नोट्स

whatsapp

8696608541

अपडेटेड नोट्स

OM PRAKASH SAINI

तरंग प्रकाशिकी

तरंग प्रकाशिकी -

भौतिक विज्ञान कि वह शाखा जिसके अन्तर्गत प्रकाश के तरंगीय स्वरूप तथा इसके कारण होने वाली घटनाओं जैसे - व्यतीकरण, विवर्तन, तथा ध्रुवण आदि घटनाओं का अध्ययन किया जाता है उसे तरंग प्रकाशिकी कहा जाता है।

प्रकाश कि प्रकृति -

अलग -अलग वैज्ञानिको ने प्रकाश कि प्रकृति के बारे मे अलग -अलग मत प्रस्तुत किए किसी ने प्रकाश को कणीय स्वरूप में माना तो किसी ने तरंगीय स्वरूप मे तथा इनमे से कुछ मत निम्न हैं।-

1. वैज्ञानिक देकार्त का मत -

वैज्ञानिक देकार्त ने बताया कि प्रकाश छोटे -छोटे कणों के रूप में गमन करता हैं। इसी न्यूटन ने अपनी पुस्तक ऑपटिक्स में समझाया। तथा इसे कणिका सिद्धान्त के नाम से जाना जाता है।

2. वैज्ञानिक न्यूटन का मत -

वैज्ञानिक न्युटन ने बताया कि प्रकाशिय ऊर्जा का संचरण छोटे -छोटे कणों के रूप में होता हैं अर्थात न्यूटन ने प्रकाश को कणीय प्रकृति का माना तथा इन्होने इस प्रकृति के आधार पर परावर्तन व अपवर्तन कि घटनाओ कि व्याख्या कि इन्होने बताया कि जब प्रकाशिय कण विरल माध्यम से सघन माध्यम कि ओर आकर्षित होते हैं तो इस स्थिती में अपवर्तन कि घटना घटित होती हैं तथा जब प्रकाशिय कण सघन माध्यम से प्रतिकर्षित होते हैं तब परावर्तन

Date
Page

कि घटना घटित होती हैं।

लेकिन इस प्रकृति के आधार पर व्यतिकरण, विवर्तन तथा ध्रुवण आदि कि घटनाओ को नही समझाया जा सका।

3. वैज्ञानिक हाइगेन का मत –
वैज्ञानिक हाइगेन के अनुसार प्रकाशीय ऊर्जा का संचरण तरंगो के रूप मे होता हैं तथा हाइगेन ने बताया कि तरंगो के संचरण के लिए किसी ने किसी माध्यम कि आवश्यकता होती हैं इस कारण वैज्ञानिक हाइगेन ने ईथर माध्यम कि कल्पना कि इन्होने माना कि ईथर माध्यम सर्वत्र व सर्वव्यापी होता हैं तथा इस आधार पर इन्होने प्रकाश कि अनुदैर्ध्य प्रकृति को समझाया तथा इस प्रकृति के आधार पर इन्होने व्यतिकरण तथा विवर्तन कि व्याख्या कि लेकिन ध्रुवण को समझाने मे असफल रहें। क्योंकि ध्रुवण प्रकाश कि अनुप्रस्थ प्रकृति के कारण होता हैं।

4. वैज्ञानिक मेक्सवेल का मत –
वैज्ञानिक मेक्सवेल ने बताया कि प्रकाशीय ऊर्जा का संचरण वि० चुम्बकीय तरंगो के रूप मे होता हैं। तथा इन तरंगो के संचरण के लिए किसी माध्यम कि कोई आवश्यकता नही होती अर्थात निर्वात यह तरंगे निर्वात मे भी गमन कर सकती हैं जैसे सुर्य से प्राप्त प्रकाश। इस आधार पर वैज्ञानिक मेक्सवेल ने प्रकाश कि अनुदैर्ध्य तथा अनुप्रस्थ दोनो प्रकृतियो को समझाया और इस आधार पर इन्होने ध्रुवण कि घटना कि व्याख्या करदीं।

Date
Page

लेकिन यह जीमान प्रभाव तथा क्रोमटन प्रभाव को समझाने में असफल रहे।

5. वैज्ञानिक प्लांक का मत-

वैज्ञानिक प्लांक ने बताया कि प्रकाशीय ऊर्जा का संचरण छोटे-छोटे कणो के समूह के रूप में होता है जिन्हे क्वाण्टा या फोटोन कहा जाता है तथा इसके आधार पर इन्होने क्वाण्टम सिद्धान्त का प्रतिपादन किया। तथा इसी क्वाण्टम सिद्धान्त के आधार पर इन्होने जीमान प्रभाव एवं क्रोमटन प्रभाव को समझाया।

* तरंगाग्र (wave front)

जब किसी प्रकाशमान पिण्ड को प्रकाशित किया जाता है तो इस स्थिती में प्रकाशमान पिण्ड के परमाणु सभी सम्भव दिशाओ में गति करने लगते है इस स्थिती में समान कला वाले कणों को जो बिंदु पथ प्रा होता है उस बिंदुपथ को ही तरंगाग्र कहा जाता है।

तरंगाग्र के प्रकार-

प्रकाश स्त्रोत कि ज्यामिति के आधार पर तरंगाग्र निम्न तीन प्रकार के होते हैं।

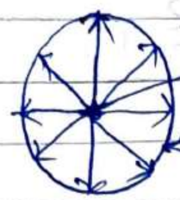
1. गोलीय तरंगाग्र
2. बेलनाकार तरंगाग्र
3. समतल तरंगाग्र

1. गोलीय तरंगाग्र-

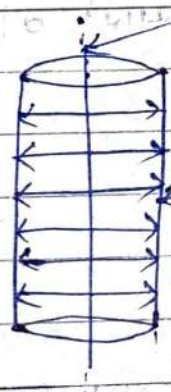
जब प्रकाश स्त्रोत बिंदुवत होता है तो इससे प्राप्त तरंगाग्र को गोलीय तरंगाग्र कहा जाता है क्योकि इस स्थिती में समान कला वाले कणो का बिन्दुपथ

Date
Page

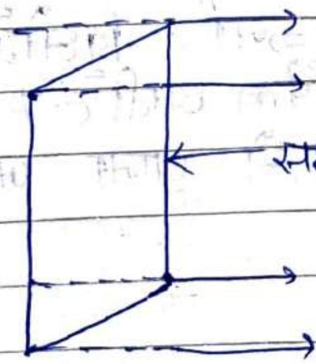
बं गोलाकार रूप में प्राप्त होता हैं।



२. बेलनाकार तरंगाग्र –
जब प्रकाश स्त्रोत रेखीय होता हैं तो इस स्थिती में समान कला वाले कणों का बिंदुपथ बेलनाकार रूप में प्राप्त होता हैं इस कारण इस प्रकार प्राप्त तरंगाग्र को बेलनाकार तरंगाग्र कहा जाता हैं।

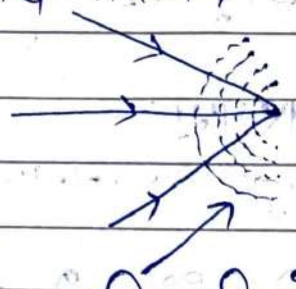


३. समतल तरंगाग्र –
जब रेखीय प्रकाश स्त्रोत अथवा बिंदुवत् प्रकाश स्त्रोत अत्याधिक दूरी या अनन्त पर स्थित होते हैं तो इस स्थिती में प्रकाश कि किरणे एक-दुसरे के समांतर संचरित होती हैं। जिसके कारण समतल तरंगाग्र प्राप्त होता हैं।



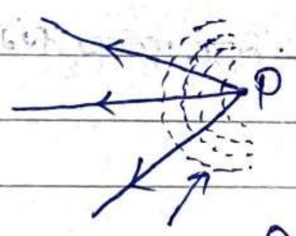
Date
Page

Note :- 1. यदि गोलीय तरंगाग्र किसी एक ही बिंदु पर आकर एकत्रित होता है तो इस प्रकार प्राप्त तरंगाग्र को अभिसारी गोलीय तरंगाग्र कहा जाता है।



अभिसारी गोलीय तरंगाग्र

2. यदि कोई गोलीय तरंगाग्र किसी एक ही बिंदु से फैलता है अथवा अपसारित होता है। तो इस प्रकार प्राप्त तरंगाग्र को अपसारी गोलीय तरंगाग्र कहा जाता है।

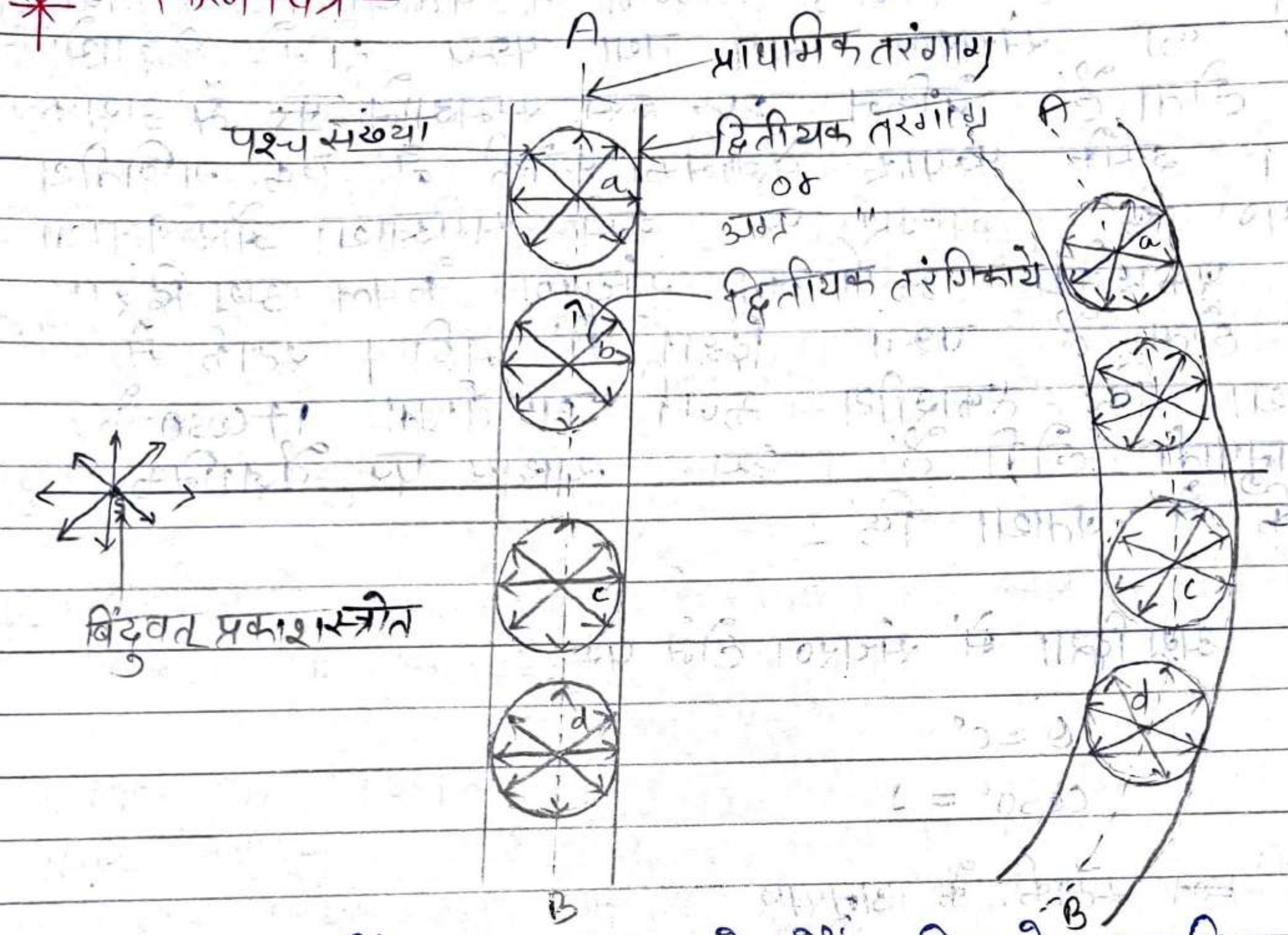


अपसारी गोलीय तरंगाग्र

* हाइगेन का द्वितीय तरंगीकाओ का सिद्धांत-

वैज्ञानिक हाइगेन ने बताया कि प्रकाशिय ऊर्जा का संचरण तरंगाग्र के रूप में होता है जिससे प्राथमिक तरंगाग्र प्राप्त होता है। तथा इस तरंगाग्र का प्रत्येक बिंदु द्वितीयक स्रोत की तरह व्यवहार करता है। जिससे प्रकाशीय ऊर्जा विक्षोभो के रूप मे सभी सम्भव दिशाओं मे फैल जाती है। इन्हे ही द्वितीय तरंगिकाओ के नाम से जाना जाता है।

