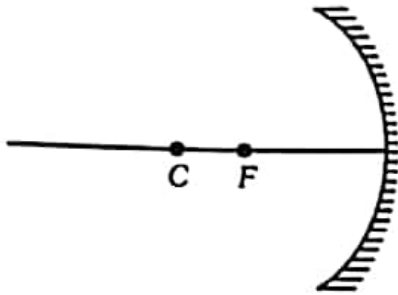


- दर्पण के वक्रता केन्द्र एवं ध्रुव को मिलाने वाली रेखा दर्पण की प्रधान अक्ष रेखा (Principal axis) कहलाती है।
- वक्रता केन्द्र एवं ध्रुव को मिलाने वाली सरल रेखा के मध्य बिन्दु को दर्पण का फोकस (Focus) कहते हैं।



$$\text{फोकस दूरी} = \frac{\text{वक्रता त्रिज्या}}{2}$$

- गोलीय दर्पणों की फोकस दूरी का सूत्र—उत्तल एवं अवतल दोनों ही दर्पणों की फोकस दूरी निम्नलिखित सूत्र से ज्ञात की जाती है—

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

जहाँ u = वस्तु की दर्पण से दूरी, v = प्रतिबिम्ब की दर्पण से दूरी, f = दर्पण की फोकस दूरी

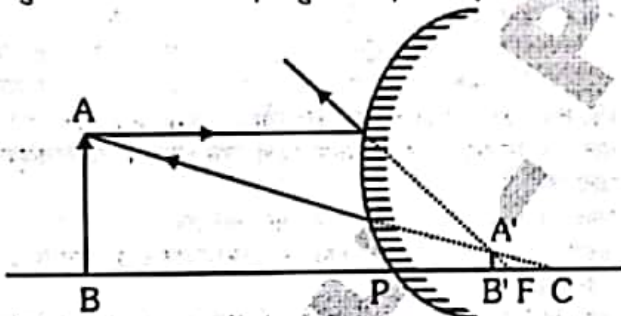
आवर्धन (Magnification)—

- प्रतिबिम्ब की लम्बाई और वस्तु की लम्बाई के अनुपात को आवर्धन कहते हैं और इसे m से प्रदर्शित करते हैं।

$$m = \frac{\text{प्रतिबिम्ब की लम्बाई}}{\text{वस्तु की लम्बाई}} = \frac{\text{प्रतिबिम्ब की दूरी (v)}}{\text{वस्तु की दूरी (u)}}$$

उत्तल दर्पण से बने प्रतिबिम्ब—

- उत्तल दर्पण में किसी वस्तु का प्रतिबिम्ब सदैव दर्पण के पीछे, उसके ध्रुव और फोकस के बीच, वस्तु से छोटा, सीधा एवं आभासी बनता है।



उत्तल दर्पण से बने प्रतिबिम्ब

- यदि किसी वस्तु की उत्तल दर्पण से दूरी बढ़ाया जाय, तो दर्पण से बने आभासी एवं सीधे प्रतिबिम्ब का आकार छोटा होता जाता है तथा उसकी स्थिति दर्पण के पीछे ध्रुव से फोकस की ओर खिसकती जाती है।

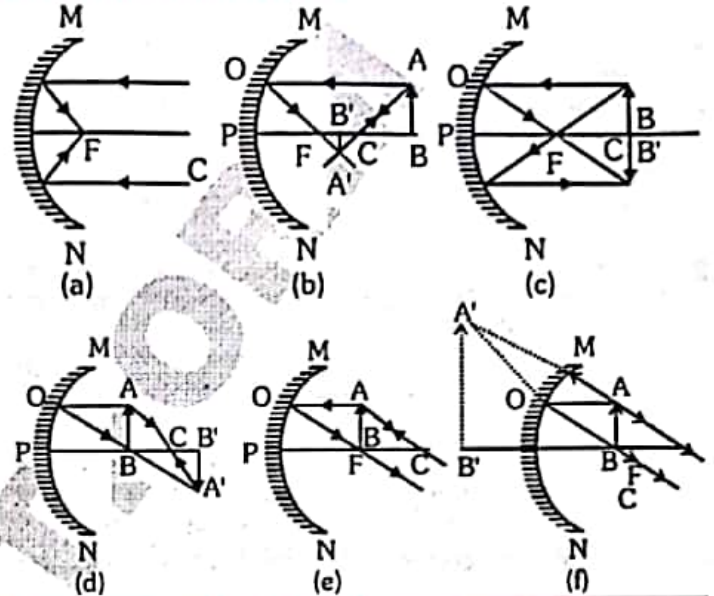
उत्तल दर्पण के उपयोग—

- उत्तल दर्पण द्वारा काफी बड़े क्षेत्र की वस्तुओं का प्रतिबिम्ब एक छोटे से क्षेत्र में बन जाता है।
- इस प्रकार उत्तल दर्पण का दृष्टि-क्षेत्र (Field view) अधिक होता है।
- इसलिए इसे ट्रक-चालकों या मोटरकारों में चाल के बगल में पृष्ठ-दूर्य दर्पण (Rear-view Mirror) लगाया जाता है।
- सड़क में लगे परावर्तक लैम्पों में उत्तल दर्पण का प्रयोग किया जाता है, विस्तार-क्षेत्र अधिक होने के कारण ये प्रकाश को अधिक क्षेत्र में फैलाते हैं।

अवतल दर्पण के उपयोग—

- यड़ी फोकस दूरी वाला अवतल दर्पण दाढ़ी बनाने में काम आता है।
- आँख, कान एवं नाक के डॉक्टर के द्वारा उपयोग में लाया जाने वाला दर्पण
- गाड़ी के हेडलाइट (Head-light) एवं सर्चलाइट (Search-light) में।
- सोलर कुकर (Solar Cooker) में।

अवतल दर्पण से बने प्रतिबिम्ब—



वस्तु की स्थिति	प्रतिबिम्ब की स्थिति	वस्तु की तुलना में प्रतिबिम्ब का आकार	प्रतिबिम्ब की प्रकृति
1. अनन्त पर	फोकस पर	बहुत छोटा	उल्टा व वास्तविक
2. वक्रता केन्द्र एवं अनन्त के बीच	फोकस एवं वक्रता केन्द्र के बीच	छोटा	उल्टा व वास्तविक
3. वक्रता-केन्द्र पर	वक्रता-केन्द्र पर	समान आकार	उल्टा व वास्तविक
4. फोकस तथा वक्रता केन्द्र के बीच	वक्रता केन्द्र एवं अनन्त के बीच	बड़ा	उल्टा व वास्तविक
5. फोकस पर	अनन्त पर	बहुत बड़ा	उल्टा व वास्तविक
6. फोकस तथा ध्रुव के बीच	दर्पण के पीछे	बड़ा	सीधा व आभासी

- प्रकाश का फोटॉन सिद्धांत—इसके अनुसार प्रकाश ऊर्जा के छोटे-छोटे बण्डलों या पैकिटों के रूप में चलता है, जिन्हें फोटॉन कहते हैं।

- प्रकाश की कुछ घटनाओं में तरंग और कुछ कण माना जाता है। इसी का प्रकाश की दोहरी प्रकृति कहते हैं।

- प्रकाश के वेग की गणना सबसे पहले रोमर ने की।

- प्रकाश की चाल माध्यम के अपवर्तनांक (μ) पर निर्भर करता है। जिस माध्यम का अपवर्तनांक जितना अधिक होता है उसमें प्रकाश की चाल

उतनी ही कम होती है। $\mu = \frac{c}{v}$, जहाँ μ = माध्यम में प्रकाश की

चाल, c = निर्वात में प्रकाश की चाल

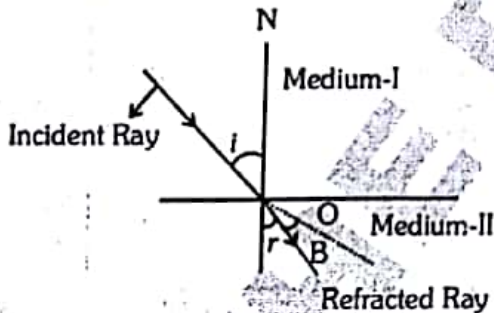
- प्रकाश का विवर्तन (Diffraction of light)—प्रकाश को अवरोध के किनारे पर थोड़ा मुड़कर उसकी छाया में प्रवेश करने की घटना को विवर्तन कहते हैं।

- प्रकाश का प्रकीर्णन (Scattering of light)—जब सूर्य का प्रकाश वायुमण्डल में उपस्थित वाष्प, वायु के अणु तथा धूल के ऐसे कणों

पर आपतित होता है जिनका आकार प्रकाश की तरंगदैर्घ्य से छोटा हो तो प्रकाश विभिन्न दिशाओं में बिखर जाता है। प्रकाश के इस प्रकार बिखरने को प्रकीर्णन कहते हैं।

- आकार का रंग नीला, प्रकाश के प्रकीर्णन के कारण होता है।
- यदि वायुमण्डल नहीं हो तो प्रकीर्णन नहीं होगा और आकार काला दिखाई देगा।
- खतरे के सिग्नल के लिए लाल रंग का प्रयोग किया जाता है, क्योंकि लाल रंग के प्रकाश के लिए प्रकीर्णन सबसे कम होता है तथा बैंगनी रंग का प्रकीर्णन सबसे अधिक होता है।
- **किरण पुंज (Beam of Light)**—साथ-साथ चलती प्रकाश किरणों के समूह को प्रकाश पुंज कहते हैं।
- प्रकाश के प्रति व्यवहार के आधार पर वस्तुओं को निम्न भागों में बाँटा जा सकता है—

1. **प्रतिदीप्त वस्तुएँ (Luminous Objects)**—जिन वस्तुओं का अपना प्रकाश होता है उन्हें दीप्त वस्तुएँ कहते हैं; जैसे—सूर्य, तारे, जलती मोमबत्ती, जलता बल्ब आदि।
2. **अप्रदीप्त वस्तुएँ (Non-luminous objects)**—जिन वस्तुओं का अपना प्रकाश नहीं होता है, उन्हें अप्रदीप्त वस्तुएँ कहते हैं; जैसे—कुर्सी, टेबल, मनुष्य आदि।
3. **पारदर्शी वस्तुएँ (Transparent Objects)**—जिन पदार्थों से प्रकाश गमन कर सकता है, उन्हें पारदर्शी कहते हैं; जैसे—काँच, हवा तथा पानी आदि।
4. **अर्द्ध-पारदर्शी पदार्थ (Translucent objects)**—कुछ वस्तुएँ ऐसी होती हैं जिन पर प्रकाश की किरणें पड़ने से उनका कुछ भाग तो अवशोषित हो जाता है तथा कुछ भाग बाहर निकल जाता है। ऐसी वस्तुओं को अर्द्ध-पारदर्शक वस्तुएँ कहते हैं; जैसे—तेल लगा हुआ कागज।
- **अपारदर्शक वस्तुएँ (Opaque objects)**—जिन पदार्थों से होकर प्रकाश गमन नहीं कर सकता, उन्हें अपारदर्शी पदार्थ कहते हैं। जैसे—पत्थर, लकड़ी, लोहा आदि।
- **प्रकाश का अपवर्तन (Refraction of light)**—जब प्रकाश की किरणें एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती हैं तो वह अपने मार्ग से विचलित हो जाती हैं। इसे प्रकाश का अपवर्तन कहते हैं।



