मानव नेत्र तथा रंग बिरंगा संसार

5
अध्याय

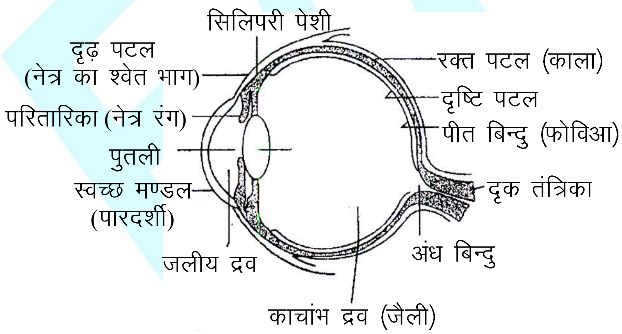
सूची

- मानव नेत्र
- समंजन क्षमता
- दृष्टि दोष, लक्षण तथा उपाय (संशोधन)
- एक काँच के प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश का विक्षेपण
- प्रकृति में अपवर्तन
- प्रकाश का प्रकीर्णन

➤ मानव नेत्र

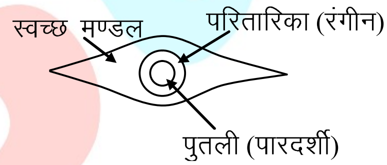
यह बहुत कोमल तथा जटिल प्राकृतिक दृश्य उपकरण होता है जो हमे प्रकाश के आश्यर्चजनक संसार को देखने के योग्य बनाता है।

◈ संरचना :



चित्र मानव नेत्र की क्षेतिज तल की काट दर्शा रहा है। यह लगभग 2.5 cm व्यास की गोलाकार गेंद होती है। इसके आवश्यक भाग नीचे वर्णित है :

- **स्वच्छ मण्डल (कोर्निया) :** यह नेत्र गोलक का आगे उभरा हुआ भाग है जो पारदर्शी दृढ़पटल द्वारा ढ़का होता है।



नेत्र का स्वच्छ मण्डल-सामने का दृश्य

- **परिवारिका :** यह स्वच्छ मण्डल के अन्दर दृष्टिपटल से बना रंगीन क्षेत्र है। इसका रंग एक व्यक्ति से दूसरे व्यक्ति में भिन्न होता है।
- **पुतली :** यह परितारिका में केन्द्रीय वृत्ताकार द्वारक होता है। इसका सामान्य व्यास **1 mm** है किन्तु यह दो जोड़ी अनेच्छिक पेशीय तन्तुओं द्वारा प्रकाश की अधिकता में संकुचित तथा कम प्रकाश में फैल सकता है।
- **क्रिस्टलीय लैंस :** यह परितारिका के ठीक पीछे द्वि उत्तल लेंस होता है। यह पारदर्शी केन्द्रिय झिल्ली से बना होता है जिसका दृष्टि घनत्व लैंस के केन्द्र की ओर बड़ा हुआ होता है।
- **सिलिपरी पेशियाँ :** लैंस सिलिपरी पेशीयों द्वारा दृढ़पटल से जुड़ा होता है। यह पेशियाँ लैंस की मोटाई को शिथिलन तथा दबाव द्वारा परिवर्तित करती है।

- **जलीय द्रव :** अग्र कोष्ठ अपर्वतनांक वाले पारदर्शी द्रव द्वारा भरा होता है। यह द्रव जलीय द्रव कहलाता है।
- **काचाभ द्रव :** पश्च कोष्ठ हल्के नमकीनी, कुछ अपवर्तनांक युक्त पारदर्शी जलीय द्रव से भरा होता है। यह द्रव काचाभ द्रव कहलाता है।
- **दृष्टिपटल (रेटीना) :** यह नेत्र के अन्दर आन्तरिक आवरण द्वारा बनता है। इसमें पतली झिल्ली होती है जो तंत्रिका तन्तुओं द्वारा सघन होती है। इसमें दो प्रकार की दृष्टि कोशिकाऐं होती है जिन्हें शलाका या शंकु कहते है तथा रक्त वाहिकाऐं होती है। यह प्रकाश के प्रति संवेदनशील होती है इसके लिए दृक तंत्रिकाऐं सतत होती है। यह नेत्र के लैंस तंत्र द्वारा चित्र निर्माण के आधार के लिए संवेदी पर्दे का कार्य करती है।