* किरण चित्र –



माना S एक बिंदुवत प्रकाश स्त्रोत है जिससे प्रकाशिय ऊर्जा तरंगाग्र के रूप में संचरित होती है जिसके कारण प्राथमिक तरंगाग्र AB प्राप्त होता है तथा इस प्राथमिक तरंगाग्र का प्रत्येक बिंदु a b c D - - - - एक द्वितीयक स्त्रोत कि तरह कार्य करते हैं जिससे प्रकाशिय ऊर्जा विक्षोभो के रूप में सभी सम्भव दिशाओ में फैल जाती है जिन्हे द्वितीयक तरंगिकाओ के नाम से जाना जाता हैं इन द्वितीयक तरंगिकाओं के अग्र स्पर्शी बिंदुओं से गुजरने वाले तलीय या आवरण को द्वितीयक तरंगाग्र या अग्र तरंगाग्र व जबकि पश्च दिशा में स्पर्शी बिंदुओ से गुजरने वाले तल या आवरण को पश्च तरंगाग्र के नाम से जाना जाता हैं।

Date
Page

इस आधार पर वैज्ञानिक हाइगेन ने बताया कि प्रकाशीय ऊर्जा का संचरण अग्र तथा पश्च दोनो दिशाओं में होता हैं लेकिन यह इसे समझाने पर में असफल रहा। इसके पश्चात वैज्ञानिक स्टॉर्क ने एक गणितीय विश्लेषण के आधार पर इसे समझाया और बताया कि प्रकाशीय ऊर्जा का संचरण केवल अग्र दिशा में होता हैं पश्च दिशा में नही। स्टार्क ने बताया कि प्रकाशीय ऊर्जा या तीव्रता $1+\cos\theta$ के समानुपाती होती हैं इस आधार पर वैज्ञानिक स्टार्क ने बताया कि -

अग्र दिशा में संचरण होने पर.

$$\theta = 0^\circ$$

$$\cos 0^\circ = 1$$

स्टॉर्क के अनुसार

$$\text{प्रकाशीय ऊर्जा} = 1+\cos\theta$$

$$\text{प्रकाशी ऊर्जा} = 1+1 = 2$$

पश्च दिशा में संचरण होने पर -

$$\theta = 180^\circ$$

$$\cos 180^\circ = -1$$

स्टार्क के अनुसार -

$$\text{प्रकाशीय ऊर्जा} = 1+\cos\theta$$

$$= 1-1 = 0$$

अतः इससे स्पष्ट होता हैं कि प्रकाशीय ऊर्जा का संचरण केवल अग्र दिशा में होता है पश्च दिशा में नहीं।

Date
Page

Q. किसका मत प्रकाश कि सम्पूर्ण प्रकृति कि व्याख्या करता हैं।

Ans. मैक्सवेल का मत

Q. प्रकाश तंरगों में ध्रुवण कि घटना आसानी से होती हैं लेकिन ध्वनि तरंगो में नहीं क्यों?

Ans. प्रकाश तरंगे अनुप्रस्थ प्रकृति कि होती हैं तथा ध्रुवण का गुण अनुप्रस्थ प्रकृति के कारण ही होता हैं लेकिन ध्वनि तरंगे अनुदैर्ध्य प्रकृति कि होने के कारण इनमें ध्रुवण का गुण नहीं पाया जाता।

* हाइगेन के तरंग सिद्धान्त कि सहायता से प्रकाश परावर्तन के नियमो कि व्याख्या -

परावर्तन का नियम -

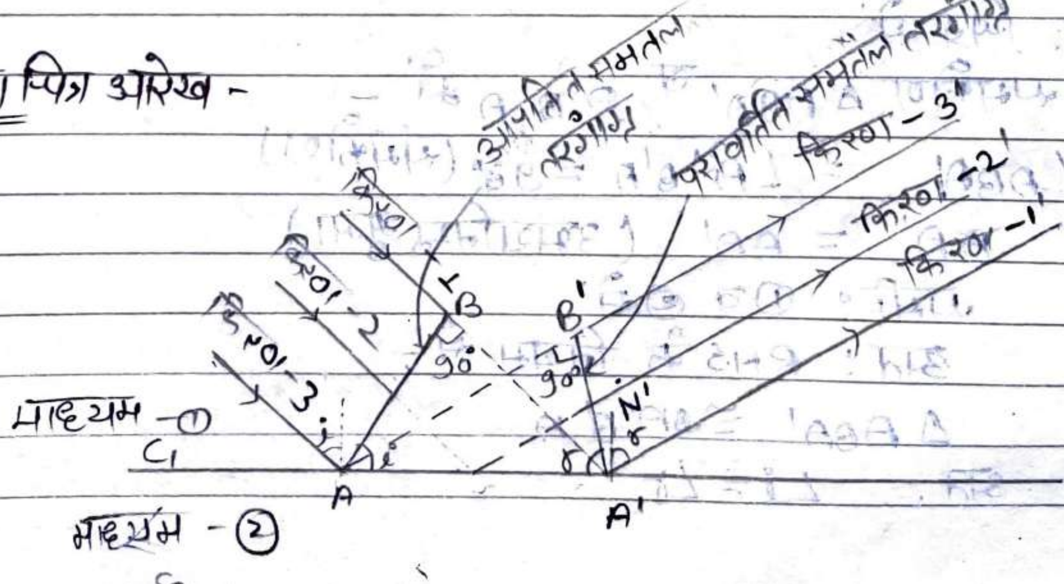
प्रथम नियम -

इस नियम के अनुसार आपतन कोण तथा परावर्तन कोण का मान सदैव समान रहता हैं अर्थात $\angle i = \angle r$

द्वितीय नियम -

इस नियम के अनुसार आपतित किरण तथा परावर्तित किरण तथा अभिलम्ब तीनों एक ही तल में होते हैं।

किरण चित्र आरेख -



Date
Page

व्याख्या –
अत्यधिक दूरी या अनन्त से आती हुई तीन समान्तर प्रकाश कि किरण क्रमशः 1, 2, 3 जब AB पर आकर आपतित होती हैं तो इससे आपतित समतल तरंगाग्र प्राप्त होता है तथा यह प्रकाश कि किरणे परावर्तन कि घटना के पश्चात A'B' से होकर गुजरती हैं जिससे A'B' परावर्तित समतल तरंगाग्र कहलाता है
इस स्थिती में किरण 1 को बिंदु B से बिंदु A' तक पहुँचने में जितना समय लगता है ठिक उतना ही समय किरण 3 को बिंदु A से बिंदु B' तक पहुँचने में लगता हैं माना इस स्थिती में इन किरणों के द्वारा लिया गया समय t है तो किरण एक के द्वारा बिंदु B से बिंदु A' तक पहुँचने में तय दूरी –

$$\text{दूरी} = \text{चाल} \times \text{समय}$$

$$BA' = c_1 t \quad \text{—(1)}$$

इसी प्रकार किरण -3 को बिंदु A से B' तक पहुँचने में तय दूरी –

$$AB' = c_1 t \quad \text{—(2)}$$

अतः चित्र से –
समकोण $\Delta ABA'$ व $A'B'A$ में –
$\angle ABA' = \angle A'B'A = 90^\circ$ (समकोण)
$AA' = AA'$ (उभयनिष्ठ भुजा)
समी० (1) व (2) से
अतः RHS के नियम से –
$\Delta ABA' \cong \Delta A'B'A$
अतः $\angle i = \angle r$

अतः इससे स्पष्ट होता हैं कि यहा परावर्तन का प्रथम नियम हैं तथा चित्र से स्पष्ट होता हैं कि आपतित किरण, परावर्तित किरण तथा अभिलम्ब तीनो एक ही तल मे होते हैं।

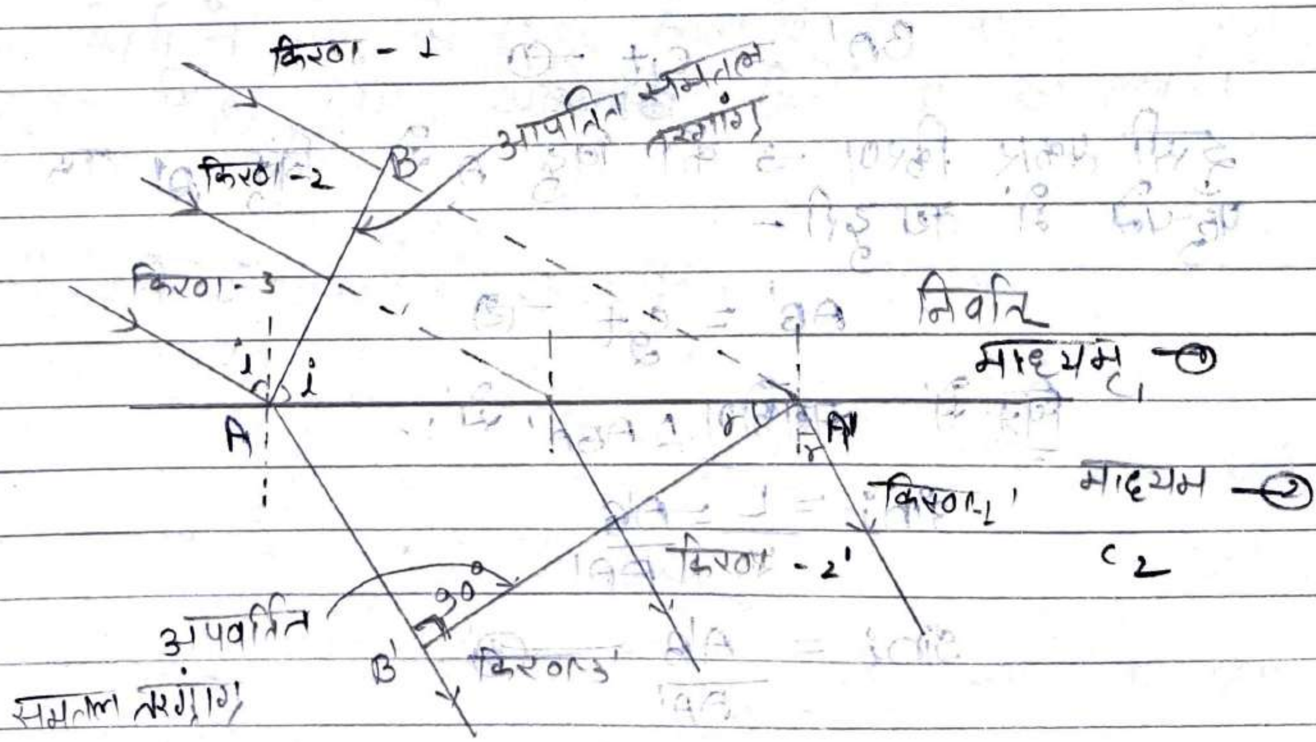
हाइगेन के तरंगसिद्धान्त कि सहायता से अपवर्तन के नियमो कि व्याख्या –

अपवर्तन के नियम –

1. इस नियम के अनुसार निर्वात मे प्रकाश के वेग तथा माध्यम मे प्रकाश के वेग का अनुपात सदैव एकनियतांक के बराबर होता हैं।

अर्थात $\mu = \frac{c}{c_2}$

2. इस नियम के अनुसार आपतित किरण, अपवर्तित किरण तथा अभिलम्ब तीनो एक ही तल मे होते हैं।



Date
Page

व्याख्या –
अत्यधिक दूरी या अनन्त से आती हुई तीन समांतर प्रकाश कि किरणें क्रमशः 1,2,3 जब AB पर आकर आपतित होती है तो इससे आपतित समतल तरंगाग्र प्राप्त होता है लेकिन जब यह प्रकाश कि किरणें पृथक्कारी तल पर आपतित होती है तो अपवर्तन कि घटना के पश्चात् ये अपने मूल पथ से विचलित हो जाती हैं जिससे ये प्रकाश कि किरणें A'B' से होकर गुजरती हैं इसी कारण A'B' को अपवर्तित समतल तरंगाग्र कहा जाता है।

इस स्थिती में किरण – 1 को बिंदु B से बिंदु A' तक पहुँचने में जितना समय लगाता है ठीक उतना ही समय किरण – 3 को बिंदु A से बिंदु B' तक पहुँचने में लगाता है। माना इनके द्वारा लिया गया समय t है तो इस स्थिती में किरण – 1 के द्वारा बिंदु B से बिंदु A' तक पँहुचने में तय दूरी –

$$\text{दूरी} = \text{चाल} \times \text{समय}$$

$$BA' = c_1 t \quad \text{--- (1)}$$

इसी प्रकार किरण – 3 को बिंदु A से बिंदु B' तक पहुचने में तय दूरी –

$$AB' = c_2 t \quad \text{--- (2)}$$

चित्र से समकोण $\Delta ABA'$ से :-

$$\sin i = \frac{L}{K} = \frac{A'B}{AA'}$$

$$\sin i = \frac{A'B}{AA'} \quad \text{--- (3)}$$

इसी प्रकार समकोण $\Delta A'B'A$ में :-

$$\sin r = \frac{L}{K} = \frac{AB'}{AA'}$$

$$\sin r = \frac{AB'}{AA'} \quad \text{—— (4)}$$

$\because \mu = \frac{\sin i}{\sin r}$ से

समी. (3) व (4) से

$$\mu = \frac{A'B \times \cancel{AA'}}{\cancel{AA'} \times AB'} \Rightarrow \mu = \frac{A'B}{AB'}$$

