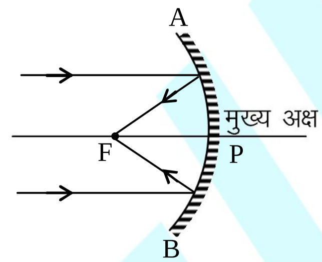
- **आकार :** प्रतिबिम्ब, बिम्ब (object) के समान आकार का ही प्राप्त होता है।
- **सीधा :** निर्मित प्रतिबिम्ब, बिम्ब के सापेक्ष सीधा प्राप्त होता है।
- **प्रतिबिम्ब दूरी :** यह उतनी होगी, जितनी दूरी पर बिम्ब (object) स्थित होगा।
- **पार्श्व व्युत्क्रमण (Lateral inversion) :** प्रतिबिम्ब एक सीधा प्रतिबिम्ब कहलाता है। यद्यपि यदि आप अपना दायाँ हाथ गतिमान करते है, यह दिखाई देगा जैसे आपका प्रतिबिम्ब का बायाँ हाथ गति कर रहा हो। यदि आप एक समतल दर्पण के सामने एक मुद्रित पृष्ठ रख देते है। अक्षरों का प्रतिबिम्ब सीधा दिखाई देगा किन्तु पार्श्व रुप से उल्टा या किनारो की ओर दिखाई देगा। इस प्रकार का व्युत्क्रमण पार्श्व व्युत्क्रम कहलाता है।



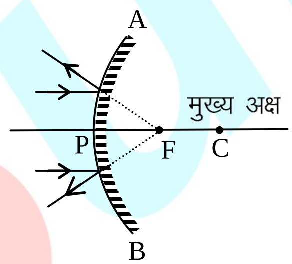
➢ गोलीय दर्पण से परावर्तन

◈ **परिचय :** गोलीय दर्पण दो प्रकार के होते है

(i) अवतल दर्पण:



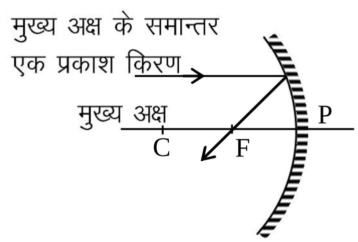
(ii) उत्तल दर्पण :



➢ गोलीय दर्पण से प्रतिबिम्ब निर्माण

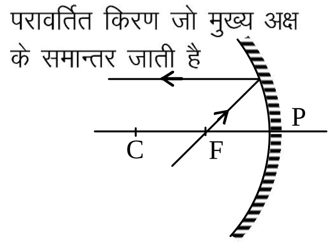
◈ **अवतल दर्पण से प्रतिबिम्ब निर्माण के लिए नियम**

(a) *जब प्रकाश किरण मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित होती है।*

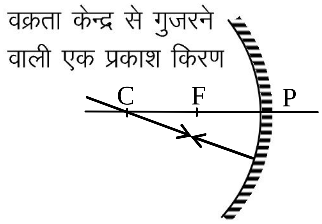


या

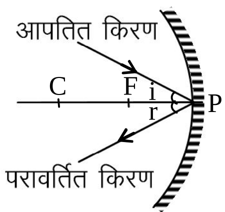
जब प्रकाश किरण फोकस की ओर आपतित होती है



(b) जब प्रकाश किरण वक्रता केन्द्र की ओर आपतित होती है

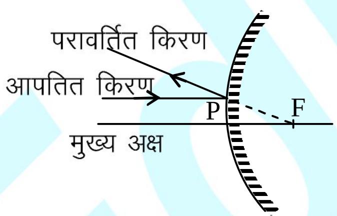


(c) जब प्रकाश किरण दर्पण के ध्रुव पर आपतित होती है।



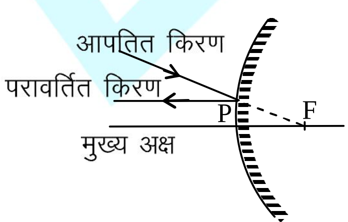
◈ **उत्तल दर्पण से बनने वाले प्रतिबिम्ब के लिए नियम**

