

Light = प्रकाश

प्रकाश (light) ऊर्जा का एक रूप है जो हमें देखने में सहायता करता है। जब किसी वस्तु पर प्रकाश डाला जाता है या टकराता है तो यह प्रकाश परावर्तित होकर हमारी आँखा तक पहुँचता है जिससे वस्तु दिखाई देती है। हम प्रकाश को रूपान्तरित माध्यम में ही देख सकते हैं। **निर्वात में प्रकाश की चाल $3 \times 10^8 \text{ m/s}$** होती है। यह विज्ञान की वह शाखा है जिसमें प्रकाश तथा इसके गुणों प्रकृति आदि का अध्ययन किया जाता है।

प्रकाश के गुण (Properties of Light)

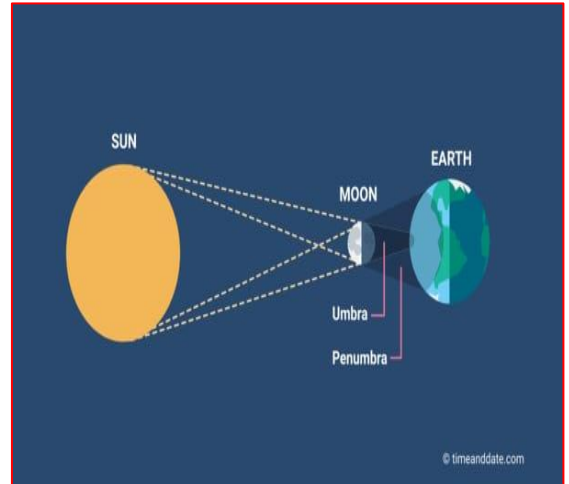
- (1) प्रकाश सीधी रेखा में चलता है।
- (2) निर्वात में प्रकाश की चाल $3 \times 10^8 \text{ मी. / से.}$ होती है तथा भिन्न-भिन्न माध्यमों में प्रकाश की चाल भिन्न-भिन्न होती है।
- (3) जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाता है, तो प्रकाश की चाल तथा तरंगदैर्घ्य में परिवर्तन होता है, परंतु इसकी आवृत्ति नहीं बदलती है।
- (4) प्रकाश की दिशा में एक सीधी रेखा का फैलाव प्रकाश की किरण कहलाती है।
- (5) आसन्न किरणों के बंडल को प्रकाश की किरण कहते हैं

ग्रहण (Eclipse)

यह सूर्य के प्रकाश के कारण होने वाली एक प्राकृतिक घटना है। यह दो प्रकार का होता है।

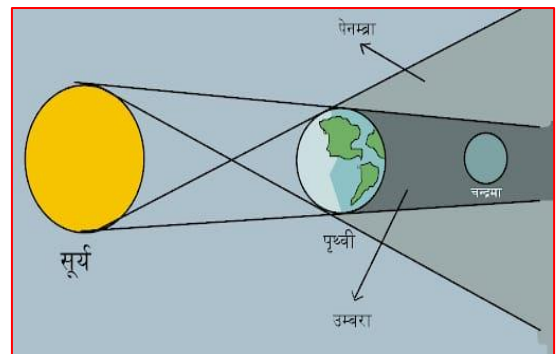
सूर्यग्रहण (Solar Eclipse)

अपनी कक्षा में परिभ्रमण करते समय जब चन्द्रमा पृथ्वी एवं सूर्य के बीच आ जाता है, तो सूर्य का कुछ अंश चन्द्रमा से ढक जाने के कारण पृथ्वी से दिखाई नहीं पड़ता है। इसी स्थिति का सूर्यग्रहण कहते हैं। जब सूर्य का एक भाग मात्र चन्द्रमा की ओट में छिप जाता है तो इसे आंशिक सूर्यग्रहण (partial solar eclipse) कहते हैं, परन्तु जब चन्द्रमा, सूर्य से पूर्णतः ढक जाता है, तो इसे पूर्ण सूर्यग्रहण (total solar eclipse) कहते हैं। यह अमावस्या के दिन होता है।



चन्द्रग्रहण (Lunar Eclipse)

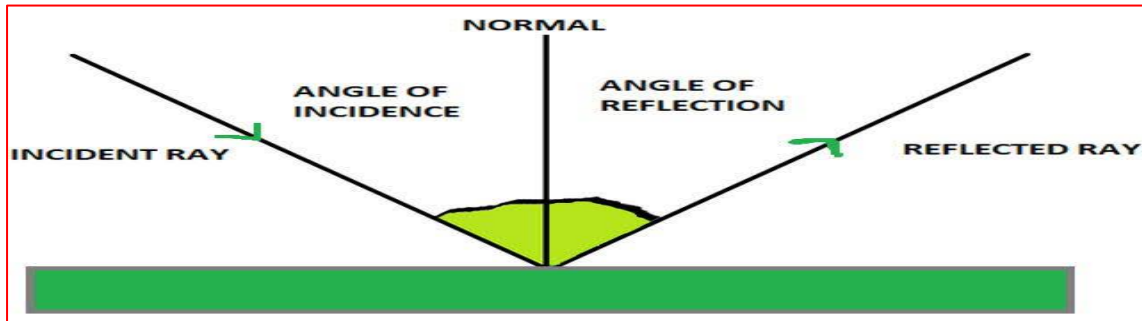
जब पृथ्वी, सूर्य एवं चन्द्रमा के बीच आ जाती है तो सूर्य का प्रकाश चन्द्रमा पर नहीं पड़ता है और इस स्थिति में चन्द्रमा पृथ्वी से दिखाई नहीं पड़ता है। इस स्थिति को चन्द्रग्रहण कहते हैं। यदि चन्द्रमा पृथ्वी के प्रच्छाया वाले भाग पर पड़ जाता है, तो वह पूर्णतः ढक जाता है, जिसे पूर्ण चन्द्रग्रहण कहते हैं जब वह पृथ्वी के उपच्छाया वाले भाग में पड़ता है तो वह अंशतः ही ढक पाता है। इस स्थिति को आंशिक चन्द्रग्रहण कहते हैं। यह पूर्णिमा के दिन होता है।