समी. (1) व (2) से

$$\mu = \frac{c_1 \cancel{t}}{c_2 \cancel{t}}$$

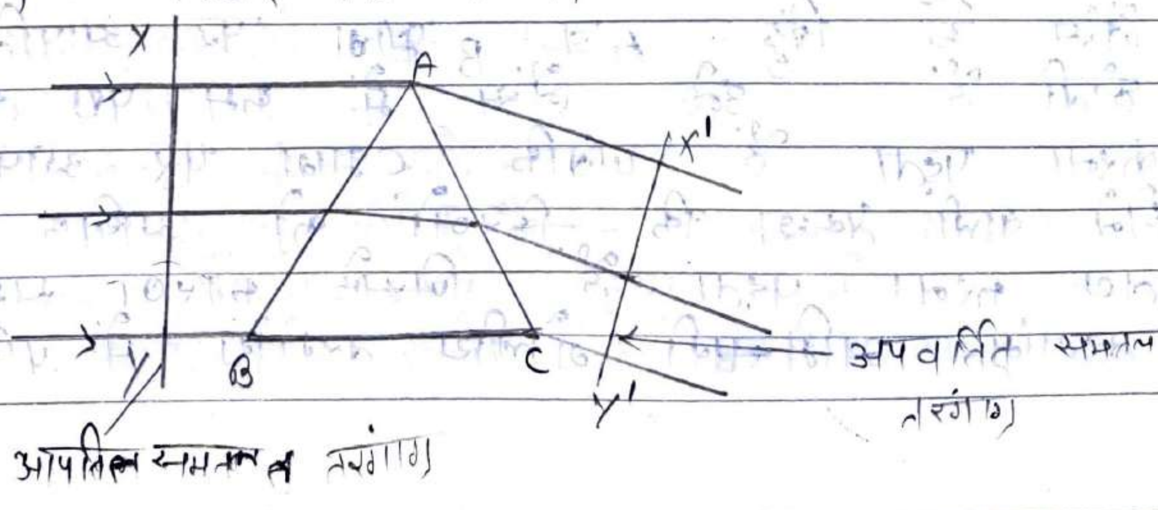
$$\boxed{\mu = \frac{c_1}{c_2}}$$

यही अपवर्तन का प्रथम नियम है।

इस स्थिती में चित्र से स्पष्ट होता हैं कि आपतित किरण, अपवर्तित किरण तथा अभिलम्ब तीनो एक ही तल मे विद्यमान होते हैं।

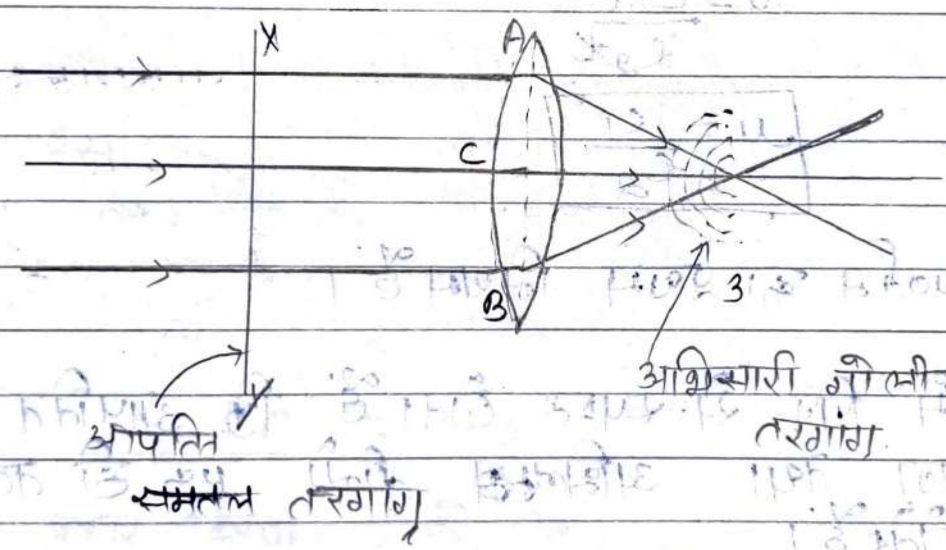
Extra.

* प्रिज्म के व्यवहार कि व्याख्या -



जब किसी प्रिज्म से किसी समतल तरगांग्र को गुजारा जाता है तो प्रकाश कि किरणे प्रिज्म के बिंदु A पर आपतित होती हैं उन्हें प्रिज्म में बहुत कम पथ तय करना पड़ता हैं जिससे इनका विचलन भी कम होता है लेकिन जो प्रकाश कि किरणें प्रिज्म के BC भाग पर आपतित होती हैं उन्हे प्रिज्म में अधिक पथ तय करना पड़ता हैं जिससे इनका विचलन भी अधिक होता हैं जिसके कारण समतल तरगांग्र BC तल में झुक जाता हैं।

लैंस के व्यवहार कि व्याख्या -



जब किसी समतल तरगांग्र को किसी उत्तल लैंस से होकर गुजारा जाता है तो जो प्रकाश कि किरणे लैंस के बिंदु A व B भाग पर आपतित होती हैं उन्हे लैंस में कम पथ तय करना पड़ता हैं जबकि C भाग पर आपतित होने वाली प्रकाश कि किरणों को अधिक पथ तय करना पड़ता हैं जिसके कारण समतल तरगांग्र अभिसारी गोलीय तरगांग्र में परिवर्तित

Date
Page

हो जाता है।

* प्रकाश से संबंधित कुछ महत्वपूर्ण परिभाषाये -

1. प्रकाश स्त्रोत -
वे स्त्रोत जो लगातार प्रकाश का उत्सर्जन करते हैं उन्हे प्रकाश स्त्रोत कहा जाता है।
Eg. सुर्य, मोमबत्ती, ट्युबलाइट, टॉर्च, बल्ब आदि।

प्रकाश स्त्रोत के प्रकार -
कलान्तर के समय पर निर्भरता के आधार पर प्रकाश स्त्रोत दो प्रकार के होते हैं।
1. कला असम्बद्ध प्रकाश स्त्रोत
2. कला सम्बद्ध प्रकाश स्त्रोत

1. कला असम्बद्ध प्रकाश स्त्रोत -
वे प्रकाश स्त्रोत जिनके कलान्तर का मान समय पर निर्भर करता है अर्थात समय के सापेक्ष लगातार परिवर्तित होता रहता है उन्हे कला असम्बद्ध प्रकाश स्त्रोत कहा जाता है।

प्रकृति मे उपस्थित सभी प्रकाश स्त्रोत कला असम्बद्ध प्रकाश स्त्रोत होते हैं
Eg. सुर्य, मोमबत्ती, ट्यूब लाइट, बल्ब

2. कला सम्बद्ध प्रकाश स्त्रोत -
वे प्रकाश स्त्रोत जिनके कलान्तर का मान समय पर निर्भर नही करता अर्थात समय के सापेक्ष अपरिवर्तित रहता है। इसे कला सम्बद्ध

Date
Page

प्रकाश स्रोत कहा जाता हैं।

* कला सम्बद्ध प्रकाश स्रोत प्राप्त करने कि विधियाँ -
कला असम्बद्ध प्रकाश स्रोतो कि सहायता से कला सम्बद्ध प्रकाश स्रोत प्राप्त किए जा सकते है तथा इनको प्राप्त करने कि निम्न दो विधियाँ होती है।

1. तरंगाग्र विभाजन के द्वारा -
जब किसी कला असम्बद्ध प्रकाश स्रोत के सम्मुख किसी द्वारक या अवरोधक या पर्दे को रख दिया जाता हैं तो इससे दो प्रकाश स्रोत प्राप्त होते हैं तथा यह दोनो प्रकाश स्रोत कला सम्बद्ध प्रकाश स्रोत होते हैं क्योंकि यह एक ही प्रकाश स्रोत से प्राप्त होते हैं इस विधि को ही तरंगाग्र विभाजन कि विधि कहा जाता हैं।

Note :- इस विधि का उपयोग यंग के द्वि स्लिट प्रयोग तथा फ्रेनल के द्वि प्रिज्म प्रयोग मे किया जाता हैं।

2. आयाम विभाजन के द्वारा -
इस विधि मे कला असम्बद्ध प्रकाश स्रोत से प्राप्त प्रकाश को परावर्तन तथा अपवर्तन कि घटना के द्वारा दो भागों में विभक्त करना ही आयाम विभाजन कि विधि कहलाती हैं।

Note :- इस विधि का उपयोग माइकलसन व्यतिकरण मापी मे किया जाता हैं।

Date
Page

* अध्यारोपण का सिद्धान्त –
इस सिद्धान्त के अनुसार जब दो या दो से अधिक कला सम्बद्ध प्रकाश कि तरंगे एक ही माध्यम तथा एक ही दिशा में संचरित होती हुई किसी बिंदु पर अध्यारोपित होती हैं तो इस स्थिति में परिणामी तरंग का विस्थापन अन्य सभी तरंगो के विस्थापनों के सदिश योग के बराबर होता है।

$$\vec{y} = \vec{y_1} + \vec{y_2} + \cdots + \vec{y_n}$$

* प्रकाश का व्यतिकरण –
जब दो या दो से अधिक कला सम्बद्ध प्रकाश कि तरंगे एक ही माध्यम तथा एक ही दिशा में संचरित होती हुई किसी बिंदु पर अध्यारोपित होती हैं तो माध्यम के कुछ बिंदुओ पर तीव्रता का मान अधिकतम तथा कुछ बिंदुओ पर तीव्रता का मान न्यूनतम प्राप्त होता है प्रकाश कि इस घटना को ही प्रकाश का व्यतिकरण कहा जाता है।

* व्यतिकरण का गणितीय विश्लेषण –
माना कोई दो कला सम्बद्ध प्रकाश कि तरंगे जिनके विस्थापनों के मान क्रमशः –

$$y_1 = a_1 \sin \omega t \quad \text{—(1)}$$
$$y_2 = a_2 \sin(\omega t + \phi) \quad \text{—(2)}$$

हैं तो जब ये तरंगे एक ही माध्यम तथा एक ही दिशा में संचरित होती हुई किसी बिंदु पर अध्यारोपित होती हैं तो परिणामी तरंग के विस्थापन का मान –

अध्यारोपण के सिद्धान्त से :-

$$\vec{y} = \vec{y_1} + \vec{y_2}$$ से

समी० ① व ② से

$$y = a_1 \sin \omega t + a_2 \sin(\omega t + \phi)$$

$$y = a_1 \sin \omega t + a_2 [\sin \omega t \cos\phi + \cos \omega t \sin\phi]$$

$$y = a_1 \sin \omega t + a_2 \sin \omega t \cos\phi + a_2 \cos \omega t \sin\phi$$

$$y = \sin \omega t (a_1 + a_2 \cos\phi) + a_2 \cos \omega t \sin\phi$$

जहाँ माना

$$a_1 + a_2 \cos\phi = R\cos\theta \quad \text{③}$$

$$a_2 \sin\phi = R\sin\theta \quad \text{④}$$

$$y = \sin \omega t \cdot R\cos\theta + \cos \omega t \cdot R\sin\theta$$

$$y = R(\sin \omega t \cos\theta + \cos \omega t \sin\theta)$$

$$\boxed{y = R\sin(\omega t + \theta)} \quad \text{⑤}$$

जहाँ पर

R = परिणामी तरंग का ~~आवास~~ आयाम

θ = " " कला कोण

ii) व्यतिकरण की घटना में परिणामी तरंग का आयाम :-

समी० ③ व ④ का वर्ग करके जोड़ने पर -

$$R^2\cos^2\theta + R^2\sin^2\theta = (a_1 + a_2\cos\phi)^2 + a_2^2\sin^2\phi$$

$$R^2(\cos^2\theta + \sin^2\theta) = a_1^2 + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2\cos^2\phi + a_2^2\sin^2\phi$$

$$R^2 = a_1^2 + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2(\cos^2\phi + \sin^2\phi)$$

$$R^2 = a_1^2 + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2$$

Date
Page

$$R = \sqrt{a_1^2 + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2} \quad \text{--- (6)}$$

iii) व्यतिकरण की घटना में परिणामी तरंग का कला कोण –

समी० (4) ÷ (3) से

$$\frac{R\sin\theta}{R\cos\theta} = \frac{a_2\sin\phi}{a_1+a_2\cos\phi}$$

$$\tan\theta = \frac{a_2\sin\phi}{a_1+a_2\cos\phi}$$

$$\boxed{\theta = \tan^{-1}\left[\frac{a_2\sin\phi}{a_1+a_2\cos\phi}\right]} \quad \text{--- (7)}$$