(a) जब प्रकाश किरण मुख्यअक्ष के समान्तर आपतित होती है।

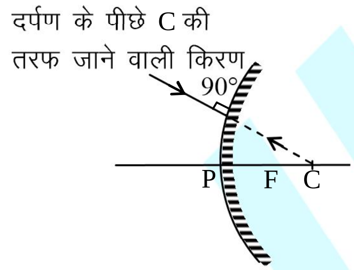


या

जब प्रकाश किरण फोकस की तरफ आपतित होती है

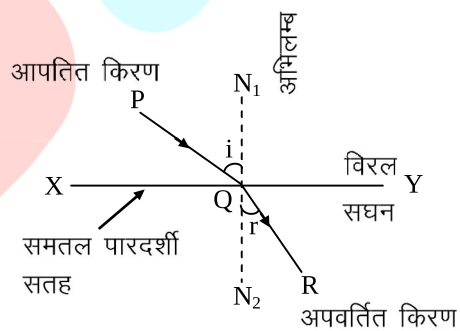


(b) *जब वक्रता केन्द्र की ओर निर्देशित प्रकाश किरण दर्पण पर आपतित होती है*



➤ प्रकाश का अपवर्तन

◈ **परिभाषा :** जब एक माध्यम से गुजर रही प्रकाश किरणें किसी अन्य माध्यम के पारदर्शी पृष्ठ (माध्यम) पर आपतित होती है, वह मुड़ जाती है जैसे ही वे दुसरे माध्यम से गुजरती है।



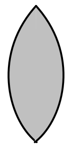
चित्र. एक समतल पारदर्शी अधिक सघन माध्यम से प्रकाश का अपवर्तन।

➤ गोलीय लैंस

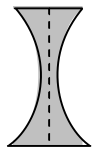
◆ **परिभाषा:** जब एक पारदर्शी माध्यम का एक टुकड़ा कम से कम एक गोलीय पृष्ठ द्वारा परिबद्ध रहता है, गोलीय लैंस कहलाता है।

◆ **प्रकार :** गोलीय लैंस दो प्रकार के होते है।

(i) **उत्तल या अभिसारी लैंसः** यह मध्य में मोटे तथा किनारो पर पतले होते है।



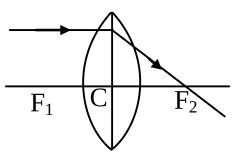
(ii) **अवतल या अपसारी लैस :** यह मध्य में पतले तथा किनारो पर से मोटे होते है।



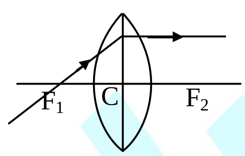
गोलीय लेन्स द्वारा प्रतिबिम्ब निर्माण

◈ **उत्तल लैंस से प्रतिबिम्ब निर्माण के लिऐ किरण चित्र**

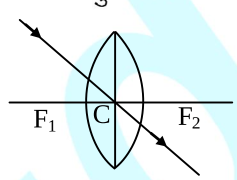
- जब प्रकाश किरणे मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित होती हैं।



- जब प्रकाश किरण फोकस से आपतित होती है।

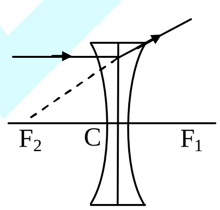


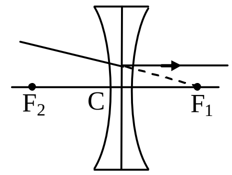
- जब प्रकाश किरण ध्रुव पर आपतित होती है।

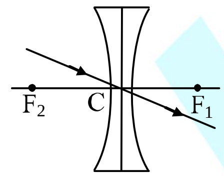


◈ **अवतल लैंस से प्रतिबिम्ब निर्माण के लिए किरण चित्र**

- जब प्रकाश किरण मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित होती है।

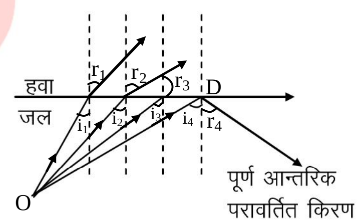






पूर्ण आंतरिक परावर्तन

- **परिभाषा :** जब प्रकाश सघन माध्यम से विरल माध्यम में गुजरता है तथा उस माध्यम के लिए क्रांतिक कोण से अधिक कोण पर आपतित होता है, तो यह पूर्णतया सघन माध्यम में लौट जाती है। इस प्रकार प्रकाश का प्रथम माध्यम में पुनः लौटना पूर्ण आन्तरिक (अन्दर की ओर) परावर्तन कहलाता है।