पृथ्वी का कक्ष तल चन्द्रमा के अक्षीय अक्ष के साथ 5° से 7° का कोण बनाता है इसलिए हर महीने ग्रहण नहीं दिखाई देता है।

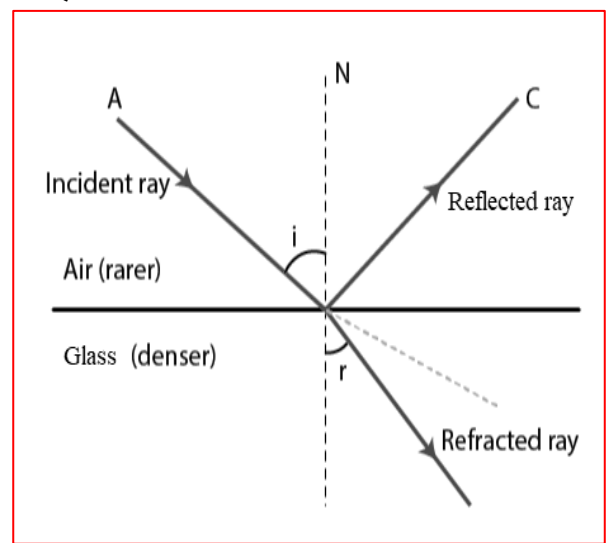
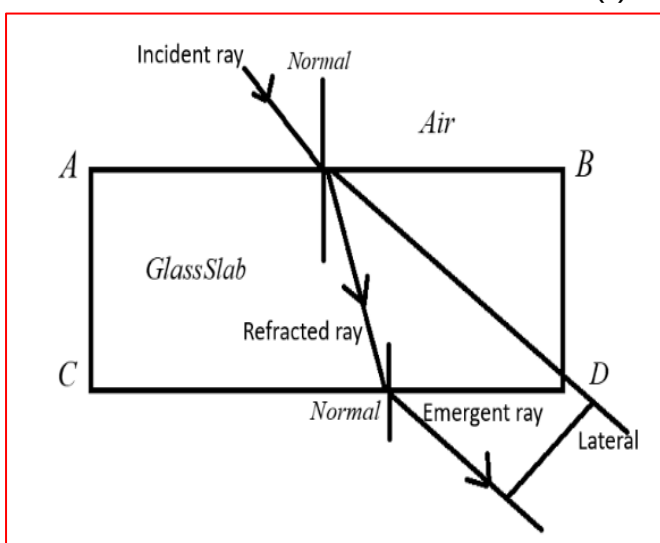
प्रकाश का परावर्तन (Reflection of Light)

प्रकाश के किसी वस्तु की सतह से टकराकर लौटने की घटना प्रकाश का परावर्तन कहलाता है। तथा **समतल दर्पण** प्रकाश का एक अच्छा परावर्तक होता है।



प्रकाश का अपवर्तन (Refraction of Light)

- ❖ जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती है तो दोनों माध्यमों को अलग करने वाले तल पर प्रकाश की किरण अपने मार्ग से विचलित हो जाती है। इस घटना को प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं।
- ❖ जब प्रकाश की किरण **विरल माध्यम से सघन माध्यम** में जाती है तो यह **अभिलम्ब की ओर झुक जाती है** तथा जब प्रकाश की किरण **सघन माध्यम से विरल माध्यम** में जाती है तो यह **अभिलम्ब से दूर हट जाती है**। यदि प्रकाश की किरण दोनों माध्यमों को अलग करने वाले तल पर लम्बवत् आपतित होती है तो वह अपने मार्ग से विचलित नहीं होती। प्रथम माध्यम में चलने वाली किरण **आपतित किरण** तथा दूसरे माध्यम में जाने पर यही किरण, **अपवर्तित किरण** कहलाती है। आपतित किरण और अभिलम्ब के बीच बना कोण आपतन कोण (i) कहलाता है तथा अपवर्तित किरण और अभिलम्ब के बीच का कोण अपवर्तन कोण (r) कहलाता है।



वह माध्यम जिसमें प्रकाश का वेग **अधिकतम** होता है प्रकाशीय **विरल माध्यम** (optical rarer medium) तथा जिसमें प्रकाश का वेग **न्यूनतम** होता है, प्रकाशीय **सघन माध्यम** (**optical denser medium**) कहलाता है।

Note

- ❖ पानी में पड़ी हुई कोई लकड़ी या पेंसिल बाहर से देखने पर तिरछी दिखाई देती है, क्योंकि प्रकाश के अपवर्तन के कारण पेंसिल के पानी डूबे भाग से आपके पास पहुँचने वाला प्रकाश पेंसिल के पानी से बाहर के भाग की तुलना में भिन्न दिशा से आता हुआ प्रतीत होता है। इसी कारण पेंसिल मुड़ी हुई प्रतीत होती है।
- ❖ पानी युक्त बर्तन की पैदी ऊपर से देखने पर प्रकाश के अपवर्तन के कारण कुछ उठी हुई प्रतीत होती है।
- ❖ जब अक्षरों के ऊपर काँच का स्लैब रखकर देखते हैं तो प्रकाश के अपवर्तन के कारण वे उठे हुए प्रतीत होते हैं।
- ❖ पानी से भरे किसी काँच के बर्तन में रखे नीबू पार्श्व (side) से देखने पर अपवर्तन के कारण अपने वास्तविक आकार से बड़े प्रतीत होते हैं।
- ❖ सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य वायुमण्डलीय अपवर्तन के कारण चपटा दिखाई देता है।