- जब प्रकाश की कोई किरण विरल माध्यम से सघन माध्यम (जैसे—हवा से पानी) में प्रवेश करती है, तो वह दोनों माध्यमों के पृष्ठ पर खींचे गए अभिलम्ब की ओर झुक जाती है तथा जब किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम में प्रवेश करती है तो अभिलम्ब से दूर हट जाती है।
- **अपवर्तन के नियम (Laws of Refraction)**—अपवर्तन के दो नियम हैं—
- (i) आपतित किरण, अपवर्तित किरण एवं दो माध्यमों को अलग करने वाली सतह पर खिंचा गया अभिलम्ब तीनों एक ही तल में होते हैं।
- अपवर्तनांक (Refractive Index)**—किसी तरंगदैर्घ्य-विशेष के लिए किसी माध्यम का अपवर्तनांक (μ_m) निम्न संबंध द्वारा परिभाषित होता है—

$$\mu_m = \frac{\text{निर्वात में प्रकाश का वेग } (C_0)}{\text{माध्यम में प्रकाश का वेग } (C_m)} = \frac{C_0}{C_m}$$

μ_m को माध्यम का निरपेक्ष अपवर्तनांक कहा जाता है।

- (ii) **स्नेल के नियम (Laws of Snell's)**—किन्हीं दो माध्यमों के लिए आपतन कोण की ज्या (sin) एवं अपवर्तन कोण की ज्या (sin) का अनुपात किसी विशिष्ट तरंगदैर्घ्य की प्रकाश के लिए नियतांक होता है—

$$\text{अर्थात् } \frac{\sin i}{\sin r} = \mu_2 = \frac{\mu_2}{\mu_1} \text{ स्थिरांक}$$

$$\text{या } \mu_1 \sin i = \mu_2 \sin r$$

यदि प्रकाश तीन माध्यम (1, 2 व 3) से होकर गुजरता है, तो

$$1\mu_2 \times 2\mu_3 \times 3\mu_1 = 1$$

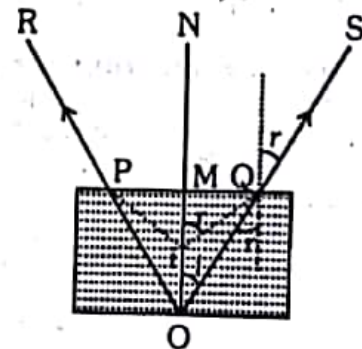
पुनः अपवर्तनांक

$$\mu = \frac{\text{निर्वात में प्रकाश का वेग}}{\text{माध्यम में प्रकाश का वेग}}$$

- किसी माध्यम का अपवर्तनांक भिन्न-भिन्न रंगों के प्रकाश के लिए भिन्न-भिन्न होता है। तरंगदैर्घ्य बढ़ने के साथ अपवर्तनांक अधिक होता है।
- ताप बढ़ने पर भी सामान्यतः अपवर्तनांक घटता है, लेकिन यह परिवर्तन बहुत ही कम होता है।
- किसी माध्यम का निरपेक्ष अपवर्तनांक निर्वात में प्रकाश की चाल तथा उस माध्यम में प्रकाश की चाल के अनुपात के बराबर होता है।
- अर्थात् निरपेक्ष अपवर्तनांक (μ) = $\frac{\text{निर्वात में प्रकाश की चाल}}{\text{माध्यम में प्रकाश की चाल}}$

अपवर्तन के कारण घटने वाली घटनाएँ—

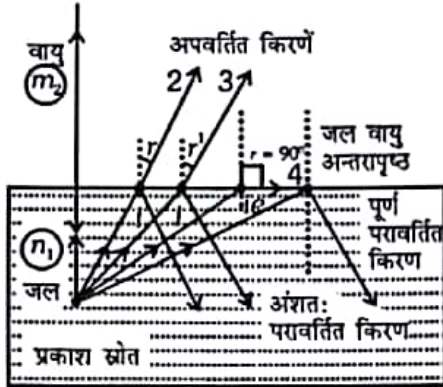
- पानी से भरे किसी बर्तन के तल में पड़ा हुआ सिक्का ऊपर उठा हुआ प्रतीत होता है।
- सूर्योदय के पहले एवं सूर्यास्त के बाद भी सूर्य दिखाई देता है।
- जल के अन्दर पड़ी हुई मछली वास्तविक गहराई से कुछ ऊपर उठी हुई दिखाई पड़ती है।
- द्रव में अंशतः डूबी हुई सीधी छड़ टेढ़ी दिखाई पड़ती है।
- तारे टिमटिमाते हुए नजर आना अपवर्तन के महत्वपूर्ण कारण हैं।
- वास्तविक एवं आभासी गहराइयाँ (Real & Apparent Depths)—**
- माना कि सघन माध्यम (जल) में कोई वस्तु बिंदु O पर रखी हुई है तथा इसे ऊपर से (अर्थात् प्रेक्षक हवा में स्थित है) देखा जाता है।
- O से चलने वाली किरणें OP तथा OQ जब माध्यमों को अलग करने वाली समतल सतह पर आपतित होती हैं तो वे अभिलम्ब से दूर क्रमशः PR तथा QS दिशाओं में मुड़ जाती हैं।
- परंतु, इस सतह पर लंबवत् किरण OM उसी सीध में विरल माध्यम में चली जाती है।
- अपवर्तित किरणें पीछे बढ़ाई जाने पर अभिलम्ब OM के बिंदु I पर कटती हुईं प्रतीत होती हैं। बाहर से देखने पर वस्तु O, बिंदु I पर रख दिखाई देगी।
- अतः MO को वस्तु की वास्तविक गहराई (real depth) तथा MI को उसकी आभासी गहराई (apparent depth) कहा जाता है —



इसी कारण पानी में स्थित मछली को बरछे से मारने में धोखा हो जाता है।

क्रान्तिक कोण एवं पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (Critical Angle and Total Internal Reflection)

- क्रान्तिक कोण (Critical Angle) — सघन माध्यम में आपतन कोण के जिस मान के लिए विरल माध्यम में अपवर्तन कोण का मान 90° हो जाता है, उस कोण को उस सघन माध्यम के लिए क्रान्तिक कोण कहते हैं। इसे i_c द्वारा व्यक्त किया जाता है।
 $i = i_c$ = क्रान्तिक कोण



$$\frac{\sin C}{\sin 90^\circ} = \frac{\mu_1}{\mu_2} = \frac{1}{1\mu_2} \quad \text{वायु या निर्वात के लिए } \sin C = \frac{1}{\mu}$$

- किसी माध्यम में अधिकतम संभावित अपवर्तन कोण, क्रान्तिक कोण है। क्रान्तिक कोण दो माध्यमों पर निर्भर करता है।

$$\sin C = \frac{\text{विरल माध्यम का अपवर्तनांक}}{\text{सघन माध्यम का अपवर्तनांक}}$$

- क्रान्तिक कोण C, माध्यमों के युग्म प्रकाश के रंग तथा ताप पर निर्भर करता है। ताप में वृद्धि से यह बढ़ता है।
 $\therefore C \propto \lambda$ होता है। अतः बैंगनी रंग के लिए C का मान न्यूनतम होता है।

- पूर्ण आन्तरिक परावर्तन (Total Internal reflection) — यदि सघन माध्यम से विरल माध्यम में जाती हुई किसी प्रकाश किरण का आपतन कोण, क्रान्तिक कोण से अधिक होता है तो अपवर्तन नहीं होता है। आपतित किरण सघन माध्यम में परावर्तित हो जाती है। इस प्रक्रिया को पूर्ण आन्तरिक परावर्तन कहते हैं।



- पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के लिए अनिवार्य शर्तें (Essential Conditions for total Internal reflection) —
(i) प्रकाश की किरणों को सघन से विरल माध्यम में जाना चाहिए।
(ii) आपतन कोण का मान क्रान्तिक कोण से बड़ा होना चाहिए।

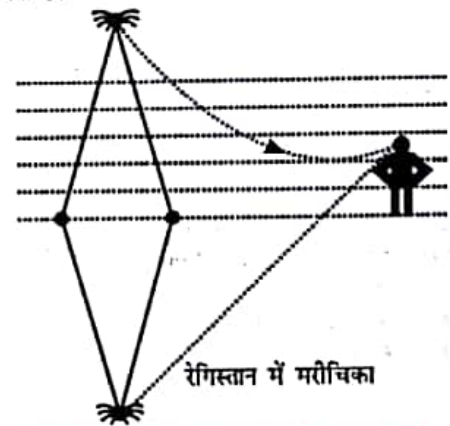
पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के कुछ उदाहरण

- हीरे की चमक —
हीरे से वायु में आने वाली किरण के लिए क्रान्तिक 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 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।
- इन प्रकार हीरे में सभी दिशाओं से प्रवेश करने वाला प्रकाश केवल कुछ ही दिशाओं में हीरे से बाहर निकलता है।

2. रेगिस्तान में मरीचिका (Mirage) —

- कभी-कभी रेगिस्तान में यात्रियों को दूर से पेड़ के साथ-साथ उसका उल्टा प्रतिबिम्ब भी दिखायी देता है।
- इससे यात्रियों को ऐसा भ्रम हो जाता है कि वहाँ जल का तालाब है, जिसमें पेड़ का उल्टा प्रतिबिम्ब दिखाई दे रहा है।
- परन्तु वास्तव में वहाँ तालाब नहीं होता है।
- गर्मी के मौसम में रेगिस्तान की रेत गरम होती है, तो उसे छूकर पृथ्वी के पास की वायु अधिक गरम हो जाती है, जिससे वायु का घनत्व कम हो जाता है।
- ऊपर की वायु-परत ठंडी और सघन होती है।
- अतः जैसे-जैसे हम ऊपर से नीचे आते हैं, वायु की परत विरल होती जाती है।
- जब पेड़ से प्रकाश की किरणें पृथ्वी की ओर आती हैं, तो उन्हें अधिकाधिक विरल परतों से होकर जाना पड़ता है, इसलिए प्रत्येक परत पर अपवर्तित किरण अभिलंब से दूर हटती जाती है।
- अतः प्रत्येक अगली परत पर आपतन कोण बढ़ता जाता है तथा किसी विशेष परत पर क्रान्तिक कोण से बड़ा हो जाता है। इस परत पर किरण पूर्ण परावर्तित होकर ऊपर की ओर उठने लगती है।
- चूँकि ऊपर वाले परतें अधिक सघन हैं, अतः ऊपर उठती हुई किरण अभिलंब की ओर झुकती जाती है।
- जब यह किरण यात्री की आँख में प्रवेश करती है, तो उसे पृथ्वी के नीचे से आती हुई प्रतीत होती है तथा यात्री को पेड़ का उल्टा प्रतिबिम्ब दिखायी देता है।
- यात्री को उल्टा प्रतिबिम्ब दिखलायी पड़ने के कारण उसे जल का भ्रम होने लगता है।