  [**शलाका** कम प्रकाश **(स्कोटोपिक दृष्टि)** में रंग देखने के लिए उत्तरदायी होती है] **शंकु** सामान्यतः दिन के प्रकाश **(फोटोपिक दृष्टि)** में देखने के लिए उत्तरदायी होते है।

- **अंध बिन्दु :** अंध बिन्दु, यह वह बिन्दु है जहाँ दृक तंत्रिकाएँ नेत्र में प्रवेश करती है। यह कुछ उठे हुऐ तथा प्रकाश के प्रति असंवेदी होते है, क्योंकि यह रक्त पटल तथा दृष्टि पटल द्वारा आवरित नहीं होती है।

◈ **क्रिया विधि (आखँ की क्रिया) :**

मानव नेत्र एक कैमरे की भाँति है। इसका लेंस–निकाय एक प्रकाश–सुग्राही पर्दे, जिसे रेटिना या दृष्टिपटल कहते हैं, पर प्रतिबिंब बनाता है। प्रकाश एक पतली झिल्ली से होकर नेत्र में प्रवेश करता है। इस झिल्ली को **कॉर्निया** या **स्वच्छ मंडल** कहते हैं। चित्र में दर्शाए अनुसार यह झिल्ली **नेत्र गोलक** के अग्र पृष्ठ पर एक पारदर्शी उभार बनाती है। नेत्र गोलक की आकृति लगभग गोलाकार होती है तथा इसका व्यास लगभग 2.3 cm होता है। नेत्र में प्रवेश करने वाली प्रकाश किरणों का अधिकांश अपवर्तन कॉर्निया के बाहरी पृष्ठ पर होता है। क्रिस्टलीय लेंस केवल विभिन्न दूरियों पर रखी वस्तुओं को रेटिना पर फोकसित करने के लिए आवश्यक फोकस दूरी में सूक्ष्म समायोजन करता है। कॉर्निया के पीछे एक संरचना होती है जिसे **परितारिका** कहते हैं। परितारिका गहरा पेशीय डायफ्राम होता है जो पुतली के साइज को नियंत्रित करता है। पुतली नेत्र में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा को नियंत्रित करती है। **अभिनेत्र लेंस** रेटिना पर किसी वस्तु का उलटा तथा वास्तविक प्रतिबिंब बनाता है। रेटिना एक कोमल सूक्ष्म झिल्ली होती है जिसमें बृहत् संख्या में प्रकाश–सुग्राही कोशिकाएँ होती हैं। प्रदीप्ति होने पर प्रकाश–सुग्राही कोशिकाएँ सक्रिय हो जाती हैं तथा विद्युत सिग्नल उत्पन्न करती हैं। ये सिग्नल दृक् तंत्रिकाओं द्वारा मस्तिष्क तक पहुँचा दिए जाते हैं। मस्तिष्क इन सिग्नलों की व्याख्या करता है तथा अंततः इस सूचना को संसाधित करता है जिससे कि हम किसी वस्तु को जैसा है, वैसा ही देख लेते हैं।

➤ समंजन क्षमता

अभिनेत्र लेंस की वह क्षमता जिसके कारण वह अपनी फोकस दूरी को समायोजित कर लेता है **समंजन** कहलाती है। तथापि अभिनेत्र लेंस की फोकस दूरी एक निश्चित न्यूनतम सीमा से कम नहीं होती। किसी वस्तु को आराम से सुस्पष्ट देखने के लिए आपको इसे अपने नेत्रों से कम से कम 25 cm दूर रखना होगा। वह न्यूनतम दूरी जिस पर रखी कोई वस्तु बिना किसी तनाव के अत्यधिक स्पष्ट देखी जा सकती है, उसे सुस्पष्ट दर्शन की अल्पतम दूरी कहते हैं। इसे नेत्र का