चित्र. पूर्ण आंतरिक परावर्तन

एक काँच प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश का विक्षेपण

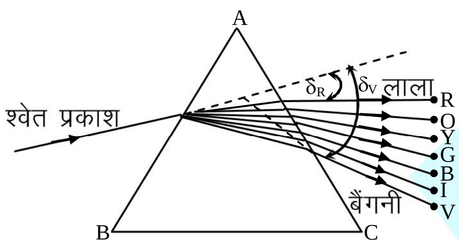
जब एक श्वेत प्रकाश किरण (सूर्य का प्रकाश) एक काँच के प्रिज्म (सघन माध्यम) में प्रवेश करता है। यह बाहर आता है एवं सात रंगों में विभक्त हो जाता है।

यह घटना, जिसके कारण एक श्वेत प्रकाश के विभिन्न घटक अलग-अलग हो जाते हैं। विक्षेपण कहलाता है।

◆ **स्पष्टीकरण :** यह श्वेत प्रकाश के विभिन्न घटकों के सघन माध्यम में अलग–अलग वेग के कारण होता है।

श्वेत प्रकाश सात रंग रखता है, जिनका नाम, बैंगनी, गहरा नीला, नीला, हरा, पीला, नारंगी और लाल (जिन्हें शब्द **VIBGYOR** से याद रखा जाता है) हवा में (मुख्यतः निर्वात में) सभी रंगों का प्रकाश तरंगें समान वेग (3×10^8 m/s) रखता है।

लेकिन एक सघन माध्यम में, उनके वेग कम होते है एवं अलग-अलग होते हैं। लाल प्रकाश की तरंगें लम्बाई में सबसे लम्बी होती है, सबसे तेज चलती है और सबसे अधिक वेग रखती है। बैंगनी प्रकाश की तरंगें, लम्बाई में सबसे छोटी, सबसे धीरे चलती है और सघन माध्यम में सबसे कम वेग रखती है।



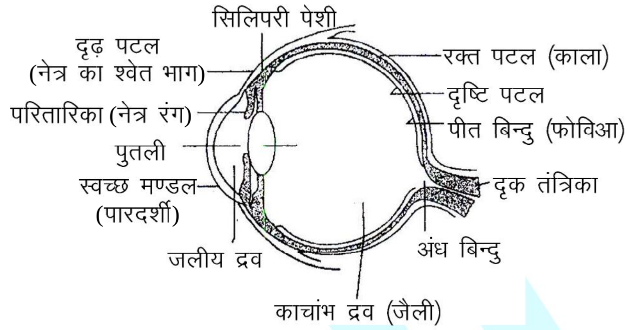
एक काँच के प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश का विक्षेपण

विचलन में अन्तर के कारण विभिन्न रंगों की तरंगें प्रिज्म से भिन्न दिशाओं में बाहर आती हैं यह विक्षेपित (dispersed) कहलाती हैं। जब यह विक्षेपित श्वेत प्रकाश को श्वेत पर्दे पर गिरने दिया जाता है, हम एक सात रंगों का प्रकाश या पट्टी प्राप्त करते हैं। यह रंगीन पट्टी स्पेक्ट्रम कहलाती है।

➤ मानव नेत्र

यह बहुत कोमल तथा जटिल प्राकृतिक दृश्य उपकरण होता है जो हमे प्रकाश के आश्यर्चजनक संसार को देखने के योग्य बनाता है।

◈ **संरचना :**



चित्र मानव नेत्र की क्षैतिज तल की काट दर्शा रहा है। यह लगभग 2.5 cm व्यास की गोलाकार गेंद होती है।

➤ दृष्टि दोष, लक्षण और संशोधन

◈ **दृष्टि दोष**

दृष्टि के मुख्य दोष निम्न है :

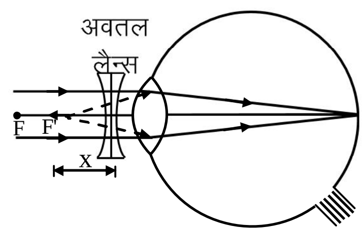
1. निकट दृष्टि दोष या मायोपिआ

2. दूर दृष्टि दोष या हाइपर मेट्रोपिआ

1. निकट दृष्टि दोष या मायोपिआ

◆ **लक्षण :** आँख एक निशचित दृष्टि से दूर स्पष्ट नहीं देख सकती हैं। इसका मतलब है कि दोष युक्त आँख का दूर बिन्दु अनन्त से, एक निश्चित दूरी पर विस्थापित हो गया है।