iv) व्यतिकरण कि घटना में परिणामी तरंग कि तीव्रता –

व्यतिकरण कि घटना में तरंग कि तीव्रता का मान आयाम के वर्ग के समानुपाती होता है।

$$I \propto R^2 \quad \text{--- (8)}$$

$$I = KR^2$$

$\because R^2 = a_1^2 + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2$ से

$$I = K[a_1^2 + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2]$$

$$I = Ka_1^2 + 2Ka_1a_2\cos\phi + Ka_2^2$$

$$I = Ka_1^2 + 2\sqrt{K}a_1 \cdot \sqrt{K}a_2\cos\phi + Ka_2^2$$

$\because I = KR^2$

$\therefore I_1 = Ka_1^2 \Rightarrow \sqrt{I_1} = \sqrt{K}a_1$

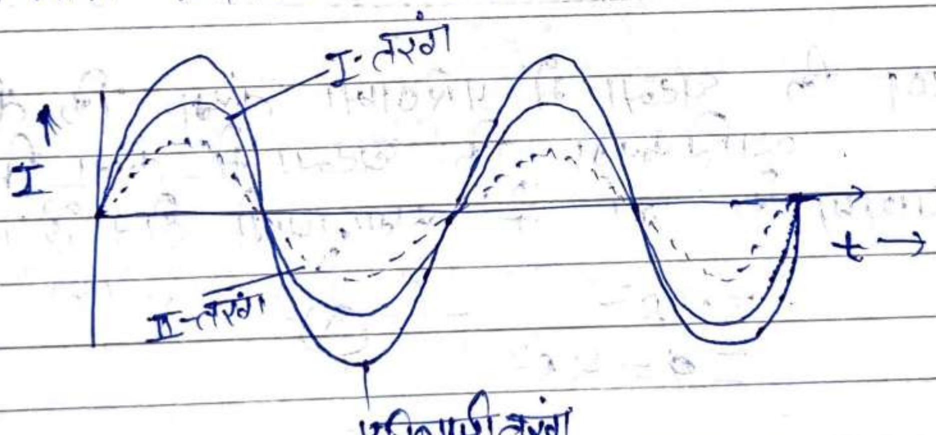
$I_2 = Ka_2^2 \Rightarrow \sqrt{I_2} = \sqrt{K}a_2$

Date
Page

$$\boxed{I = I_1 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\phi + I_2} \quad (9)$$

* व्यतिकरण के प्रकार –
कलान्तर के आधार पर व्यतिकरण दो प्रकार का होता है।
1. समपोषी व्यतिकरण
2. विनाशी व्यतिकरण

1. समपोषी व्यतिकरण –
वह व्यतिकरण जिसमे कला सम्बद्ध तरंगे एक दूसरे के सापेक्ष समान कला में संचरित होती हैं जिसके कारण परिणामी तरंगो कि तीव्रता का मान अधिकतम प्राप्त होता है उसे समपोषी व्यतिकरण कहा जाता है।



समपोषी व्यतिकरण में तरंगे समान कला में संचरित होने के कारण इनके मध्य कलान्तर का मान $0, 2\pi, 4\pi, \ldots 2n\pi$ अर्थात π का सम गुणज प्राप्त होता है। तथा पथान्तर का मान $\lambda, 2\lambda, 3\lambda \ldots n\lambda$ अर्थात λ का पूर्ण गुणज प्राप्त होता है।

$$\Delta\phi = 0, 2\pi, 4\pi \ldots 2n\pi$$

$$\Delta x = \lambda, 2\lambda, 3\lambda, \ldots n\lambda$$

Date
Page

i) समपोषी व्यतिकरण में परिणामी तरंग का विस्थापन -

$$\vec{y} = \vec{y_1} + \vec{y_2} \quad \text{--- (1)}$$

ii) समपोषी व्यतिकरण में परिणामी तरंग का आयाम -

$$R = \sqrt{a_1^2 + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2} \text{ से}$$

समपोषी व्यतिकरण में :-

$$\phi = 0, 2\pi, \ldots 2n\pi$$

$$\cos\phi = \cos 0^\circ = \cos 2\pi \ldots = \cos 2n\pi = +1$$

$$R = \sqrt{a_1^2 + 2a_1a_2 + a_2^2}$$

$$R_{max} = \sqrt{(a_1 + a_2)^2}$$

$$\boxed{R_{max} = a_1 + a_2} \quad \text{--- (2)}$$

यदि $a_1 = a_2 = a$ (माना)

$$\boxed{R_{max} = 2a}$$

iii) समपोषी व्यतिकरण में परिणामी तरंग की तीव्रता -

$$I = I_1 + 2\sqrt{I_1I_2}\cos\phi + I_2 \text{ से}$$

समपोषी व्यतिकरण में $\phi = 0, 2\pi, \ldots 2n\pi$

$$\cos\phi = \cos 0 = \cos 2\pi \ldots = \cos 2n\pi = +1$$

समी. से -

$$I = I_1 + 2\sqrt{I_1I_2} + I_2$$

$$I = \sqrt{I_1}^2 + 2\sqrt{I_1I_2} + \sqrt{I_2}^2$$

$$I_{max} = (\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2$$

यदि $I_1 = I_2 = I$ (माना)

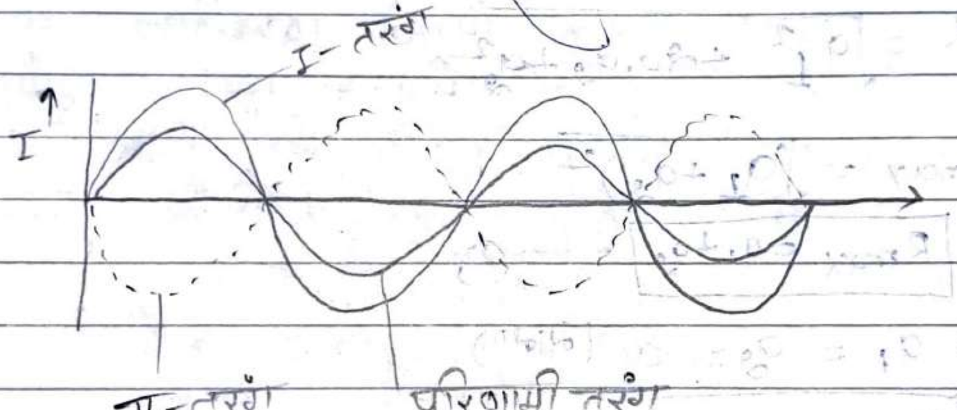
$$I_{max} = (\sqrt{I}+\sqrt{I})^2 \quad \text{--- (3)}$$

$$I_{max} = (2\sqrt{I})^2$$

$$\boxed{I_{max} = 4I} \quad \text{--- (4)}$$

विनाशी व्यतिकरण -

वह व्यतिकरण जिसमे कला सम्बद्ध तरंगे एक-दूसरे के विपरित कला में संचारित होती हैं जिसके कारण परिणामी तरंग कि तीव्रता का मान न्यूनतम प्राप्त होता है उसे विनाशी व्यतिकरण कहा जाता है।



विनाशी व्यतिकरण में दोनो तरंगे एक-दूसरे के विपरित कला में संचरित होती हैं जिसके कारण कलान्तर का मान $\pi, 3\pi, 5\pi ---- (2n+1)\pi$ अर्थात π का विषमगुणज प्राप्त होता है तथा पथान्तर का मान $\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2} --- (n+\frac{1}{2})\lambda$ प्राप्त होता है अर्थात $\frac{\lambda}{2}$ का विषमगुणज प्राप्त होता है।

$$\Delta\phi = \pi, 3\pi, 5\pi ..... (2n+1)\pi$$

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2} ..... (n+\frac{1}{2})\lambda$$

Date
Page

(i) ~~विनाशी व्यतिकरण में परिणामी तरंग का विस्थापन -~~

$\vec{y} = \vec{y}_1 - \vec{y}_2$ —— (1)

ii) विनाशी व्यतिकरण में परिणामी तरंग का आयाम -

$R = \sqrt{a_1^2 + 2a_1 a_2 \cos\phi + a_2^2}$ से

विनाशी व्यतिकरण में -

$\phi = \pi, 3\pi, \ldots (2n+1)\pi$

$\cos\phi = \cos\pi = \cos 3\pi \ldots = \cos(2n+1)\pi = -1$

$R = \sqrt{a_1^2 - 2a_1 a_2 + a_2^2}$

$R_{min} = \cancel{a_1 +} \sqrt{(a_1 - a_2)^2}$

$\boxed{R_{min} = a_1 - a_2}$ —— (2)

यदि $a_1 = a_2 = a$ (माना)

$\boxed{R_{min} = 0}$

iii) विनाशी व्यतिकरण में परिणामी तरंग की तीव्रता -

$I = I_1 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\phi + I_2$ से

विनाशी व्यतिकरण में:

$\phi = \pi, 3\pi \ldots (2n+1)\pi$

$\cos\phi = \cos\pi = \cos 3\pi \ldots = \cos(2n+1)\pi = -1$

समी० से -

$I = I_1 - 2\sqrt{I_1 I_2} + I_2$

$I = \sqrt{I_1}^2 - 2\sqrt{I_1 I_2} + \sqrt{I_2}^2$

$I_{min} = (\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2})^2$

यदि $I_1 = I_2 = I$ (माना)

Date
Page

$$I_{min} = (\sqrt{I} - \sqrt{I})^2 \quad \text{--- (3)}$$

$$I_{min} = (0)^2$$

$$\boxed{I_{min} = 0} \quad \text{--- (4)}$$

* Notes :- i) $R_{max} = a_1 + a_2$ --- (1)

$$R_{min} = a_1 - a_2 \quad \text{--- (2)}$$

समी. (1) ÷ (2) से

$$\frac{R_{max}}{R_{min}} = \frac{a_1 + a_2}{a_1 - a_2}$$

$$\frac{R_{max}}{R_{min}} = \frac{\cancel{a_2}\left(\frac{a_1}{a_2} + 1\right)}{\cancel{a_2}\left(\frac{a_1}{a_2} - 1\right)}$$

$$\frac{R_{max}}{R_{min}} = \frac{\left(\frac{a_1}{a_2} + 1\right)}{\left(\frac{a_1}{a_2} - 1\right)}$$

ii) $I_{max} = (\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2$ --- (1)

$$I_{min} = (\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2})^2 \quad \text{--- (2)}$$

समी. (1) ÷ (2) से

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{(\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2}{(\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2})^2}$$

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{I_2\left(\sqrt{\frac{I_1}{I_2}} + 1\right)^2}{I_2\left(\sqrt{\frac{I_1}{I_2}} - 1\right)^2}$$

$$\boxed{\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\left(\sqrt{\frac{I_1}{I_2}} + 1\right)^2}{\left(\sqrt{\frac{I_1}{I_2}} - 1\right)^2}}$$

Date
Page

(iii) $R_{max} = a_1 + a_2$ — ①
$R_{min} = a_1 - a_2$ — ②

समी. 1 ÷ 2 से

$$\frac{K\, R^2_{max}}{K\, R^2_{min}} = \frac{K(a_1+a_2)^2}{K(a_1-a_2)^2}$$

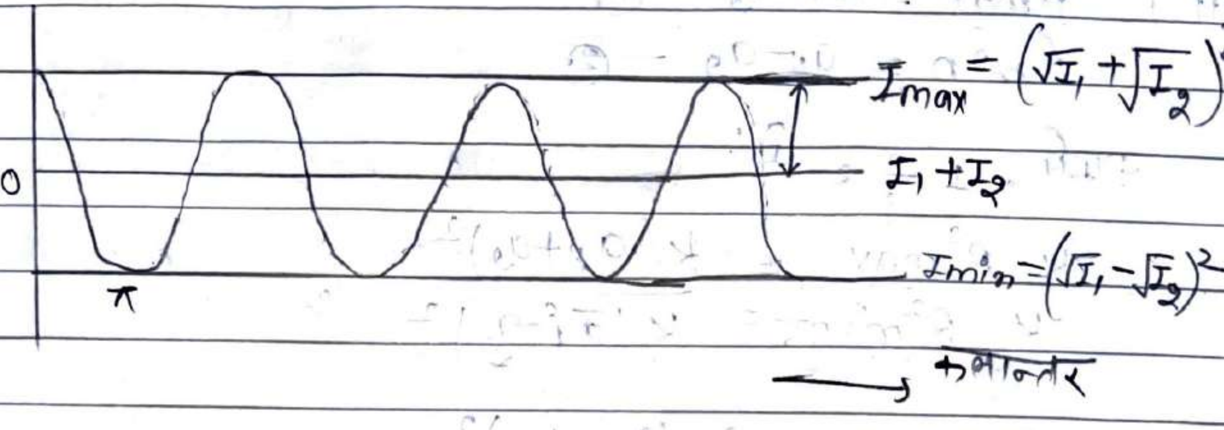
$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\cancel{a_2^2}\left(\frac{a_1}{a_2}+1\right)^2}{\cancel{a_2^2}\left(\frac{a_1}{a_2}-1\right)^2}$$

$$\boxed{\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\left(\frac{a_1}{a_2}+1\right)^2}{\left(\frac{a_1}{a_2}-1\right)^2}}$$