वायुमण्डलीय अपवर्तन पर आधारित कुछ घटनाएँ

- 1. तारों का टिमटिमाना (Twinkling of Stars)** तारा के प्रकाश के वायुमण्डलीय अपवर्तन के कारण ही तारे टिमटिमाते प्रतीत होते हैं, क्योंकि पृथ्वी के वायुमण्डल में प्रवेश करने के पश्चात् पृथ्वी के पृष्ठ पर पहुँचने तक तारे का प्रकाश निरन्तर अपवर्तित होता जाता है। चूँकि तारे बहुत दूर हैं। अतः प्रकाश के बिन्दु स्रोत के सन्निकट है क्योंकि तारा 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 धुंधला जोकि टिमटिमाहट का प्रभाव है।
- 2. तारे की आभासी स्थिति उसकी वास्तविक स्थिति से भिन्न होती है** (The Stars Seem Higher than They Actually are) तारे की यह आभासी स्थिति भी स्थायी न होकर धीरे-धीरे बोड़ी बदलती भी रहती है क्योंकि पृथ्वी के वायुमण्डल की भौतिक अवस्थाएँ स्थायी नहीं होती हैं। वायुमण्डलीय अपवर्तन उसी माध्यम से होता है जिसका क्रमिक परिवर्ती अपवर्तनांक हो क्योंकि वायुमण्डल तारे के प्रकाश को अभिलम्ब की ओर झुका देता है। अतः तारे की आभासी स्थिति उसकी वास्तविक स्थिति से कुछ भिन्न प्रतीत होती है। क्षितिज के निकट देखने पर कोई तारा अपनी वास्तविक स्थिति से कुछ ऊँचाई पर प्रतीत होता है।
- 3. अग्रिम सूर्योदय तथा विलंबित सूर्यास्त** (Advance Sunrise and Delayed Sunset) वायुमण्डलीय अपवर्तन के कारण सूर्य हमें वास्तविक सूर्योदय से लगभग दो मिनट पूर्व दिखाई देने लगता है तथा वास्तविक सूर्यास्त के लगभग दो मिनट पश्चात् तक दिखाई देता रहता है। वास्तविक सूर्योदय से अर्थ है कि सूर्य वास्तव में क्षितिज को पार करता है। वास्तविक सूर्यास्त तथा आभासी सूर्यास्त के बीच समय का अन्तर लगभग दो मिनट है। इसी परिघटना के कारण ही सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य की चक्रिका चपटी प्रतीत होती है।

प्रकाश का प्रकीर्णन (Scattering of Light)

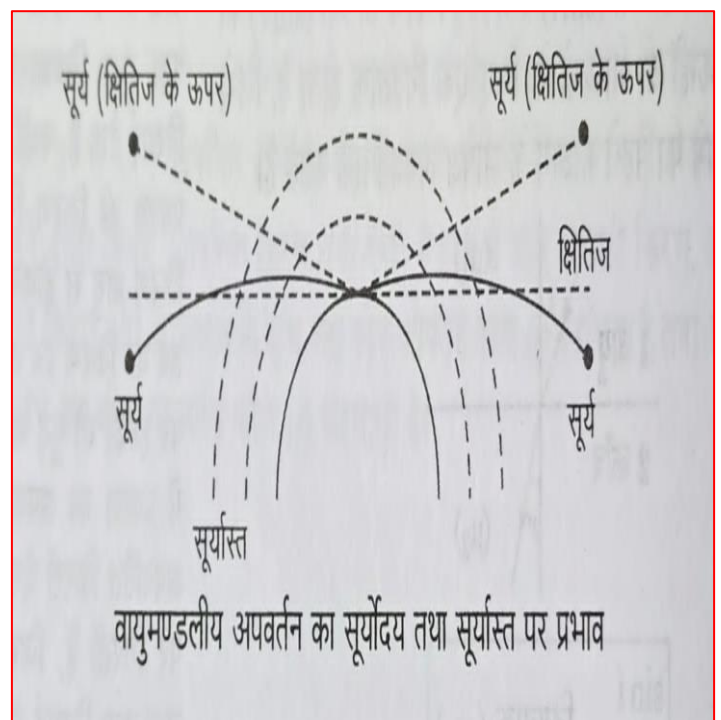
- ❖ जब प्रकाश किसी ऐसे माध्य से होकर गुजरता है, जिसमें कुछ कण उपस्थित हो, जिनका आकार प्रकाश की तरंगदैर्घ्य की कोटि का हो जब प्रकाश उनसे टकराकर भिन्न-भिन्न दिशाओं में विचलित हो जाता है। यह घटना प्रकाश का प्रकीर्णन कहलाती है।
- ❖ लॉर्ड रैले के अनुसार, "किसी रंग का प्रकीर्णन उसकी तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करता है तथा जिस रंग की तरंगदैर्घ्य कम होती है उसका प्रकीर्णन ज्यादा होता है और जिसकी तरंगदैर्घ्य ज्यादा होती है, उसका प्रकीर्णन कम होता है।
- ❖ बैंगनी रंग के प्रकाश का प्रकीर्णन सबसे अधिक व लाल रंग के प्रकाश का प्रकीर्णन सबसे कम होता है।
- ❖ नीले रंग के प्रकाश का प्रकीर्णन लाल रंग के प्रकाश की अपेक्षा 10 गुना होता है।

स्वच्छ आकाश का रंग नीला क्यों होता है? (Why is the Color of the Sky Blue?)