संशोधन : आँख के लैंस की अतिरिक्त अभिसारी शक्ति को उचित शक्ति (फोकस दूरी) के एक अवतल (अपसारी) लैंस का प्रयोग करके समायोजित किया जाता है। इसे चित्र में दिखाया गया है।



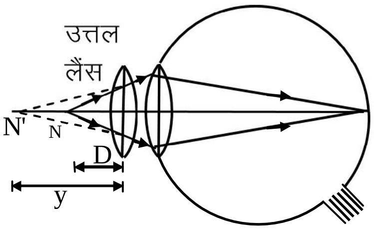
चित्र. अवतल लैंस द्वारा मायोपिया का संशोधन

2. दूर दृष्टि दोष या हाइपर मेट्रोपिआ

◆ **लक्षण :** इस दोष के कारण आँख स्पष्ट रूप से एक निश्चित दूरी के अंदर नहीं देख पाती। इसका मतलब है

कि दोष युक्त आँख का निकट बिन्दु 25 cm से अधिक दूर विस्थापित हो जाता है।

- **संशोधन :** आँख के लैंस की अभिसारी शक्ति में कमी को उचित शक्ति (फोकस दूरी) के एक उत्तल (अभिसारी) लैंस को प्रयोग करके समायोजित किया जाता है। जिसे चित्र में दिखाया गया है।

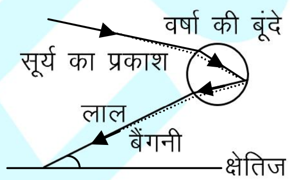


चित्र : हाइपर मेट्रोपिआ का उत्तल लैंस द्वारा संशोधन

➤ प्रकृति में अपवर्तन

(A) इन्द्रधनुष का बनना

इंद्रधनुष, वर्षा के पश्चात् आकाश में जल के सूक्ष्म कणों में दिखाई देने वाला प्राकृतिक स्पेक्ट्रम है। यह वायुमंडल में उपस्थित जल की सूक्ष्म बूँदों द्वारा सूर्य के प्रकाश के विक्षेपण के कारण प्राप्त होता है। इंद्रधनुष सदैव सूर्य के विपरीत दिशा में बनता है। जल की सूक्ष्म बूँदें छोटे प्रिज्मों की भाँति कार्य करती हैं। सूर्य के आपतित प्रकाश को ये बूँदें अपवर्तित तथा विक्षेपित करती हैं, तत्पश्चात इसे आंतरिक परावर्तित करती हैं, अंततः जल की बूँद से बाहर निकलते समय प्रकाश को पुनः अपवर्तित करती हैं। प्रकाश के विक्षेपण तथा आंतरिक परावर्तन के कारण विभिन्न वर्ण प्रेक्षक के नेत्रों तक पहुँचते हैं।



(B) वायुमण्डलीय अपवर्तन

हम संभवतः कभी आग या भट्टी अथवा किसी ऊष्मीय विकिरक के ऊपर उठती गरम वायु के विक्षुब्ध प्रवाह में धूल के कणों की आभासी, अनियमित, अस्थिर गति अथवा झिलमिलाहट देख सकते हैं। आग के तुरंत ऊपर की वायु अपने ऊपर की वायु की तुलना में अधिक गरम हो जाती है। गरम वायु अपने ऊपर की ठंडी वायु की तुलना में हल्की (कम सघन) होती है तथा इसका अपवर्तनांक ठंडी वायु की अपेक्षा थोड़ा कम होता है। क्योंकि अपवर्तक माध्यम (वायु) की भौतिक अवस्थाएँ स्थिर नहीं हैं, इसलिए गरम वायु में से होकर देखने पर वस्तु की आभासी स्थिति परिवर्तित होती रहती है। इस प्रकार यह अस्थिरता हमारे स्थानीय पर्यावरण में लघु स्तर पर वायुमंडलीय अपवर्तन (पृथ्वी के वायुमंडल के कारण प्रकाश का अपवर्तन) का ही एक प्रभाव है। तारों का टिमटिमाना वृहत् स्तर की एक ऐसी ही परिघटना है।

(a) तारों का टिमटिमाना :

तारों के प्रकाश के वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण ही तारे टिमटिमाते प्रतीत होते हैं। पृथ्वी के वायुमंडल में प्रवेश करने के पश्चात पृथ्वी के पृष्ठ पर पहुँचने तक तारे का प्रकाश निरंतर अपवर्तित होता जाता है। वायुमंडलीय अपवर्तन उसी माध्यम में होता है जिसका क्रमिक परिवर्ती अपवर्तनांक हो।