निकट–बिंदु भी कहते हैं। किसी सामान्य दृष्टि के तरुण वयस्क के लिए निकट बिंदु की आँख से दूरी लगभग 25 cm होती है। वह दूरतम बिंदु जिस तक कोई नेत्र वस्तुओं को सुस्पष्ट देख सकता है, नेत्र का दूर–बिंदु (far Point) कहलाता है। सामान्य नेत्र के लिए यह अनंत दूरी पर होता है।

इस प्रकार, आप नोट कर सकते हैं कि एक सामान्य नेत्र 25 cm से अनंत दूरी तक रखी सभी वस्तुओं को सुस्पष्ट देख सकता है।

➤ दृष्टि दोष, लक्षण और उपाय (संशोधन)

◈ दृष्टि दोष

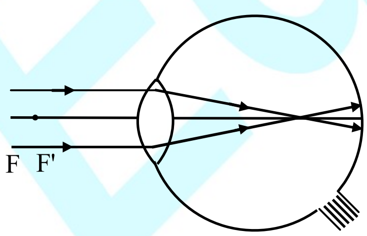
दृष्टि के मुख्य दोष निम्न है :

1. निकट दृष्टि दोष या मायोपिआ
2. दूर दृष्टि दोष या हाइपर मेट्रोपिआ
3. जरा-दूर दृष्टिता
4. (एस्टिग्मेटिज्म) दृष्टि वैषम्य

1. निकट दृष्टि दोष या मायोपिआ

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

◆ **कारण :** ऐसा होता है क्योंकि दूर स्थित वस्तुओं का प्रतिबिम्ब रेटिना के सामने बनता हैं। इसे चित्र में दिखाया गया हैं।



मायोप्रिआ से ग्रसित आँख की दृष्टि

◆ **कारण :**

(i) लैंस एक सामान्य आँख के लैंस की अपेक्षा अधिक **मोटा** (अधिक अभिसारी) हो जाता है।

(ii) आँख का गोला अधिक **लम्बा व पतला** हो जाता है।

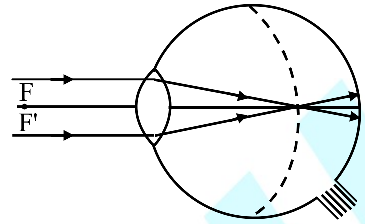
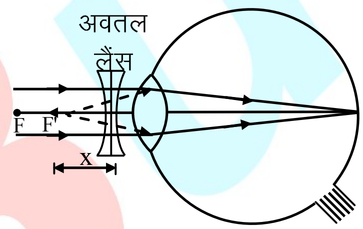


Fig. लम्बी और पतली आँख

◆ **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 दिखया गया है।



चित्र. माओपिआ : जिसे एक अवतल लैंस द्वारा संशोधित किया जाता है।

◆ **गणना :** आँख से दूर बिन्दू F की दूरी = x तब प्रयोग किये गये लैंस के लिए ,

$u = \infty, v = -x, f = ?$

लैंस सूत्र से,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{-x} = \frac{1}{f}$$

या $\mathbf{f = -x}$

प्रयुक्त लैंस की फोकस दूरी आँख से दूर बिन्दू की दूरी के बराबर होनी चाहिए।

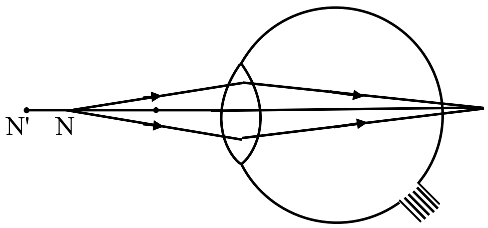
(ऋणात्मक चिन्ह का अर्थ है अवतल लैंस)

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।

◆ **कारण :** ऐसा होता है क्योंकि निकट की वस्तु का प्रतिबिम्ब रेटिना के पीछे बनता है। जिसे चित्र में दिखाया गया है।



हाइपर मेट्रोपिआ से ग्रसित आँख की दृष्टि

◆ **कारण :**

(i) आँख का लैंस एक सामान्य आँख के लैंस की अपेक्षा अधिक पतला या (कम अभिसारी) हो जाता है।

(ii) आँख का गोला **अण्डाकार** हो जाता है, लैंस व रेटिना के मध्य दूरी सामान्य आँख की अपेक्षा कम हो जाती है।