दिन के समय आकाश नीला दिखाई देता है। इसका कारण यह है कि वायुमण्डल में वायु के अणु तथा अन्य सूक्ष्म कणों का साइज दृश्य प्रकाश की तरंगदैर्घ्य के प्रकाश की अपेक्षा नीचे वर्ण की ओर के कम तरंगदैर्घ्य के प्रकाश को प्रकीर्णित करने में अधिक प्रभावी होता है। **लाल वर्ण के प्रकाश की तरंगदैर्घ्य नीले प्रकाश की अपेक्षा लगभग 1.8 गुनी होती है।** अतः जब सूर्य का प्रकाश वायुमण्डल से गुजरता है, वायु के सूक्ष्म कण लाल रंग की अपेक्षा नीले रंग (छोटी तरंगदैर्घ्य) को अधिक प्रबलता से प्रकीर्ण करते हैं। प्रकीर्णित हुआ नीला प्रकाश हमारे नेत्रों में प्रवेश करता है। यदि पृथ्वी पर वायुमण्डल 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।

सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य का रंग (Color of the Sun at Sunrise and Sunset)

सूर्योदय तथा सूर्यास्त के समय सूर्य तथा उसके आसपास का आकाश रक्ताभ (appears red) दिखाई देता है, क्योंकि क्षितिज के समीप स्थित सूर्य से आने वाला प्रकाश हमारे नेत्रों तक पहुँचने से पहले पृथ्वी के वायुमण्डल में वायु की मोटी परतों से होकर गुजरता है। जब सूर्य सिर से ठीक ऊपर (ऊर्ध्वस्थ) हो तो सूर्य से आने वाला प्रकाश, अपेक्षाकृत कम दूरी चलेगा। दोपहर के समय सूर्य श्वेत प्रतीत होता है, क्योंकि नीले तथा बैंगनी वर्ण का बहुत थोड़ा भाग ही प्रकीर्ण हो पाता है। क्षितिज के समीप नीले तथा कम तरंगदैर्घ्य के प्रकाश का अधिकांश भाग कणों द्वारा प्रकीर्ण हो जाता है। इसीलिए, हमारे नेत्रों तक पहुँचने वाला प्रकाश अधिक तरंगदैर्घ्य का होता है। इससे सूर्योदय या सूर्यास्त के समय सूर्य रक्ताभ प्रतीत होता है।



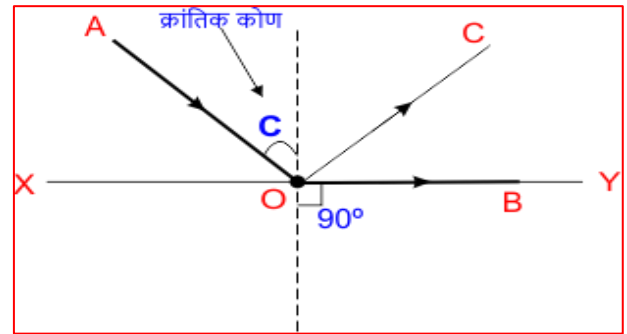
- ✓ यदि पृथ्वी पर वायुमण्डल न हो तो प्रकीर्णन नहीं होगा और आकाश **काला** दिखाई देगा।
- ✓ **खतरे** के सिग्नल (संकेतों) के लिए **लाल** रंग का प्रयोग किया जाता है, क्योंकि लाल रंग के प्रकाश के लिए प्रकीर्णन सबसे कम होता है जिससे यह दूर तक स्पष्ट दिखाई देता है।
- ✓ चन्द्रमा पर वायुमण्डल नहीं होने के कारण वहाँ पर प्रकाश का प्रकीर्णन नहीं होता है, जिससे अन्तरिक्ष यात्री को चन्द्रमा से आकाश काला दिखाई देता है।

पूर्ण आंतरिक परावर्तन (total internal reflection)

यदि प्रकाश की कोई किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में जा रही हो तथा आपतन कोण का मान कान्तिक कोण से अधिक हो तो ऐसी स्थिति में प्रकाश की किरण दूसरे माध्यम में जाकर पुनः पूर्व माध्यम में ही लौट आती है। यह घटना प्रकाश का पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहलाती है।

पूर्ण आरिक् परावर्तन के लिए निम्न दो प्रतिबंध आवश्यक होते हैं

1. प्रकाश सघन माध्यम से विरल माध्यम की ओर चलता है
2. सघन माध्यम में आपतन कोण का मान कान्तिक कोण से बड़ा होता है।



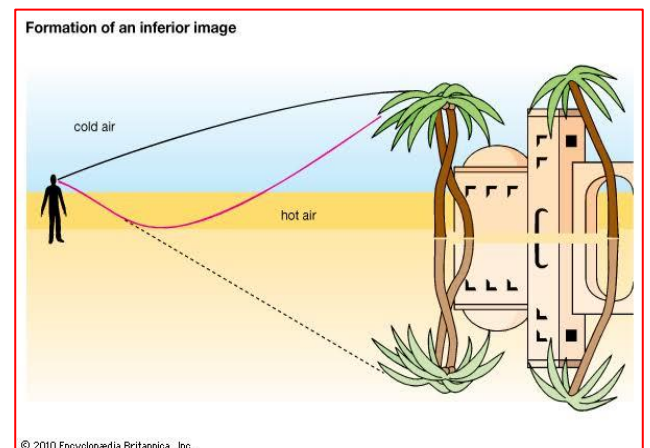
पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के प्रायोगात्मक अनुप्रयोग

1 प्रकाशिक तन्तु (Optical Fiber)

प्रकाशिक तन्तु पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के सिद्धान्त पर आधारित युक्ति है। प्रकाशिक तन्तु एक ऐसी युक्ति है जो दिना संकेतों के हॉस के उन्हें एक स्थान से दूसरे स्थान तक भेजने के लिए प्रयुक्त की जाती है। इसके द्वारा सिग्नल को तीव्रता में बिना क्षय हुए एक स्थान से दूसरे स्थान तक स्थानान्तरित किया जा सकता है। प्रकाशिक तन्तु कार्टज काँच के बहुत लम्बे तथा पतले हजारों रेशो से मिलकर बना होता है। प्रत्येक की मोटाई लगभग 10^{-4} सेमी होती है। जब प्रकाश किरण तन्तु के एक सिरे पर अल्प कोण बनाती हुई आपतित होती है तो यह इसके अन्दर अपवर्तित से जाती है तथा तन्तु के अन्दर यह किरण बार-बार पूर्ण आन्तरिक परावर्तित होती हुई तन्तु के दूसरे सिरे से बाहर निकल जाता है। यदि तन्तु को मोड़ भी दिया जाए तब भी प्रकाश किरण सुगमतापूर्वक दूसरे सिरे से बाहर निकल जाती है।