चूँकि तारे बहुत दूर हैं, अतः वे प्रकाश के बिंदु–स्रोत के सन्निकट हैं। क्योंकि, तारों से आने वाली प्रकाश किरणों का पथ थोड़ा–थोड़ा परिवर्तित होता रहता है, अतः तारे की आभासी स्थिति विचलित होती रहती है तथा आँखों में प्रवेश करने वाले तारों के प्रकाश की मात्रा झिलमिलाती रहती है, जिसके कारण कोई तारा कभी चमकीला प्रतीत होता है तो कभी धुँधला, जो कि टिमटिमाहट का प्रभाव है।

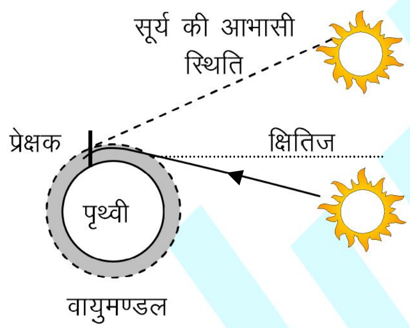
(b) ग्रह क्यों नहीं टिमटिमाते हैं?

ग्रह तारों की अपेक्षा पृथ्वी के बहुत पास हैं और इसीलिए उन्हें विस्तृत स्रोत की भाँति माना जा सकता है। यदि हम ग्रह को बिंदु–आकार के अनेक प्रकाश स्रोतों का

संग्रह मान लें तो सभी बिंदु आकार के प्रकाश–स्रोतों से हमारे नेत्रों में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा में कुल परिवर्तन का औसत मान शून्य होगा, इसी कारण टिमटिमाने का प्रभाव निष्प्रभावित हो जाएगा।

(C) अग्रिम सूर्योदय तथा विलम्बित सूर्यास्त :

वायुमंडलीय अपवर्तन के कारण सूर्य हमें वास्तविक सूर्योदय से लगभग 2 मिनट पूर्व दिखाई देने लगता है तथा वास्तविक सूर्यास्त के लगभग 2 मिनट पश्चात तक दिखाई देता रहता है। वास्तविक सूर्योदय से हमारा अर्थ है, सूर्य द्वारा वास्तव में क्षितिज को पार करना। चित्र में सूर्य की क्षितिज के सापेक्ष वास्तविक तथा आभासी स्थितियाँ दर्शायी गयी हैं। वास्तविक सूर्यास्त तथा आभासी सूर्यास्त के बीच समय का अंतर लगभग 2 मिनट है। इसी परिघटना के कारण ही सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य की चक्रिका चपटी प्रतीत होती है।



सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय वायुमण्डलीय अपवर्तन

➤ प्रकाश का प्रकीर्णन

प्रकाश तथा हमारे चारों ओर की वस्तुओं के बीच अन्योन्यक्रिया के कारण ही हमें प्रकृति में अनेक आश्चर्यजनक परिघटनाएँ देखने को मिलती हैं। आकाश का नीला रंग, गहरे समुद्र के जल का रंग, सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य का रक्ताभ दिखाई देना, कुछ ऐसी अदभुत परिघटनाएँ हैं, जिनसे हम परिचित हैं। किसी वास्तविक विलयन से गुजरने वाले प्रकाश किरण पुंज का मार्ग हमें दिखाई नहीं देता। तथापि, किसी कोलॉइडी विलयन में जहाँ कणों का आकार अपेक्षाकृत बड़ा होता है, यह मार्ग दृश्य होता है।