- काँच का चटका हुआ भाग चमकीला दिखाई देता है —
काँच के चटके हुए भाग में हवा भर जाती है, जोकि काँच को अपेक्षा विरल होती है।
जब प्रकाश काँच से हवा में प्रवेश करता है, तो उसका सघन माध्यम से विरल माध्यम में अपवर्तन होता है।
काँच से हवा में प्रवेश करते समय आपतन कोण का मान क्रान्तिक कोण से अधिक हो जाता है, तो पूर्ण आन्तरिक परावर्तन होने लगता है।
इसी कारण चटका हुआ काँच चमकीला प्रतीत होता है।
- पानी में पड़ी हुई परखनली चमकीली दिखाई पड़ती है —
जब पानी से अंशतः भरी हुई परखनली को पानी से भरे बीकर में डुबाते हैं, तो परखनली के जिस भाग में पानी नहीं होता अर्थात् परखनली का खाली भाग चाँदी की तरह चमकने लगता है।
इसका कारण भी प्रकाश का पूर्ण आन्तरिक परावर्तन है।
सिनेमाघर में पोलराइड के चरम पहन कर तीन विमाओं वाले चित्रों को देखा जाता है।

- इसी प्रकार फोटोग्राफी करने में, किसी बिलगन में शर्करा की सांद्रता ज्ञात करने में, धातुओं के प्रकाशीय गुणों के अध्ययन करने में भी पोलराइडों का प्रयोग किया जाता है।
- अपवर्तनांक (Refractive Index)**—निर्वात में प्रकाश के वेग और किसी माध्यम में प्रकाश के वेग के अनुपात को उस माध्यम का निरपेक्ष अपवर्तनांक या अपवर्तनांक कहते हैं। इसे μ_m या n_m द्वारा सूचित किया जाता है। किसी माध्यम का निरपेक्ष अपवर्तनांक अर्थात्

$$\text{अपवर्तनांक} = \frac{\text{निर्वात में प्रकाश का वेग}}{\text{उस माध्यम में प्रकाश वेग}}$$

- एक माध्यम का दूसरे माध्यम की अपेक्षा अपवर्तनांक (Refractive Index of one medium with respect to another medium)**—पहले माध्यम में आपतन कोण की ज्या और दूसरे माध्यम में अपवर्तन कोण की ज्या के अनुपात को पहले माध्यम की अपेक्षा दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक कहते हैं।
- पार्श्व विस्थापन (Lateral displacement)**—किसी आयताकार सिल्ली से अपवर्तन की स्थिति में निर्गत किरण और आपतित किरण के बीच की लम्बवत् दूरी को पार्श्व विस्थापन कहते हैं।
- वास्तविक प्रतिबिम्ब (Real Image)**—जब प्रकाश की किरण-पुंज किसी बिन्दु से फैलती हुई तथा परावर्तन अथवा अपवर्तन के बाद किसी दूसरे बिन्दु की ओर समेटती है, तो दूसरे बिन्दु को पहले बिन्दु का वास्तविक परदे पर बनाया जा सकता है।
- वास्तविक प्रतिबिम्ब परदे पर बनाया जा सकता है।
- काल्पनिक प्रतिबिम्ब (Virtual Image)**—जब किसी बिन्दु से फैलता कोई किरण-पुंज परावर्तन अथवा अपवर्तन के बाद एक अन्य बिन्दु से फैलता हुआ प्रतीत होता है, तो दूसरे बिन्दु को पहले बिन्दु का काल्पनिक प्रतिबिम्ब कहते हैं।
- काल्पनिक प्रतिबिम्ब को परदे पर नहीं बनाया जा सकता है।
- प्रकाशिक तन्तु (Optical Fibres)**—प्रकाश सरल रेखा में गमन करता है, लेकिन पूर्ण आन्तरिक परावर्तन का उपयोग करके प्रकाश को एक वक्र्रीय मार्ग में चलाया जा सकता है। प्रकाशिक तन्तु पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के सिद्धांत पर आधारित एक ऐसी युक्ति है जिसके द्वारा प्रकाश सिग्नल को, इसकी तीव्रता में बिना क्षय के एक स्थान से दूसरे स्थान तक स्थानांतरित किया जा सकता है, चाहे मार्ग कितना भी टेढ़ा-मेढ़ा हो।

- प्रकाशिक तन्तु का उपयोग—**
 - प्रकाश सिग्नल के दूरसंचार में।
 - विद्युत् सिग्नल को प्रकाश सिग्नल में बदलकर प्रेषित करने तथा अभिग्रहण
 - मनुष्य के शरीर के आन्तरिक भागों का परीक्षण करने में।
 - शरीर के अन्दर लेसर किरणों को भेजने में।

- गोलीय सतहों पर प्रकाश का अपवर्तन (दर्पण व लेंस)—**
- (i) गोलीय दर्पण (Spherical Mirror)**—वह परावर्तन सतह जो किसी गोले का एक भाग होता है, गोलीय दर्पण कहलाता है। यह परावर्तन गोले के बाह्य सतह से होता है तथा आन्तरिक भाग को पॉलिश किया जाता है तो इसको उत्तल दर्पण तथा यदि गोले के आन्तरिक सतह से परावर्तन होता है तथा बाह्य सतह पर पॉलिश की गई होती है, तो इस दर्पण को अवतल दर्पण कहते हैं।

दर्पण के सूत्र—

सभी दर्पण के लिए

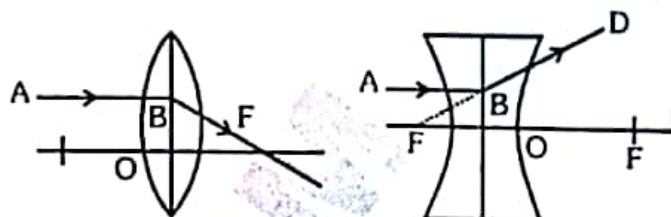
$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f} = \frac{1}{r} \quad \dots (i)$$

$$\text{आवर्धन } m = \frac{v}{u} = \frac{v-f}{f} = \frac{f}{f-u} \quad \dots (ii)$$

$$\Rightarrow m = \frac{1}{O}$$

I = प्रतिबिम्ब का आकार, O = वस्तु का आकार

- लेंस या ताल (Lens)**—दो सतहों से घिरे पारदर्शी के खण्ड को 'लेंस' कहते हैं जिसका कम-से-कम एक पृष्ठ वक्र्रीय अवश्य होता है।
- लेंसों द्वारा प्रतिबिम्ब का किरण आरेख बनाने के लिए ली जानेवाली प्रमुख किरणों के गुण—**
 - लेंस के मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित किरण अपवर्तन के बाद मुख्य फोकस पर मिलती है या मुख्य फोकस से आती हुई मालूम पड़ती है।



- लेंस के प्रकाशीय केन्द्र से होकर गुजरने वाली किरण लेंस से अपवर्तन के बाद बिना विचलित हुए बाहर निकलती है।
- लेंस के फोकस से होकर आपतित किरण लेंस से अपवर्तन के बाद मुख्य अक्ष के समान्तर निकलती है।
- वस्तु की स्थिति के अनुसार उत्तल लेंस में बने प्रतिबिम्बों की स्थिति और प्रकृति

वस्तु की स्थिति	प्रतिबिम्ब की स्थिति	प्रतिबिम्ब की प्रकृति और आकार
1. अनन्त पर	लेंस की दूसरी ओर फोकस पर	वास्तविक, उल्टा और वस्तु से छोटा
2. $2F_1$ से पर	लेंस की दूसरी ओर F_2 और $2F_2$ के बीच	वास्तविक, उल्टा और वस्तु से छोटा
3. $2F_1$ पर	दूसरी ओर $3F_2$ पर	वास्तविक, उल्टा और वस्तु के बराबर
4. $2F_2$ और F_1 के बीच	दूसरी ओर $2F_2$ तथा अनन्त के बीच	वास्तविक, उल्टा और वस्तु से बड़ा
5. F_1 पर	दूसरी ओर अनन्त पर	वास्तविक, उल्टा और बहुत बड़ा
6. F_1 और प्रकाशीय केन्द्र के बीच	वस्तु की ओर वस्तु से बड़ा	आभासी, सीधा और

अवतल लेंस द्वारा बने प्रतिबिम्ब की स्थिति और प्रकृति

1. अनन्त पर	वस्तु की ओर	आभासी, सीधा और वस्तु से बहुत छोटा
2. मुख्य अक्ष पर	वस्तु की ओर	आभासी, सीधा और वस्तु से छोटा

- अतः अवतल लेंस में प्रतिबिम्ब F_2 एवं प्रकाशिक केन्द्र (O) के बीच बनता है। यह प्रतिबिम्ब सीधा तथा आभासी एवं वस्तु से छोटा होता है, चाहे वस्तु कहीं भी रखी जाए।

- पतले लेंस से अपवर्तन (Refraction through a thin lens)**—यदि μ_2 अपवर्तनांक पारदर्शक माध्यम से बना एक पतला लेंस μ_1 अपवर्तनांक वाले पारदर्शक माध्यम में रखा है। लेंस के गोलीय पृष्ठों की वक्रता क्रियाएँ R_1 तथा R_2 हैं तथा इसके प्रधान अक्ष पर O एक बिन्दु वस्तु है। लेंस सूत्र से,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