* **व्यतिकरण में ऊर्जा संरक्षण** –

जब दो या दो से अधिक तरंगे संचरित होती हुई अध्यारोपित होती हैं तो परिणामी तरंग के प्रत्येक बिंदु पर तीव्रता का मान 2I प्राप्त होता है लेकिन जब ये कला सम्बद्ध तरंगे एक ही माध्यम तथा एक ही दिशा में सम्परित होती हुई किसी बिंदु पर अध्यारोपित होती हैं तो व्यतिकरण कि घटना घटित होती है। जिसके कारण विनाशी बिंदुओ कि ऊर्जा को सम्पोषी बिंदुओ की ओर स्थानान्तरित कर दिया जाता है जिसके कारण सम्पोषी बिंदुओ पर ऊर्जा का मान अर्थात तीव्रता का मान 4I प्राप्त होता है जबकि विनाशी बिंदुओ पर ऊर्जा का मान शुन्य प्राप्त होता है अतः इस स्थिती में कुल ऊर्जा का मान संरक्षित रहता है। जिसके कारण व्यतिकरण में ऊर्जा संरक्षण के नियम कि पालना होती

है।



Q. सिद्ध करो कि व्यतिकरण की घटना में ऊर्जा संरक्षण कि पालना होती हैं। (गणितीय विधि से)

व्यतिकरण से पुर्व तीव्रता -

$$I = I_1 + I_2 \quad -(1)$$

व्यतिकरण के बाद तीव्रता -

$$I = \frac{I_{max} + I_{min}}{2}$$

$\because I_{max} = (\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2$

$\because I_{min} = (\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2})^2$

$$I = \frac{(\sqrt{I_1} + \sqrt{I_2})^2 + (\sqrt{I_1} - \sqrt{I_2})^2}{2}$$

$$I = \frac{I_1 + I_2 + \cancel{2\sqrt{I_1 I_2}} + I_1 + I_2 - \cancel{2\sqrt{I_1 I_2}}}{2}$$

$$I = \frac{2I_1 + 2I_2}{2}$$

$$I = \frac{\cancel{2}(I_1 + I_2)}{\cancel{2}}$$

$$\boxed{I = I_1 + I_2}$$

~~प्रश्न~~ Eg. 1, 2, 3.
A. 9.1.

Q.1. यदि दो तरंगो कि तीव्रताओं का अनुपात 81:1 हैं तो तथा ये तरंगे व्यतिकरण कि घटना उत्पन्न करती है तो अधिकतम व न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात ज्ञात करो?

Q. दो कलासम्बद्ध प्रकाश स्रोतो से प्राप्त प्रकाश कि तीव्रताओं के मान क्रमशः I व 2I हैं तथा इनके मध्य बनने वाले कोण का मान 60° है तो परिणामी तरंग की तीव्रता का मान ज्ञात करो?

Q. दो स्लिटो की चौड़ाईयो का अनुपात 1:4 हैं तो व्यतिकरण प्रतिरूप में अधिकतम व न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात ज्ञात करो?

1. $\frac{I_1}{I_2} = \frac{81}{1}$

Solu. $\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\left(\sqrt{\frac{I_1}{I_2}}+1\right)^2}{\left(\sqrt{\frac{I_1}{I_2}}-1\right)^2}$

$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\left(\sqrt{\frac{81}{1}}+1\right)^2}{\left(\sqrt{\frac{81}{1}}-1\right)^2}$

$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\left(\frac{9}{1}+1\right)^2}{\left(\frac{9}{1}-1\right)^2} = \frac{(10)^2}{(8)^2}$

$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{100}{64} = \frac{25}{16}$

2. $I_1 = I, \; I_2 = 2I$
$\theta = 60°$

Sol" $I_R = I_1 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\phi + I_2$ से

$I_R = I + 2\sqrt{I \times 2I}\,\cos 60° + 2I$

$I_R = I + \cancel{2} I\sqrt{2} \times \frac{1}{\cancel{2}} \times 2I$

$I_R = 3I + \sqrt{2}\,I$

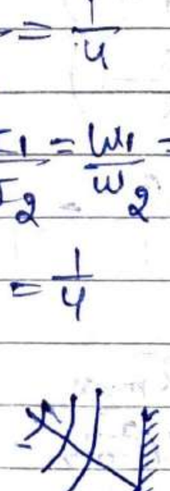
$I_R = I(3+\sqrt{2}) = 4.414I$

3. $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{4}$

Sol" $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{1}{4}$

12.1



Date
Page

12.2

Sol

स्नैल के नियम से –

$n_1 \times \sin i = n_2 \times \sin r$

$1 \times \sin 45° = \sqrt{2} \times \sin r$

$1 \times \frac{1}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} \sin r$

$\sin r = \frac{1}{2}$

$r = \sin^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$

$r = 30°$

12.3. $\frac{a_1}{a_2} = \frac{3}{2}$

Sol i) $\frac{R_{max}}{R_{min}} = \frac{\left(\frac{a_1}{a_2}+1\right)}{\left(\frac{a_1}{a_2}-1\right)}$

$\frac{R_{max}}{R_{min}} = \frac{\left(\frac{3}{2}+1\right)}{\left(\frac{3}{2}-1\right)}$

$= \frac{5}{2} \times \frac{2}{1} = \frac{5}{1}$

ii) $\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{KR^2_{max}}{KR^2_{min}}$

$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \left(\frac{5}{1}\right)^2$

$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{25}{1}$

12.

A.Q.1. $\frac{a_1}{a_2} = \frac{2}{1}$

$\frac{R_{max}}{R_{min}} = \frac{\left(\frac{2}{1}+1\right)}{\left(\frac{2}{1}-1\right)}$

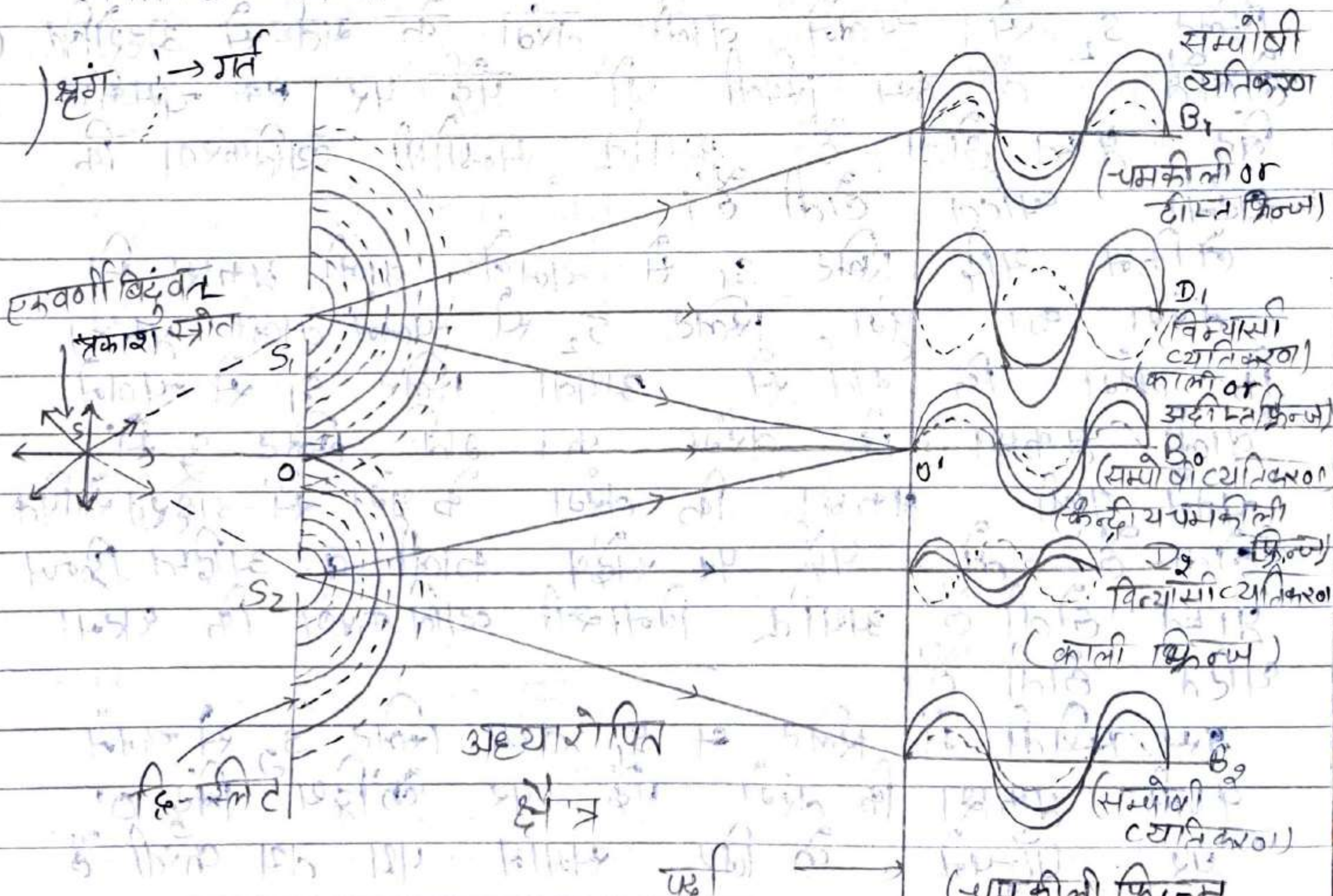
$\frac{R_{max}}{R_{min}} = \frac{3}{1}$

Note:- यदि स्लिटो की चौडाईयाँ w_1 तथा w_2 हैं तो इनका आयाम तथा तीव्रताओ के साथ निम्न सम्बन्ध होता हैं।

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{W_1}{W_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}$$

*** यंग का द्वि-स्लिट प्रयोग-**
वैज्ञानिक यंग ने व्यतिकरण कि घटना को समझाने के लिए एक प्रयोग किया जिसे यंग का द्वि स्लिट प्रयोग कहा जाता हैं। जिसकी प्रायोगिक व्यवस्था निम्न हैं।

प्रायोगिक व्यवस्था-



Date
Page

माना S कोई एकवर्णी बिंदुवत् प्रकाश स्त्रोत हैं जिसके सम्मुख द्वि-स्लिट को रखा गया है तथा इस स्लिट से उचित दूरी पर एक पर्दे को रखा गया है जिसपर व्यतिकरण प्रतिरूप ~~रखा गया~~ प्राप्त होता है।

व्याख्या-

एकवर्णी बिंदुवत् प्रकाश स्त्रोत S से जब प्रकाश द्वि स्लिट पर आपतित होता है तो तरंगाग्र विभाजन कि विधि द्वारा इससे दो कलासंबद्ध प्रकाश स्त्रोत प्राप्त होते हैं जिनके अध्यारोपण से पर्दे पर व्यतिकरण कि घटना घटित होती है,

इस स्थिती में जब स्लिट S_1 से चलने वाली तरंग का शृंग स्लिट S_2 से चलने वाली तरंग के शृंग से अथवा स्लिट S_1 से चलने वाली तरंग का गर्त स्लिट S_2 से चलने वाली तरंग के गर्त से अध्यारोपित होता है तो इस स्थिती में पर्दे पर एक चमकीला बिंदु प्राप्त होता है अर्थात् सम्पोषी व्यतिकरण कि घटना घटित होती है।

लेकिन यदि स्लिट S_1 से चलने वाली प्रकाश की तरंग का शृंग स्लिट S_2 से चलने वाली प्रकाश कि तरंग कि गर्त से अथवा स्लिट S_1 से चलने वाली प्रकाश कि तरंग का गर्त स्लिट S_2 से चलने वाली प्रकाश कि तरंग के शृंग से अध्यारोपित होता है तो पर्दे पर सदैव काली व अदीप्त फ्रिन्ज प्राप्त होती हैं अर्थात् विनाशी व्यतिकरण कि घटना घटित होती है।

इस स्थीती में स्लिट S_1 तथा स्लिट S_2 से चलने वाली प्रकाश कि तरंगे पर्दे पर केंद्रिय बिंदु O' पर पहुँचने के लिए समान पथ तय करती हैं

Date
Page

जिसके कारण इनके मध्य पथान्तर का मान शुन्य प्राप्त होता है जिसके कारण केन्द्रीय बिंदु सदैव दिप्त प्राप्त होता हैं अर्थात केन्द्रीय बिंदु पर सदैव सम्पोषी व्यतिकरण कि घटना घटित होती हैं।

* फ्रिन्ज चौडाई –
दो क्रमागत दिप्त या अदिप्त फ्रिन्जो के मध्य कि दूरी को ही फ्रिन्ज चौड़ाई कहा जाता हैं।
इसका मान – $\boxed{\beta = \frac{\lambda D}{d}}$

Q. यदि दो कलान्तर सम्बद्ध तरंगो के मध्य पथान्तर का मान $\lambda/6$ हैं तो यदि प्रत्येक तरंग कि तीव्रता I है तो परिणामी तरंग कि तीव्रता का मान ज्ञात करो?