2. रेगिस्तान की मरीचिका (Mirage)

रेगिस्तान में गर्मी के दिनों में कुछ दूरी पर पानी के होने का भ्रम होता है जबकि वहाँ दूर-दूर तक पानी नहीं होता है यह प्रकाशीय भ्रम मरीचिका कहलाता है। इसका कारण है कि रेगिस्तान में रेल के निकट वायु की परतें गर्म एवं विरल होती है जो ऊँचाई के साथ कम गर्म एवं सघन होती है। जब प्रकाश किसी पेड़-पक्षी आदि से परावर्तित होकर धरातल की ओर आता है तो विभिन्न परतों पर अपवर्तित होकर अभिलम्ब से दूर विचलित होता है।



जब इसका आपतन कोण, कान्तिक कोण से बड़ा हो जाता है तो यह पूर्ण आन्तरिक परावर्तित होकर अभिलम्ब की ओर झुकते हुए प्रेक्षक तक पहुँचता है, अतः प्रेक्षक को पेड़ पक्षी आदि का उल्टा प्रतिबिम्ब दिखाई देता है, जिस कारण वहाँ पानी के होने का भ्रम हो जाता है।

3. हीरा (Diamond)

हीरे से वायु में आने वाली किरण के लिए कान्तिक कोण बहुत ही कम (24°) होता है। अतः जब बाहर का प्रकाश किसी कटे हुए हीरे में प्रवेश करता है तो वह उसके भीतर विभिन्न तलों पर बार बार पूर्ण परावर्तित होता रहता है। जब किसी तल पर आपतन कोण 24° से कम हो जाता है, तब ही प्रकाश हीरे से बाहर आ पाता है। इस प्रकार हीरे में सभी दिशाओं से प्रवेश करने वाला प्रकाश केवल कुछ ही दिशाओं में हीरे से बाहर निकलता है। अतः इन दिशाओं से देखने पर हीरा अत्यन्त चमकदार दिखाई देता है।

प्रकाश का विवर्तन (Diffraction of Light)

जब प्रकाश तरंगें छोटे छिद्र (aperture) या अवरोध के तीक्ष्ण किनारों पर पड़ती हैं तो प्रकाश ऋजुरेखीय पथ से विचलित हो जाता है अर्थात् किनारों पर आशिक रूप से मुंड जाता है। इस प्रकार प्रकाश का किनारों से मुंडना प्रकाश का विवर्तन कहलाता है। सुप्रेक्ष्य विवर्तन (appreciable diffraction) होने के लिए विवर्तक वस्तु (diffracting body) का आकार तथा तरंग की तरंगदैर्घ्य समान कोटि के होने चाहिए।

प्रकाश की तरंगदैर्घ्य बहुत छोटी होने के कारण सामान्यतः प्रकाश तरंगों में विवर्तन नहीं होता है तथा अवरोध का आकार प्रकाश की तरंगदैर्घ्य की तुलना में बड़ा होने के कारण विवर्तन उपेक्षणीय होता है जबकि ध्वनि तरंगों की तरंगदैर्घ्य अधिक होने के कारण दैनिक जीवन में ध्वनि तरंगों का विवर्तन सरलता से हो जाता है। विवर्तन प्रतिरूप में सभी फ्रिंजों की चौड़ाई समान नहीं होती है।

उदाहरण सूर्य को रेशम के पतले कपड़े में देखने पर उसमें रंगीन धारियाँ दिखाई देती हैं तथा दूर स्थित प्रकाश स्रोत के पथ से सिक्का रखने पर बीच में सफेद धब्बा बन जाता है।

प्रकाश के विवर्तन के गुण

- (1) उच्च गुणवत्ता के सूक्ष्मदर्शी में विवर्तन के कारण आकृति धुंधली दिखाई देती है।
- (2) इसका उपयोग विवर्तन जाली में किया जाता है जिसके द्वारा प्रकाश के रंगों को अलग किया जाता है।

इन्द्रधनुष (Rainbow)

- Refraction of light
- Dispersion of light
- Internal reflection

इन्द्रधनुष वर्षा के पश्चात् आकाश में जल के सूक्ष्म कणों में दिखाई देने वाला प्राकृतिक स्पेक्ट्रम है। यह वायुमण्डल में उपस्थित जल की सूक्ष्म बूँदों द्वारा सूर्य के प्रकाश के परिक्षेपण के कारण प्राप्त होता है। इन्द्रधनुष सदैव सूर्य के विपरीत दिशा में बनता है। जबकी सूक्ष्म बूँद छोटे प्रिज्मों की भाँति कार्य करती हैं। सूर्य के आपतित प्रकाश को ये बूँद अपवर्तित तथा विक्षेपित करती हैं तत्पश्चात् इसे आन्तरिक परावर्तित करती हैं। अन्ततः जल की बूँद से बाहर निकलते समय प्रकाश को पुनः अपवर्तित करती हैं। प्रकाश के परिक्षेपण तथा आन्तरिक परावर्तन के कारण विभिन्न वर्ण प्रेक्षक के नेत्रों तक पहुँचते हैं।

Wave: तरंग

- ❖ तरंग किसी माध्यम में उत्पन्न एक प्रकार विक्षोभ (disturbance) है जो बिना अपना स्वरूप बदले तथा कण की वास्तविक गति के किसी विशेष माध्यम में एक विश्रित वेग से आगे बढ़ता है।
- ❖ किसी माध्यम में या निर्वात में एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ऊर्जा का स्थानांतरण करने वाले विक्षोभों को तरंग कहते हैं।
- ❖ माध्यम या निर्वात में तरंग गति के कारण ऊर्जा, दाब, आदि का स्थानान्तरण एक स्थान से दूसरे स्थान तक किया जाता है।
- ❖ ये दो प्रकार की होती है