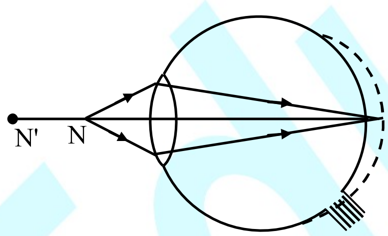
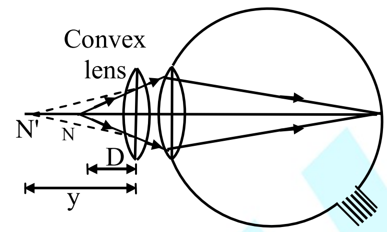


Fig. अण्डाकार आँख

◆ **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 जिसे एक अभिसारी लैंस द्वारा संशोधित किया गया है।

◆ **गणना :** आँख से निकट बिन्दु N' की दूरी $= y$

तब, प्रयुक्त किये गये लैंस के लिए

$u = -D, v = -y, f = ?$

लैंस सूत्र से,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{-y} - \frac{1}{-D} = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{yD}{y - D}$$ (जो धनात्मक है $\because y > D$)

यह प्रयुक्त किये गये उत्तल लैंस की फोकस दूरी के लिए आवश्यक व्यंजक है।

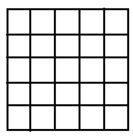
3. जरा दूर दृष्टिता :

आयु में वृद्धि होने के साथ–साथ मानव नेत्र की समंजन–क्षमता घट जाती है। अधिकांश व्यक्तियों का निकट–बिंदु दूर हट जाता है। संशोधक चश्मों के बिना उन्हें पास की वस्तुओं को आराम से सुस्पष्ट देखने में कठिनाई होती है। इस दोष को जरा–दूरदृष्टिता कहते हैं। यह पक्ष्माभी पेशियों के धीरे–धीरे दुर्बल होने तथा क्रिस्टलीय लेंस के लचीलेपन में कमी आने के कारण उत्पन्न होता है। कभी–कभी किसी व्यक्ति के नेत्र में दोनों ही प्रकार के दोष निकट–दृष्टि तथा दूर–दृष्टि दोष हो सकते हैं। ऐसे व्यक्तियों को वस्तुओं को सुस्पष्ट देख सकने के लिए प्रायः *द्विफोकसी लेंसों* (Bi-focal lens) की आवश्यकता होती है। सामान्य प्रकार के द्विफोकसी लेंसों में अवतल तथा उत्तल

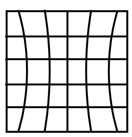
दोनों लेंस होते हैं। ऊपरी भाग अवतल लेंस होता है। यह दूर की वस्तुओं को सुस्पष्ट देखने में सहायता करता है। निचला भाग उत्तल लेंस होता है। यह पास की वस्तुओं को सुस्पष्ट देखने में सहायक होता है। आजकल संस्पर्श लेंस (Contact lens) अथवा शल्य हस्तक्षेप द्वारा दृष्टि दोषों का संशोधन संभव है।

4. ऐस्टिग्मेशन (दृष्टि वैषम्य) :

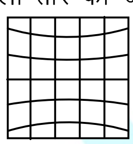
इस दोष से ग्रसित व्यक्ति एक तार की जाली की क्षैतिज व ऊर्ध्वाधर दोनों रेखाओं को एक साथ फोकस नहीं कर सकता है।



तार की सामान्य जाली



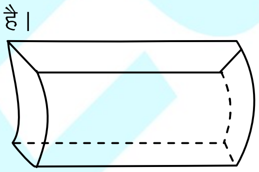
विकृत ऊर्ध्वाधर रेखाओं वाली तार की जाली



विकृत क्षैतिज रेखाओं युक्त तार को जाली

यह दोष होता है, इस सत्य के कारण कि कोरेना पूर्ण गोलाकार नहीं होती हैं।

वह दोष बेलनाकार लैंस द्वारा दोषमुक्त किया जा सकता है।



बेलनाकार लैंस

✦ दृश्तांतीय उदाहरण ✦

Ex.1 एक व्यक्ति आँख से 75 cm से अधिक निकट की वस्तुओं को नहीं देख सकता है। दृष्टि दोष को दूर करने के लिए उसके द्वारा प्रयोग किये गये लैंस की शक्ति होनी चाहिए।