Q: यदि किसी प्रकाश स्त्रोत से पीला प्रकाश किसी बिंदु पर आपतित कराया जाता हैं तथा इस बिंदु पर तरंगो कि मध्य पथान्तर का मान $3\lambda/2$ है तो यह बिंदु किस रंग का होगा।

λ पथान्तर होने पर कलान्तर $= 2\pi$

1 " " " $= \frac{2\pi}{\lambda}$

$\frac{\lambda}{6}$ " " $= \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{6}$

$\phi = \frac{\pi}{3}$

तीव्रता –

$I_R = I_1 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\phi + I_2$

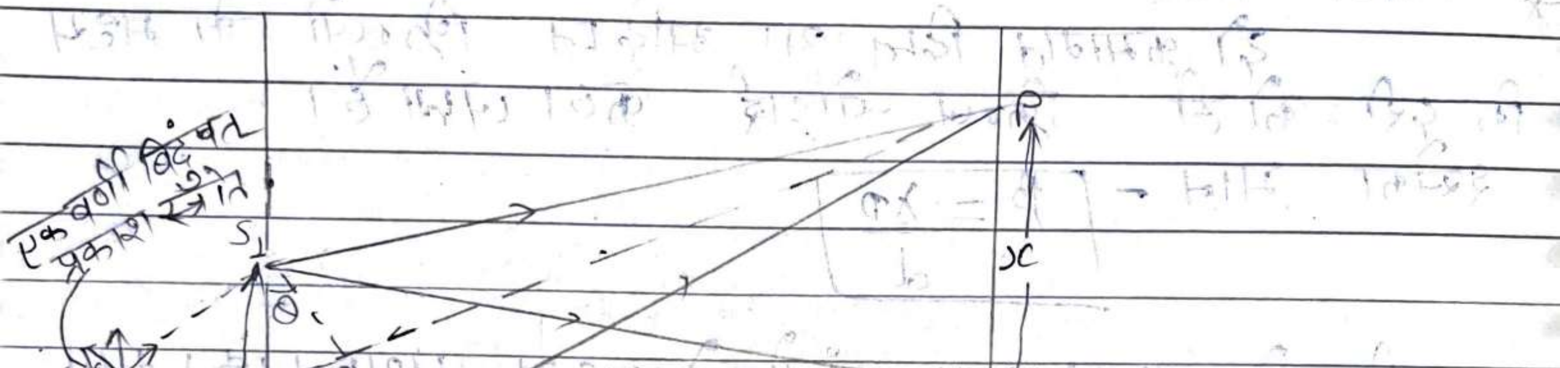
$I_R = I + 2I\cos\frac{\pi}{3} + I$

$I_R = 2I + 2I \times \frac{1}{2}$

$\boxed{I_R = 3I}$

2. पथान्तर $\frac{3\lambda}{2}$ होने के कारण विनाशी व्यतिकरण कि घटना घटित होती हैं जिसके कारण यह बिंदु काला (अदिप्त) प्राप्त होता हैं।

* फ्रिन्ज चौडाई के सुत्र कि व्युत्पत्ति -



इस स्थिती में चित्र से स्पष्ट होता हैं कि स्लिट S_1 व S_2 से चलने वाली प्रकाश कि तरंगो को परदे पर केन्द्रिय बिंदु O' पर पँहुचने के लिए समान पथ तय करना पड़ता हैं जिसके कारण इनके मध्य पथान्तर का मान शून्य प्राप्त होता हैं जिसके कारण केंद्रिय बिंदु सदैव दिप्त अर्थात चमकीला प्राप्त होता हैं अर्थात केंद्रीय बिंदु पर सम्पोषी व्यतिकरण कि घटना घटित होती हैं।

लेकिन स्लिट S_1 तथा S_2 से चलने वाली प्रकाश कि तरंगो को पर्दे पर किसी अन्य बिंदु P पर

Date
Page

पहुँचने के लिए अलग - अलग पथ तय करना पड़ता है जिसके कारण इनके मध्य पथान्तर उत्पन्न होता है इस स्थिती में स्लिट S_1 से चलने वाली प्रकाश कि तरंगों को S_2 से चलने वाली प्रकाश कि तरंगों कि अपेक्षा कम पथ तय करना पड़ता है जिसके कारण पथान्तर का मान–

$$S_2B = S_2P - S_1P \quad \text{—(1)}$$

चित्र से: समकोण $\Delta\, OO'P$ में–

$$\tan\theta = \frac{L}{A} = \frac{x}{D}$$

$$\tan\theta = \frac{x}{D}$$

यदि कोण का मान अत्यल्प हो तो–

$$\tan\theta \simeq \theta$$

$$\theta = \frac{x}{D} \quad \text{—(2)}$$

इसी प्रकार समकोण ΔS_1BS_2 में–

$$\sin\theta = \frac{L}{K} = \frac{S_2B}{d}$$

$$\sin\theta = \frac{S_2B}{d}$$

यदि कोण का मान अत्यल्प हो तो–

$$\sin\theta \simeq \theta$$

$$\theta = \frac{S_2B}{d} \quad \text{—(3)}$$

समी. (2) व (3) से

$$\frac{x}{D} = \frac{S_2B}{d}$$

Date
Page

$$\boxed{x = \frac{S_2B}{d} \times D} \quad \text{--- (4)}$$

Case I. यदि बिंदु P दिप्त प्राप्त होता है। तो इस स्थिती में पथान्तर का मान $S_2B = \Delta = \lambda, 2\lambda, \ldots n\lambda$ प्राप्त होता है तो इस स्थिती में –

समी. (4) से –

n वी दिप्त फ्रिन्ज के लिए

$$x_n = \frac{n\lambda}{d} \times D \quad \text{--- (5)}$$

(n+1) वी दीप्त फ्रिन्ज के लिए

$$x_{n+1} = \frac{(n+1)\lambda D}{d} \quad \text{--- (6)}$$

अतः दीप्त फ्रिन्ज कि फ्रिन्ज चौड़ाई –

$$\beta_{दीप्त} = x_{n+1} - x_n$$

$$\beta_{दीप्त} = \frac{(n+1)\lambda D}{d} - \frac{n\lambda D}{d}$$

$$\beta_{दीप्त} = \frac{\lambda D}{d}[(n+1) - n]$$

$$\beta_{दीप्त} = \frac{\lambda D}{d}[\cancel{n} + 1 - \cancel{n}]$$

$$\boxed{\beta_{दीप्त} = \frac{\lambda D}{d}} \quad \text{--- (7)}$$

Case II यदि बिंदु p अदिप्त हो तो इस स्थिती में पथान्तर का मान $S_2B = \Delta = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \ldots (n+\frac{1}{2})\lambda$ प्राप्त होता है तो इस स्थिती में फ्रिन्ज चौडाई –

समी. (6) से –
n वी. अदिप्त फ्रिन्ज के लिए

$$x_n = \frac{(n+\frac{1}{2}\lambda)}{d} \times D \quad \text{—— (8)}$$

(n+1) वी. अदीप्त फ्रिन्ज के लिए –

$$x_{n+1} = \frac{(n+1+\frac{1}{2})\lambda D}{d} \quad \text{—— (9)}$$

अतः अदीप्त फ्रिन्ज कि फ्रिन्ज चौडाई –

$$\beta_{अदीप्त} = x_{n+1} - x_n$$

$$\beta_{अदीप्त} = \frac{(n+1+\frac{1}{2})\lambda D}{d} - \frac{(n+\frac{1}{2})\lambda D}{d}$$

$$\beta_{अदिप्त} = \frac{\lambda D}{d}\left[\cancel{n}+1+\cancel{\tfrac{1}{2}}-\cancel{n}-\cancel{\tfrac{1}{2}}\right]$$

$$\boxed{\beta_{अदीप्त} = \frac{\lambda D}{d}} \quad \text{—— (10)}$$

अत: समी. (7) व (10) से स्पष्ट होता है कि दिप्त तथा अदीप्त फ्रिन्जों के लिए फ्रिन्ज चौडाई का मान समान प्राप्त होता है।

* β की निर्भरता –

i) $\beta \propto \lambda$

ii) $\beta \propto D$

iii) $\beta \propto \frac{1}{d}$

Date
Page

* श्वेत प्रकाश से प्राप्त व्यतिकरण प्रतिरूप कि विशेषताएँ-

1. इस व्यतिकरण प्रतिरूप में केंद्रिय बिंदु सदैव श्वेत प्राप्त होता है अर्थात केंद्रिय बिंदु में सभी रंग विद्यमान होते हैं।
2. इस व्यतिकरण प्रतिरूप में केंद्रीय बिंदु पर सभी रंगों कि फ्रिन्जे विद्यमान होती है।
3. इस व्यतिकरण प्रतिरूप में सभी रंगो कि फ्रिन्जो कि फ्रिन्ज चौडाई का मान अलग-2 प्राप्त होता है।
4. इस व्यतिकरण प्रतिरूप में ओंत दिप्त फ्रिन्जो का आंतरिक सिरा बैंगनी जबकि बाहरी सिरा लाल होता है जबकि अदिप्त फ्रिन्जों के लिए ये सिरे उल्टे होते हैं।
5. इस व्यतिकरण प्रतिरूप में फ्रिन्जों कि संख्या बढने पर (कोटि बढने पर) इनमें विभेदन संभव नहीं हो पाता।

Q. यंग के द्वि स्लिट प्रयोग में लाल हरे तथा नारंगी रंग के प्रकाश का उपयोग किया गया है तो इनसे प्राप्त फ्रिन्जो कि फ्रिन्ज चौड़ाइयों को अवरोही क्रम में लिखो?

Ans $\beta_{लाल} > \beta_{नारंगी} > \beta_{हरा}$

Q.1 यदि यंग के द्वि स्लिट प्रयोग को निर्वात कि वजाय किसी माध्यम में किया जाए तो फ्रिन्ज चौडाई पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

Q.2. यदि यंग के द्वि स्लिट प्रयोग में एक स्लिट को ढक दिया जाये जो पर्दे पर प्राप्त व्यतिकरण प्रतिरूप पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

Q.3 फ्रिन्ज चौडाई को बढाने के लिए D को बढ़ाना

व d को घटाना दोनो में से श्रेष्ठ उपाय कौनसा है और क्यों।

Q. क्या दो स्वतंत्र कला सम्बद्ध प्रकाश स्त्रोतों से पर्दे पर व्यतिकरण प्रतिरूप प्राप्त किया जा सकता है।

* व्यतिकरण की प्रमुख शर्ते–

i) दोनो प्रकाश स्त्रोत कला सम्बद्ध होने चाहिए। अर्थात उत्सर्जित तरंगो के मध्य कलांतर समय के साथ नियत होना चाहिए।

ii) दोनो स्त्रोत एकवर्णी होने चाहिए अर्थात इनमें प्राप्त तरंगों की आवृत्ति तथा तरंगदैर्घ्य बराबर होनी चाहिए।

iii) दोनो तरंगो के आयाम बराबर या लगभग बराबर होने चाहिए इससे विनाशी व्यतिकरण की स्थिती में पूर्ण अंधकार होता है जिससे व्यतिकरण फ्रिन्जो के मध्य विपर्यास अच्छा होता है जिससे व्यतिकरण स्पष्ट दिखाई देता है।

iv) दोनों तरंगे एक ही दिशा में संचरित होनी चाहिए

v) दोनो प्रकाश अति निकट होने चाहिए।

vi) दोनो प्रकाश स्त्रोत अथवा स्त्रोत स्लिटो की चौड़ाई अत्यन्त संकीर्ण होनी चाहिए।

vii) तरंगो के मध्य पथांतर बहुत अधिक नही होता है।

viii) यदि प्रकाश तरंगे ध्रुवित है तो इनके ध्रुवणतल एक ही तल में होने चाहिए अन्यथा पर्दे पर एक समान तीव्रता प्राप्त होगी।

Ans.1. इस स्थिती में गर्म माध्यम होने पर λ के मान में कमी होती है जिसके कारण फ्रिन्ज चौड़ाई का मान

भी घट जाता हैं।

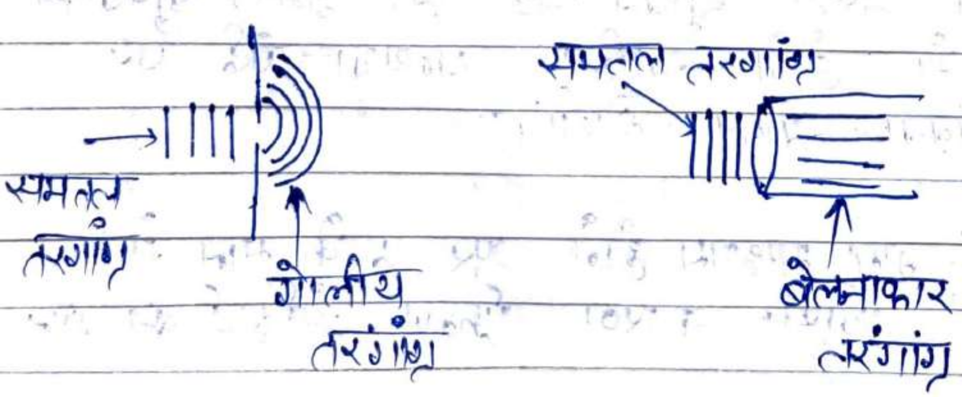
2. इस स्थिती में पर्दे पर कोई व्यतिकरण कि घटना घटित नही होती क्योकि व्यतिकरण के लिए दो कला सम्बद्ध स्त्रोतो का होना आवश्यक हैं।