(a) टिंडल प्रभाव

पृथ्वी का वायुमंडल सूक्ष्म कणों का एक विषमांगी मिश्रण है। इन कणों में धुआँ, जल की सूक्ष्म बूँदें, धूल के निलंबित कण तथा वायु के अणु सम्मिलत होते हैं। जब कोई प्रकाश किरण पुंज ऐसे महीन कणों से टकराता है तो उस किरण पुंज का मार्ग दिखाई देने लगता है। इन कणों से विसरित प्रकाश परावर्तित होकर हमारे पास तक पहुँचता है। कोलॉइडी कणों द्वारा प्रकाश के प्रकीर्णन की परिघटना टिंडल प्रभाव उत्पन्न करती है। जब धुएँ से भरे किसी कमरे में किसी सूक्ष्म छिद्र से कोई पतला प्रकाश किरण पुंज प्रवेश करता है तो इस परिघटना को देखा जा सकता है। इस प्रकार, प्रकाश का प्रकीर्णन कणों को दृश्य बनाता है। जब किसी घने जंगल के वितान (canopy) से सूर्य का प्रकाश गुजरता है तो टिंडल प्रभाव को देखा जा सकता है। जंगल के कुहासे में जल की सूक्ष्म बूँदें प्रकाश का प्रकीर्णन कर देती हैं। प्रकीर्णित प्रकाश का वर्ण, प्रकीर्णन करने वाले कणों के आकार पर निर्भर करता है। अत्यंत सूक्ष्म कण मुख्य रूप से नीले प्रकाश को प्रकीर्ण करते हैं जबकि बड़े आकार के कण अधिक तरंगदैर्ध्य के प्रकाश को प्रकीर्ण करते हैं। यदि प्रकीर्णन करने वाले कणों का आकार बहुत अधिक है तो प्रकीर्णित प्रकाश श्वेत भी प्रतीत हो सकता है।

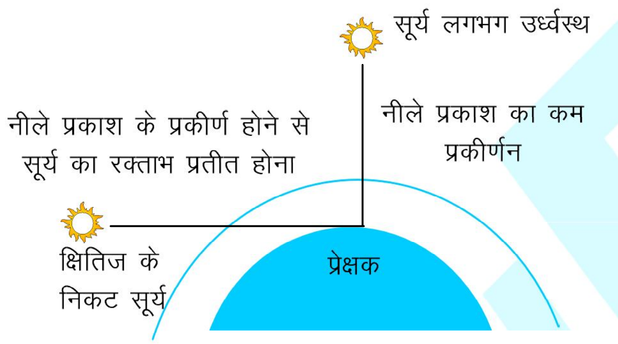
(b) स्वच्छ आकाश का रंग नीला क्यों होता है :

वायुमंडल में वायु के अणु तथा अन्य सूक्ष्म कणों का आकार दृश्य प्रकाश की तरंगदैर्घ्य के प्रकाश की अपेक्षा नीले वर्ण की तरफ के कम तरंगदैर्घ्य के प्रकाश को प्रकीर्णित करने में अधिक प्रभावी है। लाल वर्ण के प्रकाश की तरंगदैर्ध्य नीले प्रकाश की अपेक्षा लगभग 1.8 गुनी है। अतः जब सूर्य का प्रकाश वायुमंडल से गुजरता है, वायु के सूक्ष्म कण लाल रंग की अपेक्षा नीले रंग (छोटी तरंगदैर्ध्य) को अधिक प्रबलता से प्रकीर्ण करते हैं। प्रकीर्णित हुआ नीला प्रकाश हमारे नेत्रों में प्रवेश करता है। यदि पृथ्वी पर वायुमंडल न होता तो कोई प्रकीर्णन न हो पाता। तब, आकाश काला प्रतीत होता। अत्यधिक ऊँचाई पर उड़ते हुए यात्रियों को आकाश काला प्रतीत होता है, क्योंकि इतनी ऊँचाई पर प्रकीर्णन सुस्पष्ट नहीं होता। संभवतः आपने देखा होगा कि 'खतरे' के संकेत

(सिग्नल) का प्रकाश लाल रंग का होता है। क्या आप इसका कारण जानते हैं? लाल रंग कुहरे या धुएँ से सबसे कम प्रकीर्ण होता है। इसीलिए, यह दूर से देखने पर भी लाल रंग का ही दिखलाई देता है।

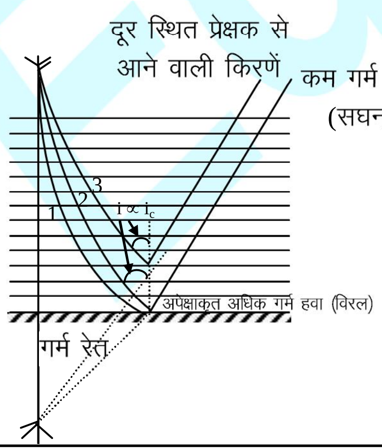
(c) सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य का रंग