इसे लेंस के लिए दकार्टे का सूत्र भी कहा जाता है।

- उत्तल लेंस के लिए f धनात्मक तथा अवतल लेंस के लिए f ऋणात्मक होता है।
- लेंस का आवर्धन (Magnification of lens)**—लेंस द्वारा बने प्रतिबिम्ब की ऊँचाई और वस्तु की ऊँचाई के अनुपात को आवर्धन कहते हैं। m

$$\text{प्रतिबिम्ब का आकार}(I) = \frac{v}{u}$$

$$= \frac{\text{वस्तु का आकार}(O)}{u}$$

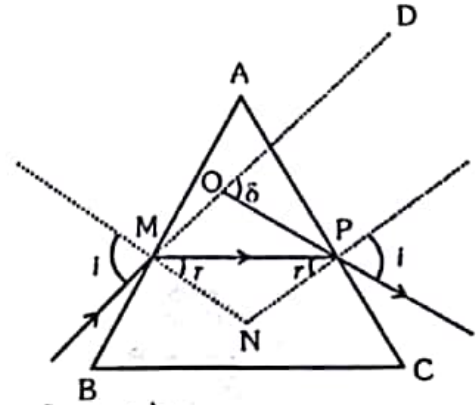
Note : सीधे प्रतिबिम्ब के लिए आवर्धन धनात्मक तथा उल्टे प्रतिबिम्ब के लिए आवर्धन ऋणात्मक होता है।

- यदि दो लेंस को परस्पर सटाकर रख दें, तो उनकी क्षमताएँ जुड़ जाती हैं तथा संयुक्त लेंस की क्षमता दोनों लेंसों की क्षमताओं के योग के बराबर होती है।
- लेंस की क्षमता (Power of Lens)**—किसी लेंस की क्षमता उसके द्वारा प्रकाश की किरणों को मोड़ने की क्षमता की माप है, जो लेंस की फोकस दूरी के व्युत्क्रम के बराबर होती है। इसे D द्वारा सूचित किया जाता है। यदि लेंस की फोकस दूरी मीटर में व्यक्त हो, तो लेंस की क्षमता का मात्रक डायॉप्टर होता है।

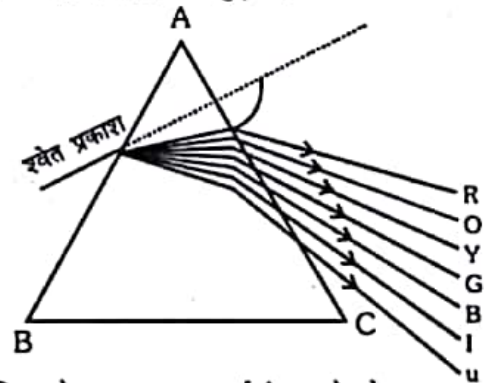
$$\text{अतः } D = \frac{1}{f}$$
- उत्तल लेंस की क्षमता धनात्मक एवं अवतल लेंस की क्षमता ऋणात्मक होती है।
- न्यूटन का सूत्र (Newton's Formula)**—यदि किसी लेंस को प्रथम और द्वितीयक फोकस से वस्तु और उसके प्रतिबिम्ब की दूरियाँ क्रमशः x_1 तथा x_2 हैं, तो

$$x_1 \cdot x_2 = -f^2$$

- x_1 = पहले मुख्य फोकस F_1 से वस्तु की दूरी
 x_2 = दूसरे मुख्य फोकस F_2 से प्रतिबिम्ब की दूरी
 f = लेंस की फोकस दूरी
- लेंस की क्षमता में परिवर्तन**—लेंस को किसी भी द्रव में डुबाने पर उसकी फोकस दूरी एवं क्षमता दोनों बदल जाती है। यह घटना एवं द्रव के अपवर्तनांक पर निर्भर करता है।
 यदि माना जाय μ अपवर्तनांक वाले लेंस को μ' अपवर्तनांक वाले द्रव में डुबाया जाता है तो इसमें तीन स्थितियाँ उत्पन्न होती हैं—
 (i) $\mu > \mu'$ अर्थात् जब लेंस को ऐसे द्रव में डुबाया जाता है जिसका अपवर्तनांक लेंस के पदार्थ के अपवर्तनांक के कम है। ऐसी स्थिति में लेंस की क्षमता घट जाती है अर्थात् उसकी फोकस दूरी बढ़ जाती है। लेंस की प्रकृति पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
 Ex. माना काँच ($\mu = 1.5$) के लेंस को पानी ($\mu = 1.33$) में डुबाने पर।
 (ii) $\mu = \mu'$ अर्थात् जब लेंस को समान अपवर्तनांक वाले द्रव में डुबाते हैं, ऐसी स्थिति में लेंस की फोकस दूरी अनंत हो जाती है, जिससे उसकी क्षमता समाप्त हो जाती है। वह एक समतल प्लेट की भाँति व्यवहार करता है। ऐसे द्रव में लेंस को डुबाने पर लेंस दिखाई नहीं देता है।
 (iii) $\mu < \mu'$ अर्थात् जब लेंस को ऐसे द्रव में डुबाया जाता है, जिसका अपवर्तनांक लेंस के अपवर्तनांक से अधिक है। ऐसी स्थिति में फोकस दूरी बढ़ जाती है, जिससे उसकी क्षमता घट जाती है। इसके साथ-साथ लेंस की प्रकृति भी बदल जाती है। अतः उत्तल लेंस, अवतल लेंस की भाँति और अवतल लेंस, उत्तल लेंस की भाँति कार्य करता है। जैसे पानी के अन्दर हवा का बुलबुला उत्तल लेंस के समान दिखाई देता है, परन्तु कार्य अवतल लेंस के समान करता है। काँच ($\mu = 1.5$) के लेंस को कार्बन डाई सल्फाइड ($\mu = 1.68$) में डुबाने पर भी उत्तल लेंस, अवतल लेंस के समान तथा अवतल लेंस, उत्तल लेंस के समान व्यवहार करता है।
- प्रिज्म (Prism)**—किसी कोण पर हुके दो समतल पृष्ठों के बीच घिरे किसी पारदर्शक माध्यम को प्रिज्म कहा जाता है।



- $\angle BAC =$ प्रिज्म का कोण
- आपतित किरण एवं निर्गत किरण के बीच के कोण को विचलन का कोण δ कहते हैं।
- प्रकाश का वर्ण-विक्षेपण (Dispersion of light)**—जब श्वेत प्रकाश किसी पारदर्शी प्रिज्म में से गुजरती है तो यह संघटक रंगों अथवा तरंगदैर्घ्य की किरणों में विच्छेदित हो जाती है। इस क्रिया को वर्ण-विक्षेपण कहते हैं। इसका कारण भिन्न-भिन्न रंगों के प्रकाश की चाल एक ही माध्यम में भिन्न होती है। बैंगनी रंग की प्रकाश की चाल सबसे कम और लाल प्रकाश की चाल सर्वाधिक होती है। परन्तु निर्वात में सभी रंगों के प्रकाश की चाल एकसमान होती है। बैंगनी प्रकाश प्रिज्म से बाहर निकलने के बाद सर्वाधिक मुड़ जाती है और लाल प्रकाश सबसे कम मुड़ती है।



- यदि प्रिज्म के माध्यम का अपवर्तनांक μ हो, तो—
 निर्वात में प्रकाश की चाल $= A + \frac{B}{\lambda^2}$: जहाँ A एवं B माध्यम में प्रकाश की चाल नियतांक हैं।
- दो निर्गत किरणों के बीच कोण को इन रंगों के लिए कोणीय विक्षेपण कहते हैं। कोणीय विक्षेपण $\theta = \delta_r - \delta_R$
- यदि बैंगनी और लाल रंग के मध्य रंग का विचलन कोण δ_r एवं δ_R हो तो प्रिज्म के माध्यम की वर्ण विक्षेपण क्षमता

$$\omega = \frac{\delta_r - \delta_R}{\delta_y} = \frac{\mu_r - \mu_R}{\mu - 1} = \frac{\delta\mu}{\mu - 1}$$
- न्यूटन ने 1666 ई० में पाया कि भिन्न-भिन्न रंग भिन्न कोणों से विक्षेपित होते हैं। वर्ण-विक्षेपण किसी पारदर्शी पदार्थ में भिन्न-भिन्न रंगों के प्रकाश के भिन्न-भिन्न वेग होने के कारण होता है। अतः किसी पदार्थ का अपवर्तनांक भिन्न-भिन्न रंगों के प्रकाश के लिए भिन्न-भिन्न होता है।
- पारदर्शी पदार्थ में जैसे-जैसे प्रकाश के रंगों का अपवर्तनांक बढ़ता जाता है, वैसे-वैसे उस पदार्थ में उसकी चाल कम होती जाती है। जैसे-जैसे काँच में बैंगनी रंग के प्रकाश का वेग सबसे कम तथा अपवर्तनांक सबसे अधिक होती है तथा लाल रंग का वेग सबसे अधिक एवं अपवर्तनांक सबसे कम होता है।

- **विचलन रहित विक्षेपण (Dispersion without deviation)**— दो प्रिज्मों का ऐसा अवर्णक युग्म जिसमें एक प्रिज्म द्वारा मध्यवर्ती किरण के लिए उत्पन्न विचलन दूसरे प्रिज्म द्वारा इस किरण के लिए उत्पन्न विचलन के बराबर व विपरीत होता है। यह युग्म विचलित रहित विक्षेपण उत्पन्न करता है।
- **विक्षेपण रहित विचलन (Deviation without Dispersion)**— विक्षेपण रहित विचलन से यह तात्पर्य दो प्रिज्मों के ऐसे अवर्णीय संयोग से है जिनका शुद्ध अथवा परिणामी विक्षेपण शून्य है तथा विचलन उत्पन्न होता है।
- **स्पेक्ट्रम (Spectrum)**— विक्षेपण से प्राप्त रंगीन पट्टी को स्पेक्ट्रम कहते हैं।
- शुद्ध स्पेक्ट्रम प्राप्त करने की व्यवस्था को स्पेक्ट्रोमीटर या वर्णक्रममापी कहते हैं।
- **किरचॉफ का नियम (Kirchoff's Law)**— इनके अनुसार कम ताप पर कोई भी तत्त्व उसी प्रकार का अवशोषण कर लेता है, जो वह उच्च ताप पर उत्सर्जित करता है।
- सूर्य का प्रकाश जब क्रोमोस्फोयर में से होकर गुजरता है, तो वह प्रकाश का अवशोषण कर लेता है। अवशोषित प्रकाश के सम्बद्ध वर्णक्रम में काली रेखाएँ प्राप्त होती हैं, जिसे "फ्रॉनहॉफर रेखाएँ" कहा जाता है।
- **इंद्रधनुष (Rainbow)**— वर्षा ऋतु में आकाश में निलंबित सूक्ष्म जल का कण पर सूर्य से आनेवाली किरणों का वर्ण-विक्षेपण एवं आंशिक अपवर्तन होता है तो इससे आकाश में धनुष की आकृति के सात रंगों—बैंगनी, नीला, आसमानी, हरा, पीला, नारंगी एवं लाल यानि बैनीआहपीनाला (VIBGYOR) की पट्टी दिखाई देती है। इसे ही इंद्रधनुष कहते हैं, जो कि एक महत्वपूर्ण वर्णक्रम है।
- अतः यह पूर्ण आन्तरिक परावर्तन, परावर्तन तथा अपवर्तन द्वारा वर्ण विक्षेपण का सबसे अच्छा उदाहरण इंद्रधनुष है।
- इंद्रधनुष दो प्रकार के होते हैं—
- 1. **प्राथमिक इंद्रधनुष**— जब सूर्य की किरणें वर्षा की बूंदों पर आपतित होने वाली किरणों का दो बार अपवर्तन तथा एक बार परावर्तन होता है तो प्राथमिक इंद्रधनुष का निर्माण होता है।
- प्राथमिक इंद्रधनुष में लाल रंग बाहर की ओर और बैंगनी रंग अन्दर की ओर होता है।
- इसमें अन्दर वाली बैंगनी किरण आँख पर $40^\circ 8'$ तथा बाहर वाली लाल किरण आँख पर $42^\circ 8'$ का कोण बनाती है।
- 2. **द्वितीयक इंद्रधनुष**— वर्षा की बूंदों पर आपतित होने वाली सूर्य किरणें जब दो बार अपवर्तन तथा दो बार परावर्तन होता है तब द्वितीयक इंद्रधनुष का निर्माण होता है। इसमें बाहर की ओर बैंगनी एवं अन्दर की ओर लाल रंग होता है।
- बाहर वाली बैंगनी किरण आँख पर $54^\circ 52'$ का कोण तथा अन्दर वाली लाल किरण $50^\circ 8'$ का कोण बनाती है।