1-Mechanical Wave

2-Electromagnetic Wave

1- Mechanical wave: "यांत्रिक तरंगे"

वे तरंगे जिन्हें संचरण के लिए किसी न किसी भौतिक माध्यम की आवश्यकता होती है। यांत्रिक तरंगे कहलाती हैं। यांत्रिक तरंगों के संचरण का माध्यम ठोस, द्रव या गैस कुछ भी हो सकता है। यांत्रिक तरंगों का संचरण माध्यम के दो गुणों पर निर्भर करता है :

◆ **Elasticity of medium** = माध्यम की प्रत्यास्थता

◆ **Inertia of medium** = माध्यम का जड़त्व

यांत्रिक तरंगे दो प्रकार की होती हैं-

(A) Transverse wave = अनुप्रस्थ तरंगे

(B) Longitudinal wave = अनुदैर्घ्य तरंगे

(A) Transverse Wave: - अनुप्रस्थ तरंगे

जब किसी तरंग में माध्यम के कण तरंग के चलने की दिशा के लम्बवत कम्पन करते हैं तो उत्पन्न तरंग अनुप्रस्थ कहलाती है। ये तरंगे केवल उन ठोस तथा द्रवों की सतह पर ही उत्पन्न की जा सकती हैं जिनमें दृढ़ता होती है। ये गैसों में उत्पन्न नहीं की जा सकती हैं।

Ex- जल तरंगे, भूकंपी तरंगे, डोरी में उत्पन्न तरंगे।

प्रकाश एक अनुप्रस्थ तरंग है परन्तु यांत्रिक तरंग नहीं है।

(B) Longitudinal wave = अनुदैर्घ्य तरंगे

जब किसी तरंग में माध्यम के कण तरंग के चलने की दिशा में ही कम्पन करते हैं तो उत्पन्न तरंग अनुदैर्घ्य तरंग कहलाती है। इस प्रकार की तरंगे ठोस, द्रव, गैस तीनों ही माध्यमों में उत्पन्न होती हैं। वायु में ध्वनि इन्हीं तरंगों द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान तक जाती है। ये तरंगे माध्यम के कणों द्वारा सम्पीडन (compression) एवं विरलनों (Rarefaction) के फलस्वरूप संचरित होती हैं।

Ex- वायु में ध्वनि तरंगें, spring की तरंगे, भूकंपीय तरंगे

◆ जब एक longitudinal wave वायु से गुजरती है तो वायु का घनत्व लगातार बदलता रहता है।

◆ स्टील में longitudinal और Transverse दोनों हो सकती हैं।

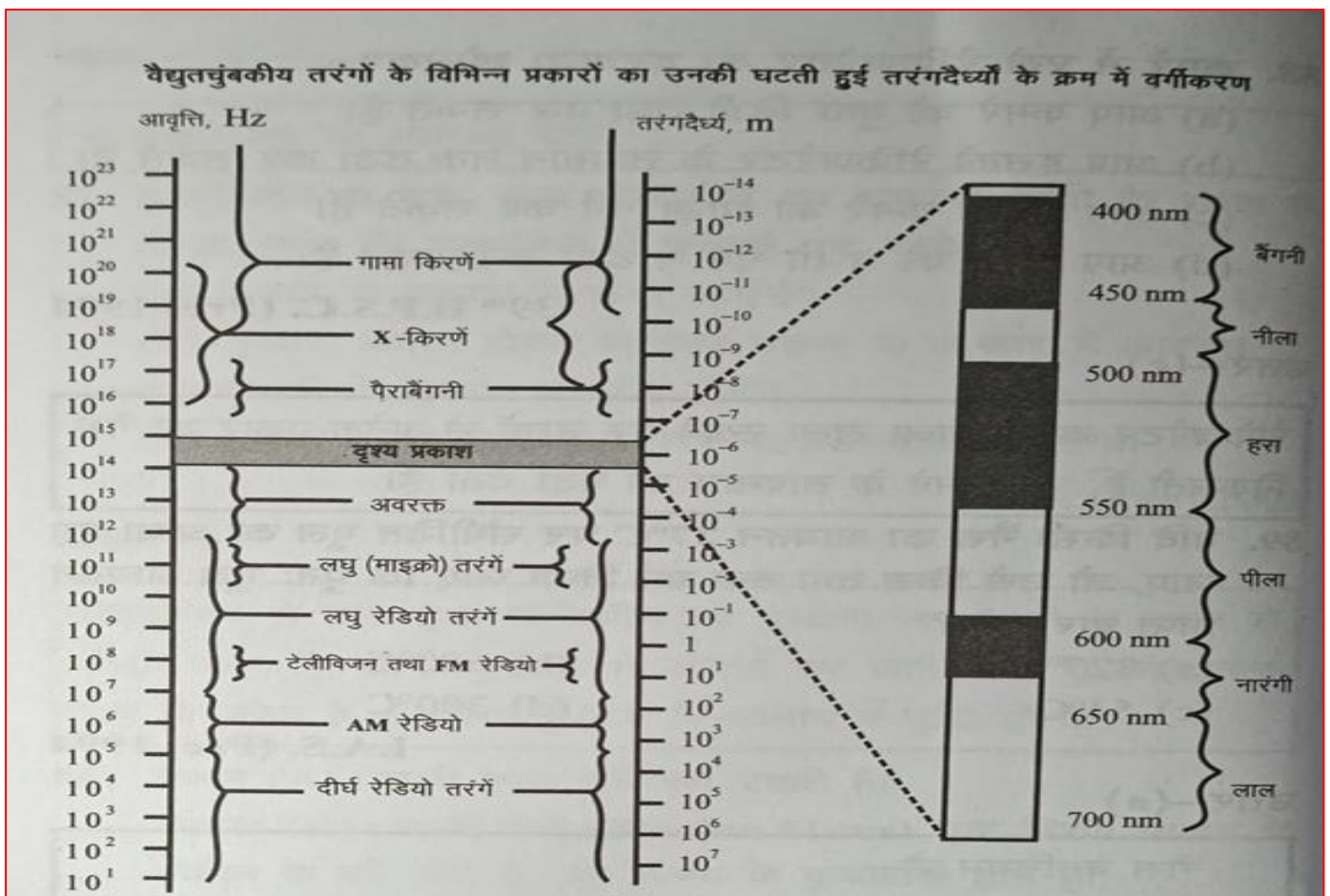
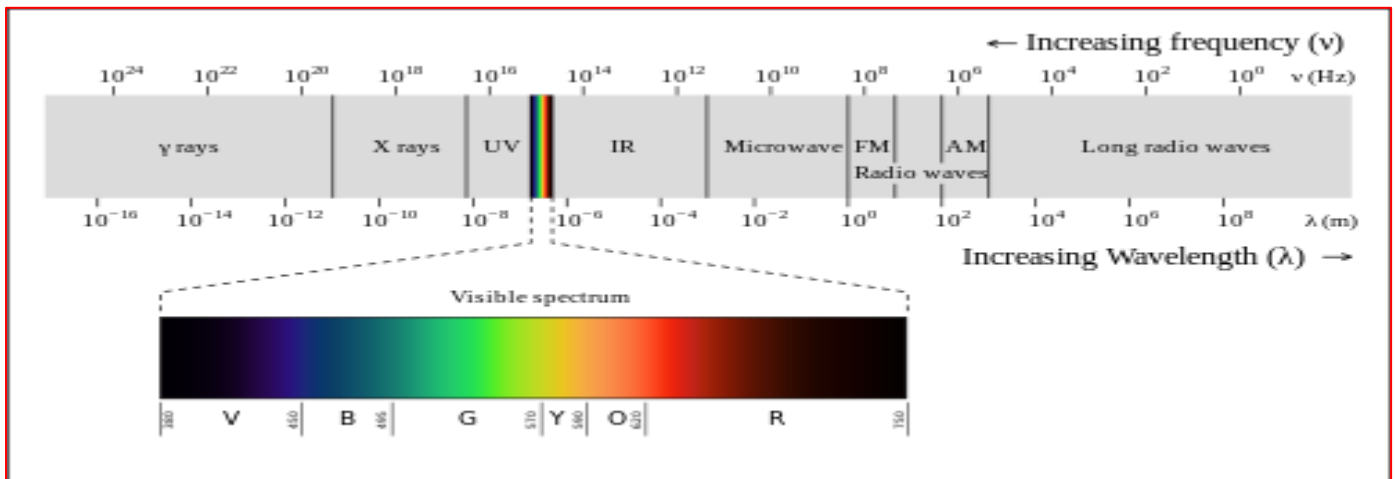
◆ वायु एवं जल में केवल longitudinal होती है।