सूर्योदय अथवा सूर्यास्त के समय आकाश तथा सूर्य रक्ताभ प्रतीत होता है। क्षितिज के समीप नीले तथा कम तरंगदैर्ध्य के प्रकाश का अधिकांश भाग कणों द्वारा प्रकीर्ण हो जाता है। इसलिए हमारे नेत्रों तक पहुँचने वाला प्रकाश अधिक तरंगदैर्ध्य का होता है। इससे सूर्योदय या सूर्यास्त के समय सूर्य रक्ताभ प्रतीत होता है।



◈ मरू मरीचिका या निम्न मृगतृष्णा

- **परिभाषा :** यह एक प्रकाशीय दृष्टिभ्रम (illusion) होता है, गर्मियो में दोपहर में रेगिस्तान में होता है, जिसके कारण दूरस्थ वृक्ष का उल्टा प्रतिबिम्ब गर्म रेत पर दैखा जाता है, जैसे ही यदि पानी में बनता है।



चित्र. गर्म मरूस्थल में मृगतृष्णा–गर्म रेत में पेड़ के उल्टे प्रतिबिम्ब का बनना

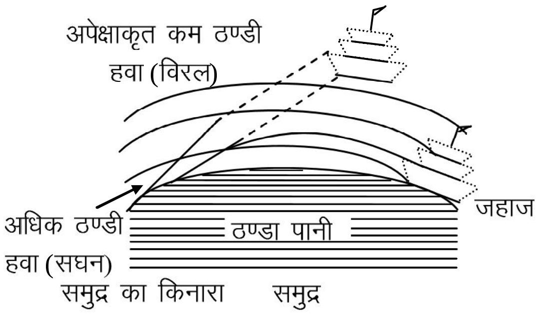
- **व्याख्या :** यह पूर्ण आंतरिक परावर्तन के कारण होता है। गर्मी की दोपहर में (रेगिस्तान में) रेत गर्म हो जाती है। इसके सम्पर्क में वायु गर्म हो जाती है व फिर हल्की हो जाती है। जैसे ही हम ऊपर जाते है वायु कम गर्म होती जाती है तथा फिर बहुत हल्की हो जाती है। वायु भिन्न प्रकाशीय घनत्व की परतों में विभक्त हो जाती है।

किरणें (किरण 1 की भांति) सबसे ऊपरी परत पर लघु कोण पर आपतित होती है, निम्नतम परत पर आपतन कोण क्रांतिक कोण से अधिक नहीं हो सकता है। इन किरणों को रेत द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है।

किरण संख्या 2 मुक्त शीर्ष से प्रारम्भ हो रही है तथा एक दीर्घ कोण बनाती है। जब प्रारम्भ हो रही है, दीर्घ कोण पर निम्नतम परत पहुँचती है। आपतन कोण क्रांतिक कोण से अधिक होता है। किरण पूर्णतया ऊपर की ओर तथा बाहर की ओर परावर्तित होती है। किरण संख्या 2 के दायीं ओर सभी किरणें बड़े कोण से प्रारम्भ होती है और ऊपरी तथा अधिक ऊपरी परतों से आपतन कोण क्रान्तिकोण से अधिक रखेगी। वे भी पूर्णतया परावर्तित होती है।

◈ लूमिंग या उच्च मृगतृष्णा

- **परिभाषा :** यह एक प्रकाशिक दृष्टि भ्रम है जो सर्दियों की शाम को समुद्री तट पर देखा जाता है। जिसके कारण एक जहाज का प्रतिबिम्ब समुद्री आकाश में वायु में निर्मित होता है। जबकी वास्तविक जहाज कही भी दिखाई नहीं देता है।



चित्र. ठण्डे समुद्र के किनारे पर उच्च मृगतृष्णा (Looming)

- **व्याख्या :** यह पूर्ण आंतरिक परावर्तन के कारण होता है। ठण्डी शाम (cold evening) को समुद्री तल के ऊपर पानी बहुत ठण्डा होता है। इसके सम्पर्क में वायु परत ठण्डी व सघन होती है। जैसे ही ऊपर जाते है, वायु परतें कम ओर कम ठण्डी होती जाती है और इस तरह विरल होती जाती है।

  अदृश्य जहाज से ऊपर की ओर जाने वाली किरणें हवा की सघन से विरल परतों में जाती है। वे पूर्णतया नीचे की ओर परावर्तित हो जाती है और समुद्र किनारे खड़े एक प्रेक्षक के द्वारा ग्रहण की जाती है। प्रेक्षक आकाश में झूलता हुआ जहाज का प्रतिबिम्ब (आभासी) देखता है।