3. फ्रिन्ज चौडाई को बढाने के लिए d को घटाना अधिक श्रेष्ठ होता हैं क्योकि D को बढाने से स्लिट तथा पर्दे के बीच कि दूरी बढती हैं जिसके कारण पर्दे पर प्राप्त व्यतिकरण प्रतिरूप अस्पष्ट नजर आता हैं। इस कारण d को घटाना अधिक श्रेष्ट होता हैं।

4. इस स्थिती में कोई व्यतिकरण कि घटना घटित नही होगी क्योकि इनके कलान्तर का मान स्वतंत्र होने के कारण भिन्न-2 होगा।

विवर्तन -

जब किसी प्रकाश स्त्रोत के सम्मुख किसी द्वारक, अवरोधक या पर्दे को रख दिया जाता हैं तो प्रकाश इस द्वारक अवरोधक या पर्दे के किनारों से मुड़कर पीछे के ज्यामिति छाया क्षेत्र में फैल जाती हैं प्रकाश के इस प्रकार मुड़कर फैलने की घटना को ही विवर्तन कहा जाता हैं।



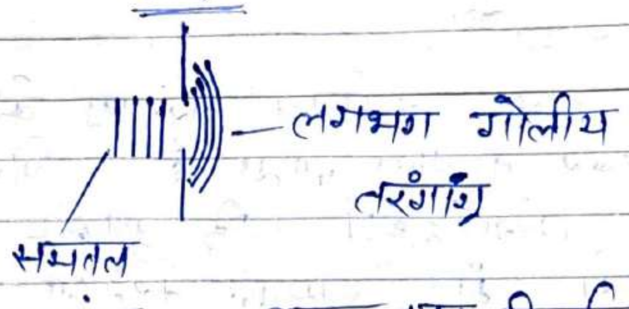
Date
Page

* विवर्तन कि निर्भरता –

$a < \lambda$

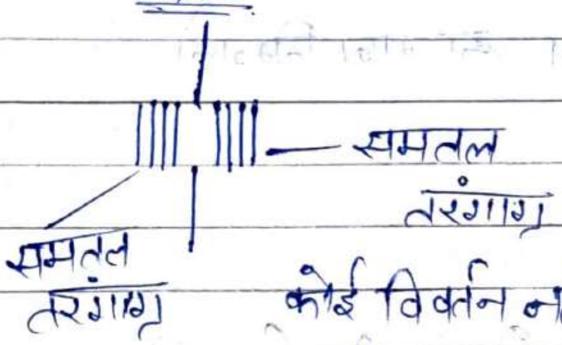
अधिकतम विवर्तन
चित्र (1)

$a = \lambda$



बहुत कम विवर्तन
चित्र (2)

$a > \lambda$



कोई विवर्तन नही
चित्र –③

1. जब किसी समतल तरंगाग्र को किसी ऐसे द्वारक से होकर गुजारा जाता है जिसका आकार आपतित प्रकाश कि तरंगदैर्ध्य कि तुलना मे कम हो तो यह समतल तरंगाग्र गोलीय तरंगाग्र मे परिवर्तित हो जाता है अर्थात इस स्थिती मे अधिकतम विवर्तन कि घटना घटित होती है जैसा कि चित्र ① से स्पष्ट है।
2. जब किसी समतल तरंगाग्र को किसी ऐसे द्वारक पर आपतित कराया जाता है जिसका आकार आपतित प्रकाश के तरंगदैर्ध्य के बराबर होता है तो उस स्थिती मे समतल तरंगाग्र → लगभग गोलीय तरंगाग्र

में परिवर्तित हो जाता हैं अर्थात इस स्थिती में बहुत कम विवर्तन कि घटना घटित होती हैं। जैसा कि चित्र (2) से स्पष्ट हैं।

3. जब समतल तरंगाग्र को किसी ऐसे द्वारक से होकर गुजारा जाता हैं जिसका आकार आपतित प्रकाश कि तरंग दैर्घ्य कि तुलना में अधिक होता हैं तो इस स्थिती में समतल तरंगाग्र में कोई परिवर्तन नही होता अर्थात इस स्थिती मे कोई विवर्तन कि घटना घटित नही होती जैसा कि चित्र - (3) से स्पष्ट हैं।

अतः इससे स्पष्ट होता हैं कि विवर्तन का मान निम्न दो कारकों पर निर्भर करता हैं।

i) द्वारक का आकार (a)

ii) आपतित प्रकाश कि तरंगदैर्घ्य (λ)

* ध्वनि तरंगो तथा प्रकाश तरंगो के विवर्तन कि तुलना -

ध्वनि तरंगो के लिए तरंग दैर्घ्य कि कोटि का मान लगभग 1m कोटि का होता हैं तथा इतने आकार का या इससे कम आकार का द्वारक बनाना आसानी से सम्भव है इस कारण ध्वनि तरंगों का विवर्तन आसानी से प्रेक्षित होता हैं लेकिन प्रकाश तरंगो कि तरंगदैर्घ्य कोटि का मान लगभग $10^{-7}m$ कोटि का होता है इतने आकार को या इससे कम आकार का द्वारक बनाना आसानी से सम्भव नही होता। इस कारण प्रकाश तरंगो का विवर्तन भी आसानी से प्रेक्षित नही होता।

Date
Page

* विवर्तन के प्रकार –

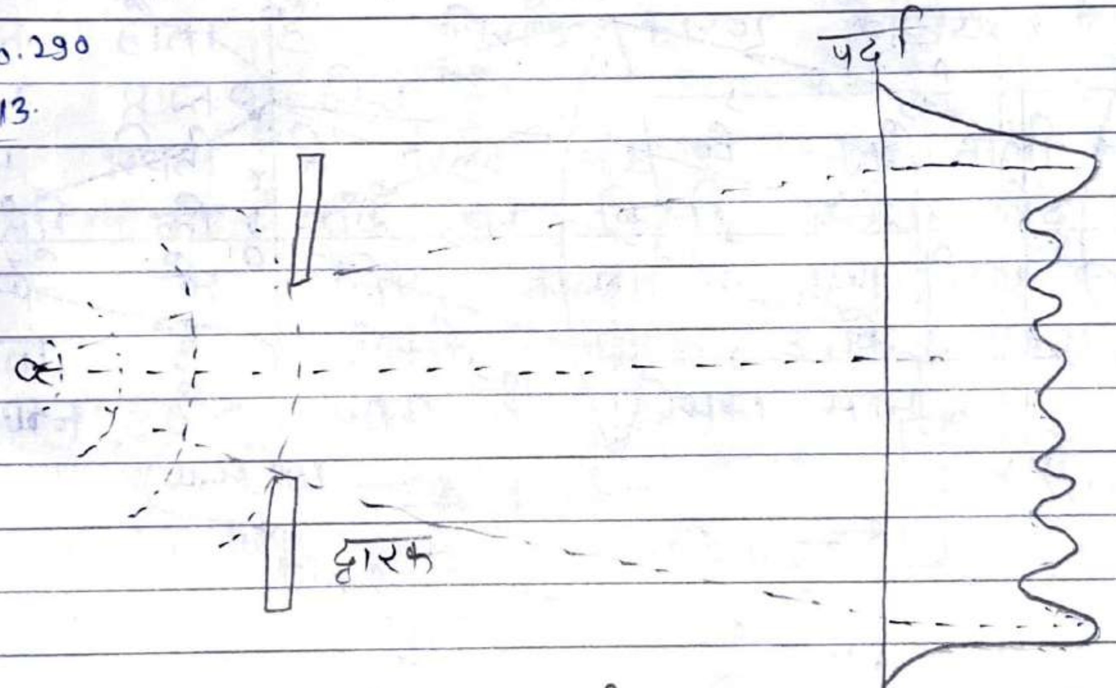
विवर्तक से प्रकाश स्त्रोत तथा पर्दे के मध्य कि दूरी के आधार पर विवर्तन दो प्रकार का होता हैं।

1. फ्रेनल विवर्तन 2. फ्रानहॉफर विवर्तन

1. फ्रेनल विवर्तन –

वह विवर्तन जिसमे विवर्तक से प्रकाश स्त्रोत तथा पर्दे के मध्य कि दूरी सिमित होती हैं उसे फ्रेनल विवर्तन कहा जाता हैं। तथा इस विवर्तन मे आपतित व विवर्तित तरंगाग्र सदैव गोलीय या बेलनाकार होते हैं। तथा इस प्रकार के विवर्तन में लैंस अथवा दर्पण का उपयोग नही किया जा सकता।

Page no. 290
12.13



फ्रेनल विवर्तन

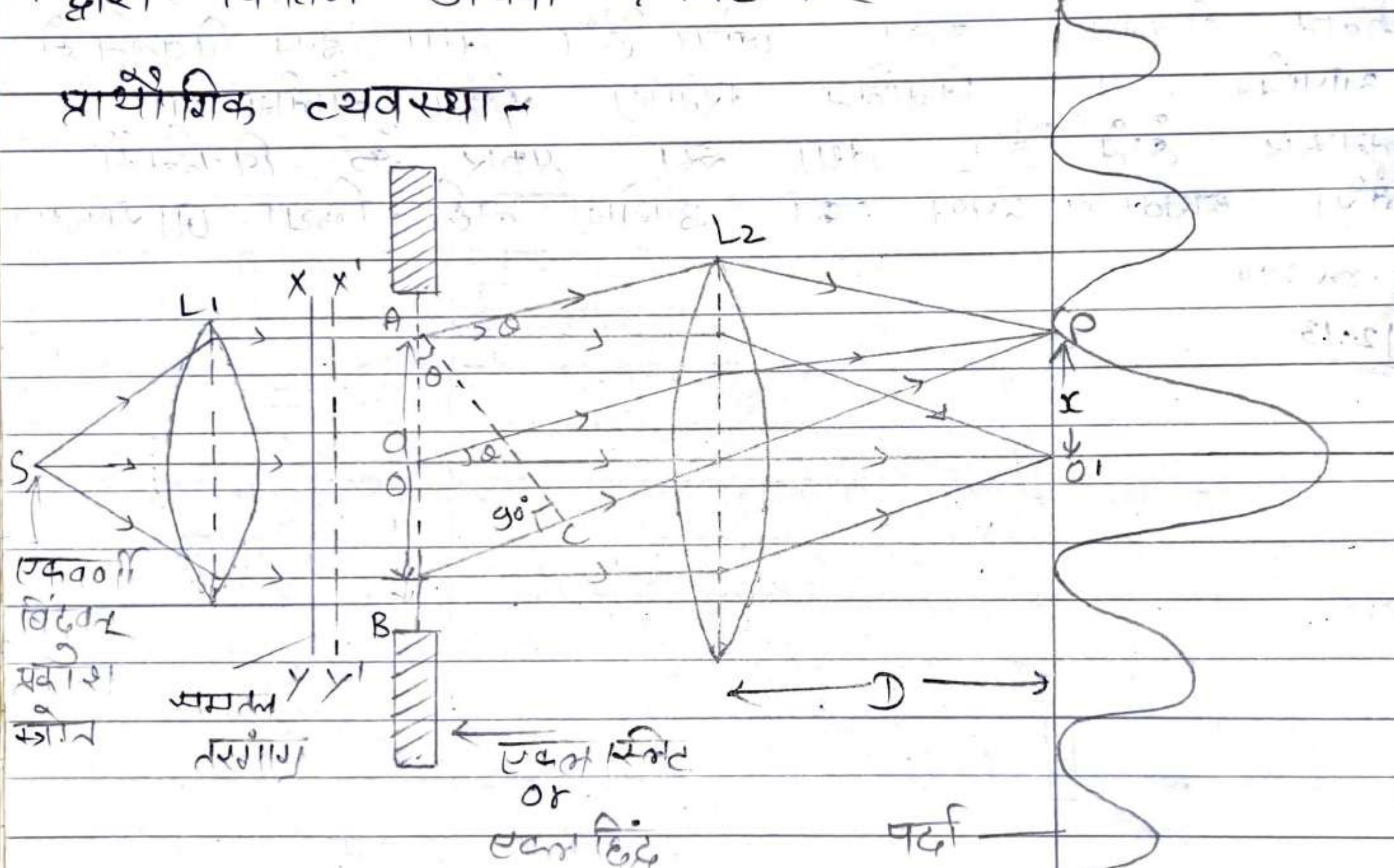
2. फ्रानहॉफर विवर्तन –

वह विवर्तन जिसमे विवर्तक से प्रकाश स्त्रोत तथा पर्दे के मध्य कि दूरी असीमित होती हैं अर्थात अनन्त होती हैं। तथा इस प्रकार के विवर्तन मैं आपतित व विवर्तित तरंगाग्र सदैव समतल प्राप्त होता हैं। इस प्रकार के विवर्तन को फ्रानहॉफर विवर्तन