Electromagnetic wave or Spectrum

वे तरंग जिन्हे संचरण के लिए भौतिक माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है तथा जो निर्वात में भी संचरण कर सकती है, उन्हें विद्युत चुम्बकीय तरंगे कहते है।

जैसे- x-ray, light rays, radio wave, heat wave।

- ◆ speed- 3×10^8 m/s
- ◆ Range- 10^7 से 10^{-14} m या ज्यादा होती है।
- ◆ तरंगों का तरंगदैर्घ्य या आवृति के क्रम में वर्गीकृत electromagnetic spectrum कहलाता है।



Sound wave "ध्वनि तरंगे"

- ✓ ध्वनि एक प्रकार की ऊर्जा है, जिसके कानों पर पडने से सुनने की संवेदना उत्पन्न होती है।
- ✓ सामान्यतः वायु के माध्यम में अनुदैर्घ्य (Longitudinal) तरंग कहलाती है।
- ✓ ध्वनि तरंगे निर्वात में नहीं चल सकती है।
- ✓ ध्वनि तब तक उत्पन्न नहीं हो सकती जब तक किसी वस्तु में कंपन (Vibration) न हो।
- ✓ ध्वनि का प्रत्येक स्त्रोत कंपन करती वस्तु ही होती है।
- ✓ वायु में ध्वनि की चाल 330m/s होता है।
- ✓ **ध्वनि की चाल ठोस में अधिकतम, द्रव में उससे कम और गैस में न्यूनतम होती है।**
- ✓ गर्म वायु में ध्वनि की चाल ठंडी वायु की अपेक्षा अधिक होती है।
- ✓ गर्मी के दिनों में, पृथ्वी पर केवल ध्वनि स्त्रोत के आस-पास ही ध्वनि सुनाई देती है, क्योंकि दिन के समय सूर्य की गर्मी के कारण पृथ्वी के समीप की वायु की परतों का ताप उपर की परतों के ताप की अपेक्षा अधिक होता है।
- ✓ रात्री या ठंड वाले दिनों में ध्वनि दूर तक अधिक स्पष्ट सुनाई देती है क्योंकि रात्री या ठंडे दिनों में पृथ्वी की सतह ठंडी होती है जिसके कारण उसके समीप की वायु परतों का घनत्व उपर वाली परतों के घनत्व की अपेक्षा अधिक होता है। **ध्वनि तरंगों का एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करने पर ध्वनि की चाल तथा तरंगदैर्घ्य परिवर्तन हो जाते हैं परन्तु आवृत्ति वहीं रहती है।**

Sonic Boom: - ध्वनि बूम

जब कोई वस्तु, वायु में ध्वनि की चाल से अधिक चाल से गतिमान होता है तो कहा जाता है कि वस्तु **पराध्वनिक (Super Sonic speed)** से चल रही है। जैसे लड़ाकू विमान, बंदूक से छोड़ी गोली, जेट यान ये **supersonic speed** से चलते हैं और तीक्ष्ण एवं प्रबल (sharp & Loud) ध्वनि उत्पन्न करते हैं जिसे sonic boom कहते हैं।