Note: द्वितीयक इंद्रधनुष प्राथमिक इंद्रधनुष का अपेक्षा कुछ धुंधला दिखलाई देता है।

वस्तुओं के रंग (Colours of Objects)

- **वस्तुओं के रंग (Colours of Object)**— वस्तुओं का रंग निम्न तथ्यों पर निर्भर करता है—
- (i) आपतित होने वाले प्रकाश के रंग पर,
- (ii) वस्तु द्वारा अवशोषित के रंग पर,
- (iii) आँख की रेटिना पर परावर्तित अथवा संचारित (Transmitted) प्रकाश के प्रभाव पर।
- पारदर्शी वस्तुओं के रंग संचरित प्रकाश पर निर्भर करता है, जबकि अपारदर्शी वस्तुओं के रंग विभिन्न रंगों के चुनिन्दा अवशोषण के कारण होते हैं।

प्राथमिक, द्वितीयक तथा सम्पूरक रंग (Primary, Secondary and Complementary Colour)

- **प्रकाश के प्राथमिक वर्ण (Primary colours of light)**— प्रकाश के वैसे वर्ण, जिनमें समान अनुपात में मिलाने पर श्वेत प्रकाश प्राप्त होता है, उन्हें प्राथमिक वर्ण कहते हैं। जैसे—लाल, हरा तथा नीला प्रकाश के प्राथमिक वर्ण हैं।
लाल + हरा + नीला → श्वेत
- **द्वितीय वर्ण (Secondary colours)**— दो प्राथमिक वर्णों के मिश्रण से जो प्रकाश प्राप्त होता है, उसे द्वितीय वर्ण कहते हैं।
या, श्वेत प्रकाश से किसी प्राथमिक वर्ण को हटाने पर प्राप्त प्रकाश को द्वितीय वर्ण कहते हैं। जैसे— लाल + नीला → मैजेण्टा
लाल + हरा → पीला या श्वेत-नीला → पीला
नीला + हरा → स्यान या श्वेत-लाल → स्यान
- **पूरक रंग (Complementary Colours)**— एक प्राथमिक और एक द्वितीयक वर्णों के ऐसे जोड़े, जिनमें मिलाने पर श्वेत प्रकाश प्राप्त होता है, उन्हें पूरक वर्ण कहते हैं। जैसे—
पीला + नीला → श्वेत
मैजेण्टा + हरा → श्वेत
स्यान + लाल → श्वेत
- **वर्ण त्रिभुज (Colour triangle)**— विभिन्न वर्णों को आपस में मिश्रित करने पर प्राप्त वर्णों को एक त्रिभुज की सहायता से दर्शाया जाता है, जिसे वर्ण कहते हैं।
- **वर्णक (Pigments)**— ऐसे प्रकाश-संवर्दी पदार्थ, जो श्वेत प्रकाश के अधिकांश वर्णों को अवशोषित कर लेते हैं और एक या दो वर्णों को परावर्तित करते हैं, उन्हें वर्णक कहते हैं।
इसका अपना कोई रंग नहीं होता है।
- **फिल्टर (Filter)**— ऐसा पारदर्शी पदार्थ, जिससे कुछ निश्चित वर्ण के प्रकाश ही पार कर पाते हैं, फिल्टर कहते हैं।
- आजकल प्रयोग किये जाने वाले रंगों को मिलाने से सम्पूरक रंग नहीं प्राप्त होता है, क्योंकि इसमें अशुद्धियाँ होती हैं।
- **Note:** रंगीन टेलीविजन में प्राथमिक रंग लाल, हरा एवं नीला का ही प्रयोग किया जाता है।
- **अपारदर्शी वस्तुओं के रंग (Colours of Opaque materials)**— किसी अपारदर्शी वस्तु का रंग उसके द्वारा परावर्तित प्रकाश का रंग होता है।
- पारदर्शी वस्तुओं का रंग (Colours of Transparent materials) उससे संचरित होकर निकलनेवाले प्रकाश का रंग होता है।
- जो वस्तु सभी रंगों को परावर्तित कर देती है, वह श्वेत दिखलाई पड़ती है। क्योंकि सभी रंगों का मिश्रित प्रभाव श्वेत होता है।
- लेकिन जो वस्तु सभी रंगों को अवशोषित कर लेती है और किसी भी रंग को परावर्तित नहीं करती है, वह काली दिखलाई देती है। जब लाल वस्तु पर हरा प्रकाश डाला जाता है, तो वह काला दिखलाई देता है।
- **प्रतिदीप्ति (Fluorescence)**— किसी पदार्थ द्वारा किसी तरंगदैर्घ्य को अवशोषण एवं इससे अधिक तरंगदैर्घ्य के पुनः उत्सर्जन की प्रक्रिया को प्रतिदीप्ति कहते हैं।
- स्पेक्ट्रम के बैंगनी तथा पराबैंगनी भाग के किरणों में और X-किरणों में प्रतिदीप्ति उत्पन्न करने की क्षमता बहुत अधिक होती है।
- **स्फुरदीप्ति (Phosphorescence)**— आपतित प्रकाश के बन्द हो जाने पर भी दृश्य-प्रकाश के पुनः उत्सर्जन की प्रक्रिया को स्फुरदीप्ति कहते हैं।

Note: प्रकाश तरंगों के व्यतिकरण का सिद्धांत प्रकाश के तरंग प्रकृति की पुष्टि करता है। दो स्वतंत्र प्रकाश स्रोतों से निकली प्रकाश तरंगों से व्यतिकरण की घटना नहीं पायी जाती है।

- **ध्रुवण (Polarisation)**— ध्रुवण प्रकाश संबंधी ऐसी घटना है, जो अनुदैर्घ्य तरंग और अनुप्रस्थ तरंग में अन्तर स्पष्ट करती है।
- प्रकाश तरंगों का प्रकाशीय प्रभाव केवल विद्युत-वेक्टरों के कारण होता है।

प्रकाशिक यंत्र और मानव नेत्र (Optical Instrument and Human Eye)

- **एक्वस ह्यूमर (Aqueous humour)**—कोरनिया और नेत्र-लेंस के बीच एक प्रकार का नमकीन तरल होता है, जिसे एक्वस ह्यूमर कहते हैं।
- **विट्रियस ह्यूमर (Vitrous humour)**—नेत्र-लेंस के पीछे नेत्र-गोलक का शेष भाग जेली जैसे द्रव से भरा होता है, जिसे विट्रियस ह्यूमर कहते हैं।
- **नेत्र की समंजन क्षमता (Power of Accommodation of Eyes)**—नेत्र से विभिन्न दूरियों पर स्थिति वस्तुओं का प्रतिबिम्ब नेत्र-लेंस की फोकस-दूरी में परिवर्तन के कारण हमेशा रेटिना पर ही बनता है। नेत्र की इस क्षमता को समंजन क्षमता कहते हैं।
- मानव-मस्तिष्क में रेटिना पर बने प्रतिबिम्ब का प्रभाव $\frac{1}{16}$ सेकण्ड तक बना रहता है जिसे दृष्टि निर्बंधता कहते हैं।
- **आवर्धन क्षमता (Magnifying Power)**—किसी प्रकाशिक यंत्र की आवर्धन क्षमता स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी पर वस्तु स्थित का बना प्रतिबिम्ब द्वारा आँख पर दर्शन कोण तथा उतनी ही दूरी पर रखी वस्तु द्वारा आँख पर बना दर्शन कोण के अनुपात को यंत्र का आवर्धन क्षमता कहते हैं।
- **सरल सूक्ष्मदर्शी (Simple Microscope)**—यह एक ऐसी युक्ति है, जिसका उपयोग छोटी वस्तुओं को बड़ा करके देखने में होता है। इसे आवर्धक काँच या पठन लेंस भी कहते हैं। यह कम फोकस दूरी का एक उत्तल लेंस होता है।
- यह सूक्ष्म विभाजकों को पढ़ने में प्रयोग किया जाता है।
- यदि लेंस की फोकस दूरी 'f' हो तो इसकी आवर्धन क्षमता

$$(M) = \left[1 + \frac{D}{f} \right]$$

जब प्रतिबिम्ब अनन्त पर हो तो, $M = \frac{D}{f}$ होता है

जहाँ D = स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी = 25 cm

संयुक्त सूक्ष्मदर्शी (Compound Microscope)—

- यही ऐसी प्रकाशीय यंत्र है, जिसके द्वारा अत्यन्त छोटी वस्तुओं को देखा जाता है, जो नंगी आँखों से दिखाई नहीं देती है। इसमें दो उत्तल लेंस होता है।
- एक अभिदृश्यक जो वस्तु की तरफ होता है, दूसरा 'नेत्रिका' जिससे देखा जाता है।
- इसका वास्तविक आवर्धित एवं उल्टा प्रतिबिम्ब अभिदृश्यक एवं नेत्रिका के बीच बनता है।
- स्पष्ट दृष्टि के न्यूनतम दूरी पर प्रतिबिम्ब बनने के लिए आवर्धन क्षमता

$$(M) = \frac{V_0}{u_0} \left[1 + \frac{D}{f_e} \right]$$

- अभिदृश्यक लेंस का द्वारक अभिनेत्र लेंस की अपेक्षा छोटा होता है।
- नेत्रिका तथा अभिदृश्यक में जितनी ही कम फोकस दूरी के लेंसों का उपयोग होता है, उसकी आवर्धन क्षमता उतनी ही अधिक होती है।
- अधिक आवर्धन क्षमता के लिए अभिदृश्यक एवं नेत्रिका की फोकस-दूरियाँ कम तथा सूक्ष्मदर्शी की द्यूब लंबाई अधिक होनी चाहिए।
- **दूरदर्शी (Telescope)**—इसमें दो उत्तल लेंस होते हैं। अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी नेत्रिका लेंस से अधिक होती है।
- अभिदृश्यक लेंस अधिक द्वारक का होता है, जिनसे यह दूर से आनेवाले प्रकाश की अधिक मात्रा को एकत्रित करती है।
- **खगोलीय दूरबीन**—इसमें अधिक फोकस दूरी f_0 एवं बड़े छिद्र का एक अभिदृश्यक लेंस तथा नेत्रिका के रूप में कम फोकस दूरी की f_e एवं सूक्ष्म छिद्र का एक उत्तल लेंस होता है।