Sol. चूँकि व्यक्ति 75 cm से अधिक निकट रखी वस्तुओं को नहीं देख सकता हैं, अतः वह हाइपरमेट्रोपिआ से ग्रसित है। उसका निकट बिन्दु 25 cm से 75 cm पर विस्थापित हो गया है। संशोधन हेतु प्रयुक्त लैंस की फोकस दूरी की गणना करने के लिए हम यह मान सकते हैं कि u = –25 cm, v = – 75 cm, f = ?

अब, $\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-75} - \frac{1}{-25}$

या $\frac{1}{f} = \frac{2}{75}$ or $f = \frac{75}{2}$ cm $= \frac{0.75}{2}$ m

$\therefore$ शक्ति $= \frac{1}{f} = \frac{2}{0.75}$ D $= +\frac{8}{3}$ D = 2.66D

Ex.2 एक माओपिआ से ग्रस्त व्यक्ति को दूर बिन्दू 80 cm पर आँख के सामने हैं। उसे बहुत दूर स्थित वस्तुओं को अलग-अलग देख सकने के लिए आवश्यक लैंस की प्रकृति एवं शक्ति क्या है ?

Sol. चूँकि व्यक्ति माओपिआ से ग्रस्त है, 80 cm = – 0.80 m फोकस दूरी का अवतल लैंस उपयोग में लिया जाना चाहिए।

$\therefore \quad P = \frac{1}{-0.80} = -1.25D$

Ex.3 माओपिया से ग्रस्त व्यक्ति का दूर बिन्दू आँख से 2 m पर है। दोष से मुक्त होने के लिए प्रयुक्त लैंस की फोकस दूरी व शक्ति ज्ञात कीजिए।

Sol. दूर बिन्दू 2 m पर है। इसलिए, एक 2 m फोकस दूरी का अवतल लैंस प्रयोग में लाना चाहिए ताकि अनन्त पर स्थित वस्तुओं को दूर बिन्दू पर फोकसित किया जा सके।

$\therefore$ संशोधन हेतु प्रयुक्त लैंस के लिए, f = –2 m

$\therefore$ शक्ति, $\quad P = \frac{1}{-2} = -0.5D$

Ex.4 एक वृद्ध व्यक्ति का निकट बिन्दु आँख से 50 cm पर हैं। संशोधन हेतु प्रयुक्त लैंस की फोकस दूरी व शक्ति की गणना करो।

Sol. व्यक्ति हाइपर मेट्रोपिआ से ग्रस्त है। उसका निकट बिन्दू 50 cm पर है इसलिए, उसकी दृष्टि को सही करने के लिए एक उत्तल लैंस का प्रयोग किया जाना चाहिए। दृष्टि दोष से मुक्ति में प्रयुक्त लैंस की फोकस दूरी की गणना के लिए,

$$\frac{1}{-25} - \frac{1}{-50} = \frac{1}{f}$$

या $$\frac{1}{f} = \frac{1}{50}$$

या $$f = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$$

$\therefore$ संशोधन में प्रयुक्त लैंस की शक्ति,

$$P = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.5} = +2D$$

➤ एक काँच के 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 विभिन्न अपवर्तनांकों के कारण होता है।

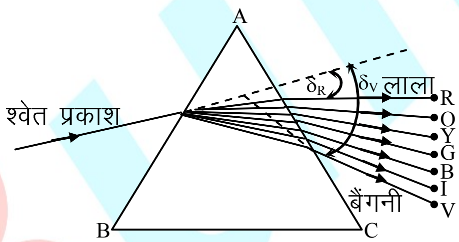
श्वेत प्रकाश सात रंग रखती है, जिनका नाम, बैंगनी, गहरा नीला, नीला, हरा, पीला, नारंगी और लाल (जिन्हें शब्द **VIBGYOR** से याद रखा जाता है) हवा में (मुख्यतः निर्वात में) सभी रंगों की प्रकाश तरंगें समान वेग रखती है (3×10^8 m/s).