जब ध्वनि उत्पादक स्त्रोत ध्वनि की चाल से अधिक तेजी से गतिमान होते हैं तो वायु में प्रघाती तरंगे (shock wave) उत्पन्न करते हैं। जो conical disturbance (शंकवाकार बिक्षोप) छोड़ती है।

प्रधानी तरंगों में इतनी अधिक ऊर्जा रहती है कि मकान के खिड़की या दरवाजों में लगे कांच भिन्न-भिन्न हो जाते और कभी-2 तो इमारतें भी क्षतिग्रस्त हो जाती हैं। यही कारण है कि लड़ाकू वायुयान हवाई पट्टी के निकट रहने वाले व्यक्तियों के सुनने में कमी आ जाती है।

Mach Number ← मैक संख्या

किसी माध्यम में किसी वस्तु की चाल तथा ध्वनि की चाल के अनुपात को उस वस्तु की उस माध्यम में मैक संख्या कहते हैं जबकि माध्यम में ताप एवं दाब की स्थितिया नियंत्रित रहे।

1 Mach = speed of sound

- ◆ Subsonic Speed– ≤ 1 Mach
- ◆ Supersonic Speed– 1 to 5 Mach
- ◆ Hypersonic Speed– ≥ 5 Mach

Hearing Range

मनुष्य में ध्वनि की श्रव्यता का परिसर लगभग 20 Hz से 20000 Hz तक होता है। बच्चे 25000 Hz तक सुन सकते हैं। जैसे -2 व्यक्तियों की आयु बढ़ती है उनके कान उच्च आवृत्तियों के लिए कम सुग्राही होते जाते हैं।

☀ 20000 Hz से कम की **Infrasonic wave**.

☀ 20000 Hz से ज्यादा **Ultrasonic wave**.

Classification of Sound Wave –

1. Infrasonic– अपश्रव्य तरंगे
2. Sonic Wave– श्रव्य तरंगे
3. Ultrasonic Wave– पराश्रव्य तरंगे

अपश्रव्य तरंगे (Infrasonic Waves)

जिन अनुदैर्घ्य तरंगों (longitudinal)की आवृत्ति **20 हर्ट्ज से कम** होती है, अपश्रव्य तरंगें कहलाती हैं। जैसे- भूकम्प के समय पृथ्वी के कम्पन से उत्पन्न तरंगें ज्वालामुखी, भूस्खलन एवं उल्का पिण्डों से उत्पन्न तरंगें आदि। ये तरंगे मनुष्य को सुनाई नहीं देती। ये सांपों द्वारा सुनी जा सकती हैं।

श्रव्य तरंग (Sonic Waves)

जिन तरंगों को हमारा कान सुन सकता है, उन तरंगों को **श्रव्य तरंगें** कहा जाता है। इन तरंगों की आवृत्ति **20-20,000 हर्ट्ज** तक होती हैं। मनुष्यों और जानवरों, बाँसुरी, शहनाई, ढोल आदि द्वारा उत्पन्न ध्वनियाँ श्रव्य तरंगों के उदाहरण हैं।

पराश्रव्य तरंगें (Ultrasonic Waves)

वे अनुदैर्घ्य तरंगें जिनकी आवृत्ति **20000 हर्ट्ज से अधिक** होती पराश्रव्य तरंगें कहलाती हैं। 20,000 हर्ट्ज से अधिक आवृत्ति की तरंगों को मनुष्य नहीं सुन सकता है जबकि कुत्ते, बिल्ली, बंदर, डॉल्फिन, चमगादड़, इनको सुन सकते हैं। कुत्ते 50000Hz तथा चमगादड़ 120000 Hz सुन सकते हैं।

Use of Ultrasonic Wave

- ☀ मानव शरीर के आंतरिक अंगों का प्रतिबिम्ब प्राप्त करने में इसे Ultrasonography भी कहते हैं।
- ☀ पथरी(stone) को तोड़ने में।
- ☀ समुंद्र की गहराई ज्ञात करने में।
- ☀ पनडुब्बी तथा हिमखंडों आदि का पता लगाने में।
- ☀ SANAR (Sound Navigation and Ranging) इसका प्रयोग समुंद्र की गहराई तथा जल के भीतर डूबी पनडुब्बी का पता लगाने में किया जाता है।
- ☀ चमगादड़ द्वारा भोजन को खोजने में।
- ☀ जीन लोगो को कम सुनाई देता है उन्हें Hearing Aid नामक यंत्र दिया जाता है जिसमें Microphone speaker एवं Amplifier लगा होता है। माइक्रोफोन ध्वनि को विद्युत में, स्पीकर विद्युत को प्रवर्धित करता है जबकि एम्प्लीफायर विद्युत को पुनः ध्वनि में बदल देता है।

अपश्रव्य तरंगें (Infrasonic Waves)	पराश्रव्य तरंगें (Ultrasonic Waves)
<ul style="list-style-type: none"> अपश्रव्य तरंगों की आवृत्ति 20 हर्ट्ज से कम होती है। ये तरंगें बड़े आकार के ध्वनि स्रोतों के कम्पन द्वारा उत्पन्न की जा सकती हैं। यह कम ऊर्जा ग्रहण करती है। अधिक तरंगदैर्घ्य ($\lambda > 16.6\text{m}$) के कारण माध्यम में कम दूरी तक जाती हैं। 	<ul style="list-style-type: none"> पराश्रव्य तरंगों की आवृत्ति 20,000 हर्ट्ज से अधिक होती है। ये तरंगें गाल्टन की सीटी द्वारा तथा दाब विद्युत प्रभाव द्वारा क्वार्ट्ज के क्रिस्टल के कम्पनों से उत्पन्न की जा सकती हैं। यह अधिक ऊर्जा ग्रहण करती हैं। कम तरंगदैर्घ्य के कारण माध्यम में अधिक दूरी तक जाती हैं।