- दूरबीन की गलिका की प्रकाशिक लंबाई $(f_0 + f_e)$

$$\text{आवर्धन क्षमता } M = \frac{f_0}{f_e} \left(1 + \frac{f_e}{D} \right) \quad \dots (i)$$

यदि अंतिम प्रतिबिम्ब D दूरी पर बनता है तो आवर्धन क्षमता

$$(M) = \frac{f_0}{f_e} \left(1 + \frac{f_e}{D} \right) \quad \dots (ii)$$

यदि अंतिम प्रतिबिम्ब अनन्त पर बनता है तो आवर्धन क्षमता

$$(M) = \frac{f_0}{f_e} \quad \dots (iii)$$

- **पार्थिव दूरबीन**—इसमें दीर्घ फोकस दूरी (f_0) एवं छिद्र का एक उत्तल लेंस अभिदृश्यक के रूप में तथा सूक्ष्म फोकस दूरी (f_e) एवं छिद्र का उत्तल लेंस नेत्रिका के रूप में होता है। दूरबीन की गलिका की लंबाई $(f_0 + f_e)$

$$\text{आवर्धन क्षमता} = \frac{f_0}{f_e}$$

- **गैलीलियो दूरबीन**—इसमें दीर्घ फोकस दूरी (f_0) का उत्तल लेंस अभिदृश्यक के रूप में तथा कम फोकस दूरी (f_e) के अवतल लेंस नेत्रिका के रूप में होता है।

$$\text{दूरबीन गलिका की लंबाई} = f_0 - f_e$$

$$\text{आवर्धन क्षमता} = \frac{f_0}{f_e}$$

Note : स्पष्ट दर्शन की न्यूनतम दूरी 25 cm होती है।

- **निकट दृष्टिदोष (Myopia)**—इस रोग से ग्रसित व्यक्ति नजदीक की वस्तु को देख लेता है, परन्तु दूर स्थित वस्तु को नहीं देख पाता है।
कारण—(i) लेंस की गोलाई का बढ़ जाना (ii) लेंस की फोकस दूरी का घट जाना (iii) लेंस की क्षमता का बढ़ जाना है।
- इसी कारण वस्तु का प्रतिबिम्ब रेटिना पर न बनकर रेटिना के आगे बन जाता है।
- **रोग निवारण**—निकट दृष्टि दोष के निवारण के लिए उपयुक्त फोकस दूरी के अवतल लेंस का प्रयोग किया जाता है।
- **दूर-दृष्टि दोष (Hypermetropia)**—इस रोग से ग्रसित व्यक्ति को दूर की वस्तु दिखाई पड़ती है। निकट की वस्तु दिखाई नहीं पड़ती है।
कारण—(i) लेंस की गोलाई कम हो जाती है।
(ii) लेंस की फोकस दूरी बढ़ जाती है।
(iii) लेंस की क्षमता घट जाती है।
- इस रोग में निकट की वस्तु का प्रतिबिम्ब रेटिना के पीछे बनता है।
- **रोग का निवारण**—इस दोष के निवारण के लिए उपयुक्त फोकस दूरी के उत्तल लेंस का प्रयोग किया जाता है।
- **जरा-दृष्टि दोष (Presbyopia)**—आँख की समंजन-क्षमता की कमी से उत्पन्न होने वाले दृष्टि दोष को जरा-दृष्टि दोष कहा जाता है। यह दोष प्रायः वृद्ध व्यक्तियों के आँखों में होती है।
- इस दोष से पीड़ित व्यक्ति न तो दूर की और न ही नजदीक की वस्तुएँ ठीक से देख पाता है।
उपचार—इस दोष को दूर करने के लिए द्विफोकसी लेंस या बाईफोकल लेंस का उपयोग किया जाता है।
- **दृष्टि वैषम्य या अधिन्दुकता (Astigmatism)**—इस दोष से पीड़ित व्यक्ति अपनी आँख से एक ही तल में खींची गई क्षैतिज तथा उदग्र समांतर रेखाओं को एक साथ स्पष्ट रूप से नहीं देख पाता है।
- यह नेत्र-लेंस की सतहों की भिन्न-भिन्न तलों में वक्रता त्रिन्याय भिन्न-भिन्न हो जाने कारण पैदा होती है।
- इसके उपचार के लिए बेलनाकार लेंस का प्रयोग किया जाता है।

Note :

- (i) रेटिना के शंकु कोशिका से रंगों का एवं छड़ कोशिका से प्रकाश की तीव्रता का आभास होता है।
- (ii) जब आँख में धूल जाती है तो उसका नेत्र-श्लेष्मता अंग सूज जाता है और लाल हो जाता है।
- (iii) आँख के रंग से तात्पर्य आइरिस के रंग से होता है।

- भौतिक विज्ञान की यह शाखा जिसमें किसी प्रकाश स्रोत की प्रकाश ऊर्जा की उत्सर्जन शक्ति तथा सतह पर उत्पन्न प्रदीप्ति का मापन किया जाता है जिसे प्रकाशमिति कहते हैं।
- किसी दिये गये घन कोण से प्रति एकांक समय में प्रवाहित प्रकाश की कुल प्रभावी ऊर्जा को उसका ज्योति फ्लक्स (Luminous flux) कहते हैं। इसका मात्रक ल्यूमेन होता है।
- किसी बिन्दु-स्रोत द्वारा प्रति एकांक घन कोण में उत्सर्जित प्रकाश के ज्योति फ्लक्स को उस बिन्दु स्रोत की ज्योति तीव्रता (Luminous Intensity) कहते हैं।
- इसका मात्रक ल्यूमेन/स्टेरेडियन होता है, जिसे कैण्डला भी कहते हैं।
- हिमीभूत प्लैटिनम के ताप (2046 K) पर स्थित कृष्ण पिण्ड के $1/60$ मी² क्षेत्र की ज्योति तीव्रता को कैण्डला कहते हैं।
- एकांक कैण्डला ज्योति-तीव्रता के बिन्दु प्रकाश स्रोत द्वारा प्रति एकांक घन कोण में उत्सर्जित प्रकाश के ज्योति फ्लक्स को ल्यूमेन कहते हैं।
- फ्राउनहोफर का विवर्तन—जिस विवर्तन में अवरोधक से स्रोत या पदार्थ अथवा दोनों की दूरी अनंत होती है, फ्राउनहोफर का विवर्तन कहलाता है।

प्रकाश : महत्वपूर्ण तथ्य एक नजर में

- दृश्य विकिरण की खोज की थी —न्यूटन ने
- प्रकाश की चाल को सबसे पहले ज्ञात किया था —रोमर द्वारा ने
- सभी प्रकार की विद्युत-चुम्बकीय किरणों का निर्माण होता है —फोटॉन
- फोटॉन की प्रकृति होती है —कण एवं तरंग की
- प्रकाश वस्तुतः एक तरंग है —अनुप्रस्थ
- जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती है, तो उसकी आवृत्ति के मान में क्या परिवर्तन आता है —आवृत्ति पूर्ववत् बनी रहती है
- प्रकाश का रंग किसके द्वारा प्राप्त किया जाता है —आवृत्ति द्वारा
- प्रदीप्ति का मात्रक है —लक्स
- प्रदीपन की तीव्रता का मात्रक होता है —ल्यूमेन
- प्रकाश की गति सर्वाधिक होती है —निर्वात में
- आकाश का रंग नीला दिखायी पड़ता है, प्रकाश के —प्रकीर्णन के कारण
- लाल प्रकाश नीले प्रकाश से भिन्न होते हैं —आवृत्ति में
- वलय कृमि (Ring Worms) किस प्रकार की किरणों द्वारा उत्पन्न की जाती है —परावैगनी किरणों द्वारा
- परावैगनी किरणों के लिए प्रयुक्त प्रक्षेपण युक्ति को क्या कहा जाता है —ग्रिन्म
- परावैगनी किरणों के लिए प्रयुक्त प्रक्षेपण युक्ति 'ग्रिन्म' किस पदार्थ से बनायी जाती है —क्वार्ट्ज से
- अवरोधक किरणें किन क्षेत्रों के मध्य स्थित होती हैं —सूक्ष्म तरंगों एवं दृश्य प्रकाश के बीच
- एकवर्णित दृश्य प्रकाश बना होता है —एकल तरंगदैर्घ्य के प्रकाश से
- जब प्रकाश की कोई किरण निकॉल ग्रिन्म से गुजरती है, तो प्रकाश की तीव्रता पर क्या प्रभाव पड़ता है —तीव्रता कम हो जाती है
- जब नीला प्रकाश एक सोडियम के टुकड़े पर गिरता है, तो टुकड़े पर क्या प्रभाव पड़ता है —टुकड़ा अति ठंडा हो जाता है
- यदि लाल कांच के टुकड़े को अंधेरे में गर्म किया जाये, तो उसका रंग दिखेगा —हरा