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 तरंग के लिए एक माध्यम का अपवर्तनांक (μ) निम्न सम्बन्ध द्वारा दिया जाता है।

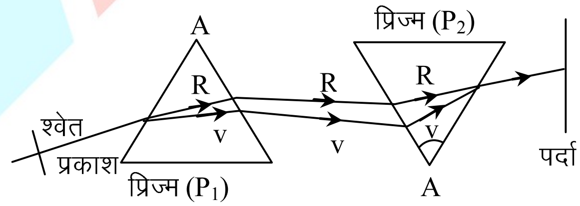
$$\mu = \frac{\text{हवा में प्रकाश का वेग (या निर्वात में)}}{\text{माध्यम में प्रकाश का वेग}} = \frac{c}{v}$$

चूंकि बैंगनी रंग की प्रकाश तरंग के लिए μ सर्वाधिक होता है, इसलिए यह सबसे अधिक मुड़ती है।



एक काँच के प्रिज्म द्वारा श्वेत प्रकाश का विक्षेपण

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।

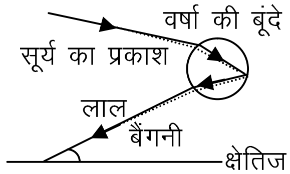


➤ प्रकृति में अपवर्तन

(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 हलकी (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।

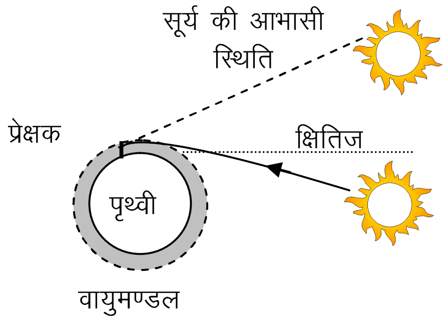
चूँकि तारे बहुत दूर हैं, अतः वे प्रकाश के बिंदु–स्रोत के सन्निकट हैं। क्योंकि, तारों से आने वाली प्रकाश किरणों का पथ थोड़ा–थोड़ा परिवर्तित होता रहता है, अतः तारे की आभासी स्थिति विचलित होती रहती है तथा आँखों में प्रवेश करने वाले तारों के प्रकाश की मात्रा झिलमिलाती रहती है, जिसके कारण कोई तारा कभी चमकीला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

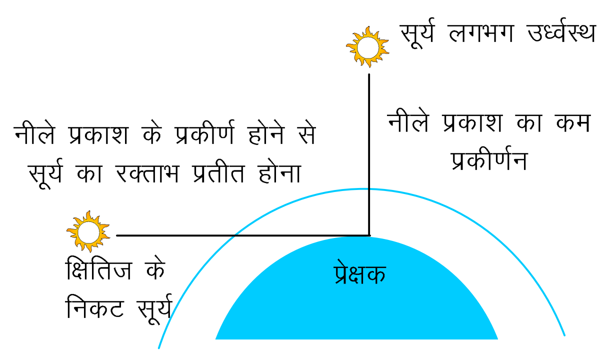
पृथ्वी का वायुमंडल सूक्ष्म कणों का एक विषमांगी मिश्रण है। इन कणों में धुआँ, जल की सूक्ष्म बूँदें, धूल के निलंबित कण तथा वायु के अणु सम्मिलत होते हैं। जब कोई प्रकाश किरण पुंज ऐसे महीन कणों से टकराता है तो उस किरण पुंज का मार्ग दिखाई देने लगता है। इन कणों से विसरित प्रकाश परावर्तित होकर हमारे पास तक पहुँचता 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।

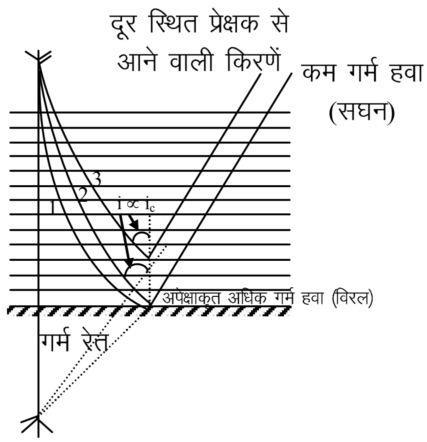
(c) सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य का रंग

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 देखा जाता है, जैसे ही यदि पानी में बनता है।



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

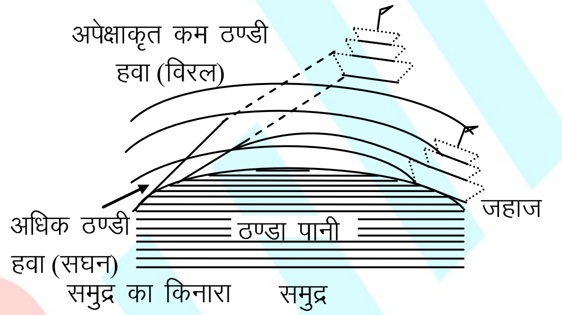
◆ **व्याख्या :** यह पूर्ण आंतरिक परावर्तन के कारण होता है। गर्मी की दोपहर में (रेगिस्तान में) रेत गर्म हो जाती है। इसके सम्पर्क में वायु गर्म हो जाती है व फिर हल्की हो जाती है। जैसे ही हम ऊपर जाते है वायु कम गर्म होती जाती है तथा फिर बहुत हल्की हो जाती है। वायु भिन्न प्रकाशीय घनत्व की परतों में विभक्त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

अदर्श्य 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।

◈ याद रखने योग्य महत्वपूर्ण बिन्दू

◆ **कॉर्निया (स्वच्छ मण्डल) :** एक पारदर्शी गोलीय झिल्ली जो आँख में प्रकाश को अपवर्तित करती है। कार्निया कहलाती है।

◆ **पारितारिका (Iris) :** एक गहरी पेशिय डायाफ्राम जो पुतली के आकार को नियंत्रित करता है। पारितारिका कहलाता है।

- **पुतली :** पारितारिका के केन्द्र में एक छोटा वृत्ताकार खुला भाग पुतली कहलाता है। पुतली काली दिखाई देती है क्योंकि इससे कोई प्रकाश परावर्तित नहीं होता है।
- **आँख का लैंस :** एक अभिसारी लैंस जो पारदर्शी जैली के समान प्रोटीन के पदार्थ से बना होता है तथा पुतली के पीछे होता है। आँख का लैंस कहलाता है।
- **रेटिना (दृष्टि पटल) :** आँख की गेंद के पिछले (वास्तविक) भाग के अंदर की सतह, जहाँ पर आँख में प्रवेश करने वाला प्रकाश फोकस होता है। रेटिना कहलाता है। रेटिना की सतह लगभग 125 मिलियन प्रकाश संवेदी ग्राहकों से बनी होती है। ये प्रकाश संवेदी ग्राहक रोड्स एवं कोन (शलाका एवं शंकु) कहलाते है। रोड्स प्रकाश की तीव्रता के प्रति संवेदी होते है। जबकि कोनस प्रकाश के रंग के प्रति संवेदी होते है।
- **वर्णाधता :** यह आँख का एक दोष है, जिसके कारण व्यक्ति निश्चित रंगों को विभेछित करने में असमर्थ होता है। वर्णाध्धता एक जेनेटिक बीमारी है।
- **निकट बिन्दु :** सर्वाधिक निकट स्थित बिन्दु जहाँ तक आँख स्पष्ट देख सकती है। उसका निकट बिन्दु कहलाता है।
- **दूर बिन्द :** सबसे दूर स्थित बिन्दू जहाँ तक एक आँख स्पष्ट देख सकती है। उसका दूर बिन्दु कहलाती है। एक सामान्य आँख के लिए, दूर बिन्दु अनन्त पर होता है।
- **स्पष्ट (अलग-अलग) देखने की न्यूनतम दूरी :** वह न्यूनतम दूरी जहाँ तक एक आँख स्पष्ट देख सकती है। स्पष्ट देखने की न्यूनतम दूरी कहलाती है।