- यदि किसी कमरे में हरा विद्युत बल्ब लगा हो, तो एक साल बल्ब किस रंग का दिखायी देगा —काले रंग का
- कांच के एक ग्रिन्म के लिए किसी किरण का अल्पतम विचलन कोण कब सबसे छोटा दिखायी देगा —जब प्रकाश का रंग लाल हो
- प्रकाश का एक किरण पृथक् वायु से जल में प्रवेश करता है, जल में प्रकाश के किस अभिलक्षण में परिवर्तन नहीं होता है —आयाम में
- एक वर्णिक प्रकाश में होता है —केवल एक ही तरंगदैर्घ्य का प्रकाश
- आकाश में इन्द्रधनुष बनता है —प्रकाश के वर्ण विक्षेपण से
- जब चन्द्रमा, सूर्य व पृथ्वी के बीच आ जाता है, तो वह कौन सा ग्रहण होता है —सूर्य ग्रहण
- तारे किसके कारण टिमटिमाते हैं —अपवर्तन के कारण
- भली-भाँति काटा गया हीरा चमकीला मालूम होता है —पूर्ण आंतरिक परावर्तन के कारण
- मरीचिका दृष्टिगोचर होने का क्या कारण होता है —वायुमंडल का अपवर्तनांक ऊँचाई के साथ-साथ बढ़ जाना
- यदि जल से भरे हुए बर्तन में किसी छड़ को आंशिक रूप से डुबाया जाये, तो वह मुड़ी हुई प्रतीत होती है —जल की सतह पर अपवर्तन के कारण
- पानी की सतह पर तैरता हुआ तेल रंगीन दिखायी देता है —प्रकाश के व्यतिकरण के कारण
- नेत्र तंतु कार्य करता है —पूर्ण आंतरिक परावर्तन पर
- जल में वायु का एक द्वि-उत्तल बुलबुला व्यवहार प्रदर्शित करता है —अपसारी लेंस की भाँति
- अक्षरों का आकार छोटा दिखायी देता है —अवतल लेंस
- आकाश नीला क्यों प्रतीत होता है —छोटी तरंगों का बड़ी तरंगों को अपेक्षा वायुमंडल के द्वारा अधिक प्रकीर्णन होने के कारण
- सूर्य के प्रकाश का आंतरिक परावर्तन कब हो सकता है —प्रकाश का कांच से वायु में जाने पर
- दूर पहाड़ी पर खड़ा मनुष्य पास बैठी चिड़िया से भी छोटा क्यों लगता है —दूरी पर स्थित वस्तु आँख पर छोटा कोण बनाती है
- हरे एवं लाल रंग को मिलाकर प्राप्त किया जा सकता है —पीला रंग
- एक रेडियो दूरदर्शी में प्रयुक्त किया जाता है —उच्च विभेदन क्षमता वाला कैमरा
- दूर दृष्टिदोष (Hypermetropia) से पीड़ित व्यक्ति को नहीं दिखायी देती हैं —निकट की वस्तुएं
- निकट दृष्टिदोष वाले व्यक्ति किस दूरी की वस्तु को स्पष्टतया रूप से सकते हैं —समीपस्थ वस्तु को
- दीर्घ दृष्टिदोष को दूर करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है —उत्तल लेंस
- किताब के ऊपर रखे किसी लेंस को ऊपर उठाने पर यदि किताब में मुद्रित अक्षरों का आकार बढ़ता हुआ दिखायी देता है, तो वह कौन सा लेंस होता है —उत्तल लेंस
- रात और दिन में कुछ नीहारिकाओं (Galaxies) का अध्ययन करने के लिए प्रयोग किया जाता है —रेडियो दूरदर्शी का
- श्वेत घरातल पर नीली वस्तु को किस रंग के फिल्टर से देखने पर वह वस्तु दिखायी नहीं देगी —नीले फिल्टर से
- जब एक प्रकाश किरण वायु से कांच के गुटक में प्रवेश करती है, तो उसकी है —तरंगदैर्घ्य घटती है
- किसी सूक्ष्मदर्शी के अभिदृश्यक लेंस की फोकस दूरी उसके नेत्र लेंस की फोकस दूरी से —कम होती है
- एक दूरस्थ वस्तु का आवर्धित सीधा प्रतिबिम्ब प्राप्त करने के लिए उत्तल लेंस के साथ कौन सा लेंस प्रयोग में लाना चाहिए —अवतल लेंस
- दूरदर्शक के बड़े द्वारक प्रयोग में लाये जाते हैं —अधिक विभेदन क्षमता के लिए
- एक प्रतिदीप्तिशील द्रव्य समान शक्ति के तनु बल्ब से अपेक्षाकृत अधिक प्रकाश उत्पन्न करती है —प्रतिदीप्ति द्वारा परावैगनी प्रकाश दृश्य-प्रकाश में परिवर्तित होने के कारण

- यदि कांच के एक उत्तल लेन्स को जल में डूबो दिया जाये, तो वायु की अपेक्षा जल में लेन्स की क्षमता —घट जायेगी
- मोटरगाड़ियों में प्रयुक्त दर्पण होता है —उत्तल लेन्स
- कार की हेडलाइट में प्रयोग किया जाता है —परवलयवाक्य अवतल दर्पण
- दो रंगों के बीच कोणीय विस्थापन निर्भर करता है —दो रंगों के विचलन कोणों पर
- चरमा प्रयोग करने वाले व्यक्ति को सूक्ष्मदर्शी का प्रयोग किस प्रकार करना चाहिए —चरमा उतार कर
- दो समान्तर दर्पणों के बीच रखी गयी वस्तु के प्रतिबिम्बों की संख्या कितनी होती है —अनंत
- वे रंग, जो कृत्रिम प्रकाश में मैच करते हैं —दिन के प्रकाश में विभिन्न रंगों की तीव्रता का अनुपात समान नहीं होने के कारण मैच नहीं करते
- नेत्र-लेन्स की फोकस दूरी कितनी होने पर एक यौगिक सूक्ष्मदर्शी द्वारा प्राप्त आवर्धन अधिक होता है —फोकस दूरी कम होने पर
- कागज पर अंगुलियों के चिन्हों को किस पाउडर के कणों को डालकर बनाया जाता है —प्रतिदीप्तिशील पाउडर के कणों को
- कागज पर प्रतिदीप्तिशील पाउडर के कणों को डाल कर अंगुलियों के चिन्हों की पहचान की जाती है —पर्यायवाची प्रकाश में देख कर
- जब प्रिन्म को न्यूनतम विचलन की स्थिति में रख दिया जाता है, तो प्रकाश किरणें गुजरती हैं —आधार के समानान्तर
- जब एक सूक्ष्मदर्शी में वस्तु तथा अभिदृश्यक के बीच की दूरी को जल से भर दिया जाता है, तो आवर्धन क्षमता पर क्या प्रभाव पड़ता है —आवर्धन क्षमता घटती है
- अभिसारी लेन्स की फोकस दूरी नीले प्रकाश, लाल प्रकाश एवं पीले प्रकाश में से किसके लिए अधिक होती है —लाल प्रकाश के लिए
- यदि सड़क पर खड़े हुए एक व्यक्ति को अपने सामने लगी हुई शीशे की खिड़की पर अपना प्रतिबिम्ब बड़ा दिखायी देता है, तो वह शीशा कैसा है —अन्दर की ओर से उत्तल
- एक रंगहीन द्रव में रखी हुई कांच की एक प्लेट अदृश्य क्यों हो जाती है —कांच तथा द्रव का एक ही अपवर्तनांक होने के कारण
- जब श्वेत प्रकाश की किरणपुंज एक मोटे लेन्स से गुजरती है, तो रंगीन प्रतिबिम्ब बनने का कारण होता है —वर्ण विपथन
- दो सम्पर्क में रखे हुए लेन्सों के अवर्णक संयोग के लिए दोनों लेन्स होने चाहिए —एक लेन्स उत्तल व दूसरा अवतल
- यदि लेन्स का आधा भाग काले कपड़े से लपेट दिया जाये, तो लेन्स द्वारा बने प्रतिबिम्ब पर क्या प्रभाव पड़ेगा —प्रतिबिम्ब की चमक कम हो जायेगी
- एक दूरदर्शक की विभेदन क्षमता निर्भर करती है —अभिदृश्यक लेन्स के व्यास पर
- जब प्रकाश वायु से कांच में जाता है, तो तरंगदैर्घ्य की क्या स्थिति होती है —तरंगदैर्घ्य घटती है
- एक दूरदर्शक की आवर्धन क्षमता बढ़ायी जा सकती है —उच्च क्षमता की नेत्रिका प्रयोग करके
- जब एक वर्णीय प्रकाश किरण निर्वात से पदार्थ में अथवा पदार्थ से निर्वात में चलती है, तो नहीं बदलता है —चाल
- प्रकाश की तीव्रता निर्भर करती है —चाल पर
- ध्रुवित ग्लास सूर्य ग्लासों में क्यों प्रयुक्त किये जाते हैं —ध्रुवण के कारण यह प्रकाश की तीव्रता आधी करने के कारण
- एक उत्तल लेन्स, एक कांच का गुटका, एक कांच का प्रिन्म तथा एक गोलाकार ठोस बॉल एक ही पारदर्शी पदार्थ से बने हैं, इनमें से वर्ण विक्षेपण क्षमता किसमें होगी —चारों में
- प्रकाश तरंगों की तरंगदैर्घ्य अन्य तरंगों की तरंगदैर्घ्य से —कम होती है
- संध्या के समय जब सूर्य क्षितिज से नीचे चला जाता है, तो यह कुछ समय तक क्यों दिखायी देता रहता है —पृथ्वी के समीप की वायु ऊपरी वायु से अधिक सघन होने के कारण
- विभिन्न रंगों की प्रकाश किरणें वायु में चलती हैं —समान वेग से

- कला सम्बन्ध प्रकारा द्वारा अधिक तीव्रता का पुंज उत्पन्न करने की युक्ति को कहते हैं —लेन्स
- एक उत्तल लेन्स को ऐसे माध्यम से रखा गया है, जिसमें यह कांच की प्लेट की भांति व्यवहार करता है, माध्यम का अपवर्तनांक तुल्य होगा —कांच के अपवर्तनांक के
- सूर्य डूबने से नीक पहले दीर्घवृत्तीय क्यों प्रतीत होता है —अपवर्तन के प्रभाव के कारण
- जब सूक्ष्मदर्शी की गली की लम्बाई बढ़ा दी जाती है, तो इसकी आवर्धन क्षमता पर क्या प्रभाव पड़ता है —आवर्धन क्षमता कम हो जाती है

कुछ महत्वपूर्ण प्रकाशीय उपकरण (Optical Devices)

कैमरा (Camera)	: उत्तल लेन्स का प्रयोग
सरल सूक्ष्मदर्शी (Simple Microscope)	: उत्तल लेन्स का प्रयोग
संयुक्त सूक्ष्मदर्शी (Compound Microscope)	: दो उत्तल लेन्स का प्रयोग
खगोलीय दूरबीन (केप्लर का दूरबीन)	: दो उत्तल लेन्स का प्रयोग
खगोलीय दूरबीन (गैलीलियो का दूरबीन)	: एक उत्तल एवं एक अवतल लेन्स का प्रयोग

- सोडियम प्रकाश है —अधिक एकवर्णिक
- जब एक प्रकाश किरण कैल्साइट क्रिस्टल में से होकर गुजरती है, तो यह कितनी अपरिवर्तित किरणों में विभक्त हो जाती है —दो
- पानी की सतह पर तैरता हुआ तेल प्रकाश के व्यतिकरण के कारण क्यों रंगीन दिखायी देता है —तेल की परत की संभावित मोटाई के कारण
- किसी टेलीविजन के सुदूर संवेदन अभिग्राहक (Receiver) में — विद्युत चुंबकीय किरणों का प्रयोग होता है —अवरक्त (Infra red)
- यदि किसी रंगीन चकती को तेजी से घुमाया जाये, तो घूमती हुई चकती कैसे दिखायी देगी —श्वेत
- आंख के किस भाग द्वारा आंख में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा को नियंत्रित किया जाता है —आयरिस
- प्रकाशमान वस्तु का प्रतिबिम्ब बनता है —नियमित परावर्तन से
- उत्तल दर्पण में बने प्रतिबिम्ब होते हैं —काल्पनिक
- बहुरूपदर्शी (Kaleidoscope) में किस दर्पण का उपयोग किया जाता है —समतल
- आंख के सामने से किसी वस्तु को हटा लेने के बावजूद रेटिना पर उसका प्रतिबिम्ब कितने समय तक बना रहता है — $\frac{1}{10}$ सेकंड
- प्रिन्म से गुजरने पर श्वेत प्रकाश की किरणों का विभिन्न रंगों में विक्षेपित होना कहलाता है —वर्ण विक्षेपण
- संयुक्त सूक्ष्मदर्शी में अभिदृश्यक लेन्स (O) की फोकस दूरी नेत्रिका लेन्स (E) की अपेक्षा होती है —बड़ी
- कैमरे की दीवार (Shutter) पर लगा होता है —उभयोत्तल लेन्स
- रेटिना का वह बिंदु, जहां प्रतिबिम्ब बनने पर वस्तु दिखायी नहीं देता, क्या कहलाता है —अंध-बिन्दु
- अवतल दर्पण में प्रकाश का परावर्तन होता है —अंदरूनी
- तरंगदैर्घ्य को किस रूप में काफी दूर तक भेजा जाना संभव हो पाता है —पतले किरणपुंज के रूप में
- जब समान फोकस दूरी के उत्तल एवं अवतल लेन्सों को परस्पर मिलाया जाता है, तो वह व्यवहार करता है —समतल कांच की प्लेट की तरह
- निकट दृष्टिदोष (Myopia) में वस्तु का प्रतिबिम्ब बनता है, रेटिना के —सामने
- अवतल दर्पण द्वारा बना आभासी प्रतिबिम्ब होता है —वस्तु से बड़ा
- जब कोई व्यक्ति एकाएक अंधेरे में प्रविष्ट होता है, तो उसकी पुतली हो जाती है —अधिक बड़ी

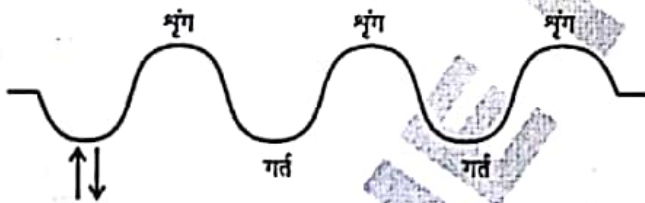
- किसी व्यक्ति का सम्पूर्ण प्रतिबिम्ब बनने हेतु सामान्य दर्पण की लम्बाई होनी चाहिए — उसकी लम्बाई की कम से कम आधी
- कॉस्मिक किरणें होती हैं — पूर्णतः धनात्मक
- जब तेज प्रकाश से अचानक अंधेरे में प्रविष्ट किया जाता है तो कुछ समय तक कुछ भी नहीं दिख पाता है, क्योंकि ऐसी स्थिति में — आयरिस सिकुड़ जाता है
- किसी वस्तु के प्रतिबिम्ब को कई लेंसों की श्रेणी द्वारा बहुत बड़ा दिखलाने की विधा कहलाती है — सिनेमेटोग्राफी
- किस कारणवश टीवी संकेत एक निश्चित सीमा के बाहर प्राप्त नहीं हो पाते — पृथ्वी की वक्रता

तरंग (Wave)

- तरंग (Wave)—तरंगों द्वारा ऊर्जा का स्थानांतरण एक स्थान से दूसरे स्थान तक होता है, जिसमें कुछ तरंगों के संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है कुछ के लिए नहीं।
- तरंग गति (Wave Motion)—विशेष के संचरण को तरंग-गति कहते हैं।
- तरंग-गति के अभिलक्षण (Characteristics of Wave Motion)—
 - (i) तरंगों कणों के आवर्ती कम्पन द्वारा उत्पन्न होती है।
 - (ii) तरंग-गति में सिर्फ ऊर्जा का स्थानांतरण होता है और माध्यम के कण सिर्फ अपनी माध्य स्थिति के इर्द-गिर्द दोलन करते हैं।
 - (iii) माध्यम में ऊर्जा का स्थानांतरण एक नियत वेग से होता है, जो माध्यम की प्रकृति पर निर्भर करता है।
- तरंगों को मुख्यतः दो भागों में बाँटा गया है—

(A) यांत्रिक तरंग (Mechanical Waves)—

- शांत नदी या तालाब के जल में डूँट फेंके जाने से उत्पन्न होने वाले विशेष को यांत्रिक तरंग कहते हैं।
- यांत्रिक तरंगों के किसी माध्यम से संचरण के लिए यह आवश्यक है कि माध्यम में प्रत्यास्थता या जड़त्व के गुण मौजूद हों।
- यांत्रिक तरंग मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं—
- (i) अनुप्रस्थ तरंग (Transverse Waves)—जिस यांत्रिक तरंगों के संचरित होने पर माध्यम के कण तरंग के चलने की दिशा में लम्बवत् कम्पन करती है, अनुप्रस्थ तरंग कहलाती है। Symbol में—

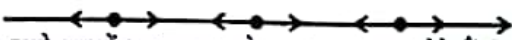


डोरी के कणों की गति

- अनुप्रस्थ तरंगें केवल ठोस में उत्पन्न की जा सकती हैं; द्रवों के भीतर ये तरंगें उत्पन्न नहीं की जा सकती हैं।
- यह केवल द्रव के सतह पर उत्पन्न की जा सकती हैं।
- गैस में अनुप्रस्थ तरंग उत्पन्न नहीं की जा सकती।
- पानी की सतह पर उत्पन्न तरंगें प्रकाश तरंगें आदि अनुप्रस्थ तरंग के उदाहरण हैं।

(ii) अनुदैर्घ्य तरंग (Longitudinal Wave)—

- यदि माध्यम के कण तरंग के संचरण की दिशा में अपने माध्य स्थिति पर आगे-पीछे दोलन करते हैं, तो उत्पन्न ऐसी तरंगों को अनुदैर्घ्य तरंग कहते हैं। जैसे-ध्वनि तरंग।



- संपीडन वाले स्थानों पर माध्यम के कण पास-पास होते हैं जिससे इन स्थानों पर माध्यम का दाब व घनत्व समान अवस्था से अधिक होता है।
- जबकि विरलन वाले स्थानों पर माध्यम के कण दूर-दूर होते हैं जिससे इन स्थानों पर माध्यम का दाब व घनत्व न्यूनतम होता है।

- अनुदैर्घ्य तरंगें सभी माध्यमों (ठोस, द्रव, गैस) में उत्पन्न की जा सकती हैं।
- वायु में ध्वनि तरंग, भूकम्प तरंग तथा स्प्रिंग में उत्पन्न तरंगें भी अनुदैर्घ्य तरंगें होती हैं।
- तरंग (Pulses)—यदि माध्यम में उत्पन्न विशेष उसक माध्यम के बहुत छोटे भाग में बहुत कम समय के लिए रहता है, तो ऐसे विशेष को स्पंद कहते हैं। यह अल्पकालिक होता है।
- आवर्ती तरंग (Periodic Wave)—बोर्णकालिक लगातार तरंगों को आवर्ती तरंग कहते हैं।

अनुदैर्घ्य तथा अनुप्रस्थ तरंग में अन्तर

अनुदैर्घ्य तरंग	अनुप्रस्थ तरंग
<ul style="list-style-type: none"> • ये तरंगें ठोस, द्रव एवं गैस तीनों माध्यम में उत्पन्न होती हैं। • इसमें माध्यम के कण तरंग-संचरण की दिशा में दोलन करते हैं। • अनुदैर्घ्य तरंगें संपीडन और विरलन के रूप में चलती हैं। 	<ul style="list-style-type: none"> • ये तरंगें केवल ठोस या द्रव के सतह पर उत्पन्न की जा सकती हैं। • इसमें माध्यम के कण तरंग की दिशा के लम्बवत् दोलन करता है। • ये तरंगें शीर्ष और गर्त के रूप में चलती हैं।

आवृत्ति (Frequency)—

- माध्यम के किसी कण द्वारा एक सेकण्ड में किए गए कम्पनों की संख्या उस तरंग को आवृत्ति कहलाती है या एकांक समय में किए गए दोलन की संख्या को आवृत्ति कहते हैं।
- इसे f या n से सूचित किया जाता है।
- इसका मात्रक हर्ट्ज (Hz) होता है।
- जहाँ $1 \text{ Hz} = 1 \text{ कम्पन/सेकण्ड}$ होता है।

आयाम (Amplitude)—

- तरंग-गति में माध्यम के कणों का माध्य स्थिति से अधिकतम विस्थापन को तरंग का आयाम कहते हैं।
- इसका SI मात्रक मीटर होता है।
- कण का आयाम साधारणतः 10^9 मीटर होता है।

आवर्तकाल (Time Period)—

- माध्यम का कम्पन करता हुआ कोई एक कम्पन पूरा करने में जितना समय लेता है, उसे आवर्तकाल कहते हैं।
- इसे प्रायः 'T' से सूचित करते हैं। इसका SI मात्रक सेकण्ड होता है।
- यदि कण की आवृत्ति एवं आवर्तकाल क्रमशः n तथा T हो, तो

$$nT = 1 \Rightarrow T = \frac{1}{n}$$

तरंगदैर्घ्य (Wavelength)—

- दो समीपवर्ती शृंगों (Crest) या गर्तों (Trough) के बीच की दूरी अथवा दो समीपवर्ती संपीडनों या विरलनों के बीच की दूरी को तरंगदैर्घ्य कहते हैं।
- पुनः एक आवर्तकाल में किसी तरंग द्वारा तय की गई दूरी को तरंगदैर्घ्य कहते हैं।
- तरंगदैर्घ्य को लेम्बा (λ) द्वारा सूचित किया जाता है तथा इसे ऐंग्स्ट्रम (\AA) में मापा जाता है।
- तरंग वेग (Wave Velocity)—माध्यम के कण द्वारा एक सेकण्ड में तय की गई दूरी को उसका तरंग चाल कहते हैं। इसका मात्रक/सेकण्ड है तथा इसे प्रायः 'v' से सूचित किया जाता है।