  एक बालिग व्यक्ति की सामान्य आँख के लिए स्पष्ट देखने की न्यूनतम दूरी 25 cm है।
- **आँख की समंजन क्षमता :** आँख का वह गुण जिसके कारण आँख का लैंस उसकी फोकस दूरी परिवर्तित करने में समर्थ होता है। आँख की समंजन क्षमता कहलाता है। जब आँख किसी दूर स्थित वस्तु पर फोकसित की जाती है, सिलीपरी पेशी सर्वाधिक तनी हुई होती है।
- **मायोपिआ (निकट दृष्टि दोष) :** आँख में वह दोष जिसके कारण आँख दूर की वस्तुओं को स्पष्ट देखने में समर्थ नहीं होती है यद्यपि वह पास की वस्तुओं को स्पष्ट देख सकती है। इसे माओपिआ या निकट दृष्टि दोष कहते है।

  मायोपिआ आँख की फोकस दूरी में कमी के कारण होता है। इसे उचित फोकस दूरी के अवतल लैंस के चश्में का प्रयोग करके सही किया जा सकता है।
- **हाइपर मेट्रोपिआ (दूर दृष्टि दोष) :** आँख का वह दोष जिसके कारण आँख निकट की वस्तुओं को स्पष्ट देखने में समर्थ नहीं होती है, यद्यपि यह दूर स्थित वस्तुओं को स्पष्ट देख सकती है। इस दोष को हाइपर मेट्रोपिआ या दूर दृष्टि दोष कहते हैं। हाइपरमेट्रोपिआ (दूर दृष्टि दोष) आँख के लैंस की फोकस दूरी में वृद्धि के कारण होता है। इसे उचित फोकस दूरी के उत्तल लैंस से बने चश्में का प्रयोग करके सही किया जा सकता है।
- **एस्टिगमेटिज्म (दृष्टि वैषम्य) :** आँख का वह दोष जिसके कारण प्रकाश की किरणें एक वस्तु के क्षैतिज एवं ऊर्ध्वाधर तल से आने वाला प्रकाश समान बिन्दु पर फोकसित नहीं होता है। एस्टिग्मेटिज्म (दृष्टि वैषम्य) कहते हैं। ऐस्टिगमेटिज्म तब होता है जब कोरेना या आँख का लैंस या दोनों पूर्णतया गोलाकार नहीं हो। इसे बेलनाकार लैंसों का प्रयोग करके सही किया जा सकता है।
- **श्वेत प्रकाश का विक्षेपण :** श्वेत प्रकाश का इसके सात अवयवी रंगों में विभक्त होने का प्रक्रम, श्वेत प्रकाश का विक्षेपण कहलाता है। सात रंगों की पट्टी दृश्य प्रकाश का स्पेक्ट्रम कहलाती है।

  वर्षा के बाद हवा में झूल रही छोटी बूदों से श्वेत प्रकाश के विक्षेपण के कारण इंद्रधनुष दिखाई देता है।
- **इन्द्रधनुष :** वर्षा के बाद, हवा में झूलती हुई छोटी बारिश की बूंदों के द्वारा श्वेत प्रकाश के विक्षेपण के

कारण उत्पन्न सात रंगों की पट्टी इंद्रधनुष कहलाती है।

- **वायुमण्डलीय अपवर्तन :** हमारे वायुमण्डल का प्रकाशीय घनत्व ऊँचाई के साथ घटता जाता है। इस प्रकार एक प्रकाश किरण, जो वायुमण्डल की किसी परत में प्रवेश करती है, अपवर्तित होती है क्योंकि वह दूसरी परतों से होती हुई आती है। यह वायुमण्डलीय अपवर्तन कहलाता है। वायुमण्डलीय अपवर्तन के कारण कोई रूचिकर प्राकृतिक घटनायें घटित होती है।

- **प्रकाश का प्रकीर्णन :** पृथ्वी का वायुमण्डल गैसों, और कई प्रकार के पदार्थों के कणों से बना होता है। जब इन कणों पर प्रकाश गिरता है, यह सभी दिशाओं में प्रकीर्णित होता है। छोटे कण नीले प्रकाश को लाल प्रकाश की अपेक्षा अधिकता से प्रकीर्णित करते हैं।
बड़े कण तरंगदैर्ध्य के प्रकाश को प्रकीर्णित करते हैं, जैसे कि लाल/नारंगी। बहुत अधिक बड़े कण, प्रकीर्णित प्रकाश श्वेत प्रतीत होता है।