कहा जाता है।
इस प्रकार के विवर्तन में लैंस तथा दर्पण का उपयोग किया जाता है तथा इस प्रकार के विवर्तन में दैर्ध्य दूरी महत्त्वपूर्ण होती है।

Imp एकल स्लिट अथवा एकल झिरी अथवा एकल छिद्र के द्वारा विवर्तन अथवा फ्रानहॉफर विवर्तन —

प्रायोगिक व्यवस्था —



बनावट —
माना S एक वर्णी बिंदुवत् प्रकाश स्रोत है जिसके फोकस पर एक उत्तल लैंस L_1 रखा गया है जिससे समतल तरंगाग्र प्राप्त होता है तथा इस समतल तरंगाग्र के सम्मुख एकल स्लिट को रखा गया है जो विवर्तन की घटना को प्रदर्शित करती है, जिसके सम्मुख एक अन्य उत्तल लैंस L_2 को रखा गया है

Date
Page

जिसके फोकस पर एक पर्दा स्थित है जिसपर विवर्तन प्रतिरूप प्राप्त होता है।

व्याख्या / कार्यविधि -
उत्तल लैंस L_1 से प्राप्त समतल तरंगाग्र को जब एकल स्लिट से होकर गुजारा जाता है तो इस स्थिती में विवर्तन की घटना घटित होती है। इस स्थिती में स्लिट के A तथा B बिंदु से चलने वाली प्रकाश कि तरंगो को केंद्रीय बिंदु O पर पहुँचने के लिए समान पथ तय करना पड़ता है। जिसके कारण इनके मध्य पथांतर का मान शुन्य प्राप्त होता हैं जिसके कारण केंद्रीय बिंदु सदैव दिप्त प्राप्त होता हैं। इस स्थिती में स्लिट AB से चलने वाली प्रकाश कि तरंगो को पर्दे पर किसी अन्य बिंदु P पर पहुँचने के लिए अलग -2 पथ तय करना पड़ता है जिसके कारण इनके मध्य पथांतर उत्पन्न हो जाता हैं जिसका मान -

समकोण ΔACB में -

$$\sin\theta = \frac{L}{K} = \frac{BC}{a}$$

$$\Delta = BC = a\sin\theta \quad \text{---} (1)$$

इस स्थिती में यदि पथांतर $\Delta = BC = \lambda$ हो तो इस स्थिती में ज्यामिती के अनुसार स्लिट AB को दो समान भागो क्रमशः AO तथा OB से मिलकर बना माना जाता हैं जिसके कारण सममिती के अनुसार प्रत्येक भाग के पथांतर का मान $\frac{\lambda}{2}$ प्राप्त होता हैं जिसके कारण बिंदु p अदिप्त (काला)

प्राप्त होता है। लेकिन यदि $\Delta = BC = 2\lambda$ हो तो इस स्थिती में ज्यामिती के अनुसार 4 समान भागो से मिलकर बना जाता है जिसके कारण समीमिती के अनुसार पुन: पथांतर का मान $\frac{\lambda}{2}$ प्राप्त होता है जिसके कारण बिंदु P पुन: अदिप्त प्राप्त होता है। तो इस स्थिती में निम्नीष्ट की शर्त के लिए –

$$\Delta = BC = n\lambda$$

समी (1) से –

$$n\lambda = a\sin\theta \quad \text{—— (2)}$$

(ब्रेग का समी॰ व विवर्तन का नियम)

यदि कोण का मान अत्यल्प है।

$$\sin\theta \cong \theta$$

$$n\lambda = a\theta$$

$$\boxed{\theta = \frac{n\lambda}{a}} \quad \text{—— (3)}$$

लेकिन यदि $\Delta = BC = \frac{3\lambda}{2}$ हो तो ज्यामिती के अनुसार स्लिट AB की तीन समान भागों से मिलकर बना माना जाता है जिसके कारण पुन: पथांतर का मान $\frac{\lambda}{2}$ प्राप्त होता है लेकिन इस स्थिती 2 भागो के कारण बिंदु P अदिप्त जबकि एक भाग के कारण बिंदु P दिप्त प्राप्त होता है। तो इस स्थिती में उच्चीष्ट की शर्त के लिए

$$\Delta = BC = \left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda$$

समी॰ (1) से –

$$\left(n + \frac{1}{2}\right)\lambda = a\sin\theta$$

यदि कोण का मान अत्यल्प हो तो:-

$$\sin\theta \simeq \theta$$

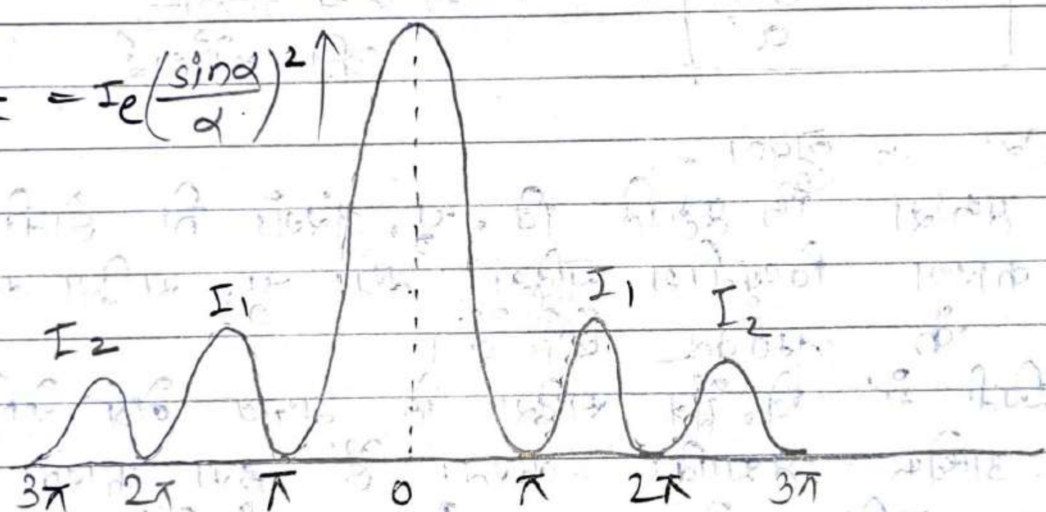
$$\left(n+\frac{1}{2}\right)\lambda = a\theta$$

$$\boxed{\theta = \frac{\left(n+\frac{1}{2}\right)\lambda}{a}} \quad —(9)$$

* एकल स्लिट से प्राप्त विवर्तन में तीव्रता वितरण आरेख -

22/1. 12:16.

$$I = I_e\left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2$$



Note. केंद्रीय उच्चिष्ट की चौड़ाई -
विवर्तन के नियम से:-

$$n\lambda = a\sin\theta$$

$$\theta = \frac{n\lambda}{a}$$

$\because n = 1$ होतो

$$\boxed{\theta = \frac{\lambda}{a}} \quad —(2)$$

Date
Page

चित्र से -

$\tan\theta = \frac{L}{A} = \frac{x}{D}$

यदि कोण का मान अत्यल्प हो तो -

$\tan\theta \cong \theta$

$\theta = \frac{x}{D}$ — ③

समी. ② व ③ से -

$\frac{x}{D} = \frac{\lambda}{a}$

$\boxed{2x = \frac{2\lambda D}{a}}$ ⟶ केंद्रिय उच्चिष्ठ की चौडाई

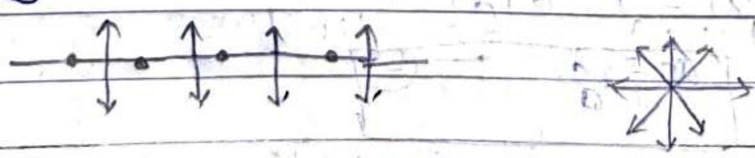
* प्रकाश का ध्रुवण -

प्रकाश कि प्रकृति वि. चु. तरंगो की होती है जिसके कारण विद्युतीय सदिश तथा चु. सदिश तरंग संचरण के लम्बवत होते हैं। इस स्थिती में वि. क्षैत्र सदिश हि मानव नेत्र रेटिना को सबसे अधिक प्रभावित करता हैं इस कारण इसे प्रकाशीय सदिश के नाम से जानते हैं।

अध्रुवीत प्रकाश -

वह प्रकाश जिसके कम्पन्न सभी सम्भव दिशाओं में पाए जाते हैं। इस प्रकार के प्रकाश को अध्रुवित प्रकाश कहा जाता है।

Note:- अध्रुवित प्रकाश को प्रदर्शित करने का तरीका -



Date
Page

ध्रुवीत प्रकाश –
वह प्रकाश जिसके कम्पन्न किसी एक हि दिशा में सिमित होते हैं उसे ध्रुवीत प्रकाश कहा जाता है

Note:– ध्रुवीत प्रकाश को प्रदर्शित करने का तरीका –

i) जब ध्रुवीत प्रकाश के कम्पन्न कागज तल के समांतर होते हैं तो इसे निम्न प्रकार प्रदर्शित किया जाता है

↕↕↕↕↕

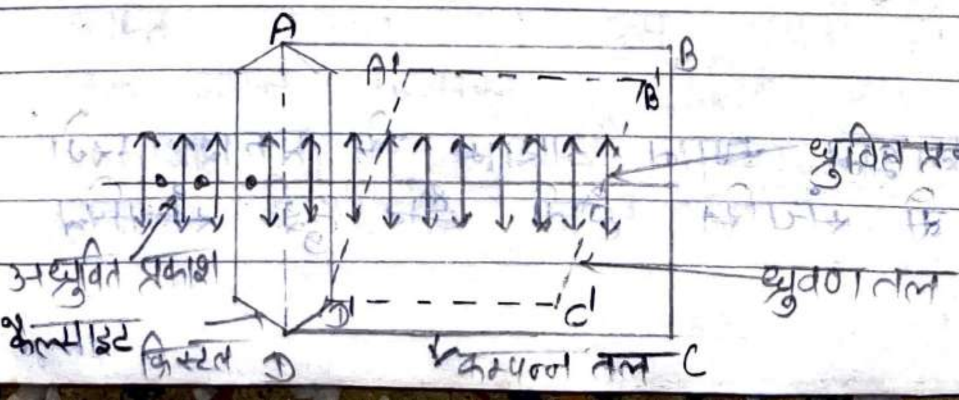
ii) जब ध्रुवित प्रकाश के कम्पन्न कागज तल के लम्बवत होते हैं तो इन्हे निम्न प्रकार प्रदर्शित किया जाता है।

—•—•—•—

ध्रुवण तल तथा कम्पन्न तल –

कम्पन्न तल –
वह तल जिसमें ध्रुवित प्रकाश के कम्पन्न स्थित होते हैं उसे कम्पन्न तल कहा जाता है।

ध्रुवण तल –
वह तल जिसमें ध्रुवित प्रकाश के कम्पन्न स्थित नहीं होते। उसे ध्रुवण तल कहा जाता है। तथा यह कम्पन्न तल के लम्बवत होता है।

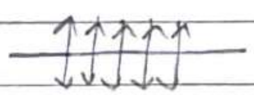


Date
Page

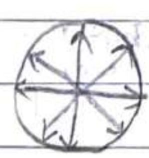
ध्रुवित प्रकाश के प्रकार अथवा ध्रुवण के प्रकार –
प्रकाशिय सदिश के कम्पन्नों के आधार पर ध्रुवित प्रकाश निम्न तीन प्रकार का होता है

1. समतल ध्रुवित प्रकाश या समतल ध्रुवण
2. वृत्तीय ध्रुवित प्रकाश या वृत्तीय ध्रुवण
3. दिर्घ वृत्तीय ध्रुवित प्रकाश या दीर्घ वृत्तीय ध्रुवण

1. समतल ध्रुवित प्रकाश –
जब किसी ध्रुवित प्रकाश के कम्पन्न किसी एक ही दिशा में सिमित होते हैं तो इस प्रकार प्राप्त प्रकाश को समतल ध्रुवित प्रकाश कहा जाता है तथा इस घटना को समतल ध्रुवण के नाम से जाना जाता है।

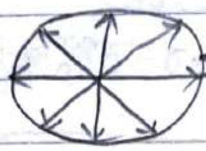


2. वृत्तीय ध्रुवण –
जब दो समान आयाम कि प्रकाश तरंगे एक हि दिशा में संचरित होती हुई अध्यारोपित होती हैं तो इस स्थिती में वृत्तीय ध्रुवण कि घटना घटित होती है इस प्रकार प्राप्त प्रकाश को वृत्तीय ध्रुवीत प्रकाश तथा इस घटना को वृत्तीय ध्रुवण कहा जाता है।



3. दीर्घ वृत्तीय ध्रुवण –
जब दो लगभग समान आयाम कि प्रकाश तरंगे एक ही माध्यम से संचरित होती हुई ~~संचरित~~

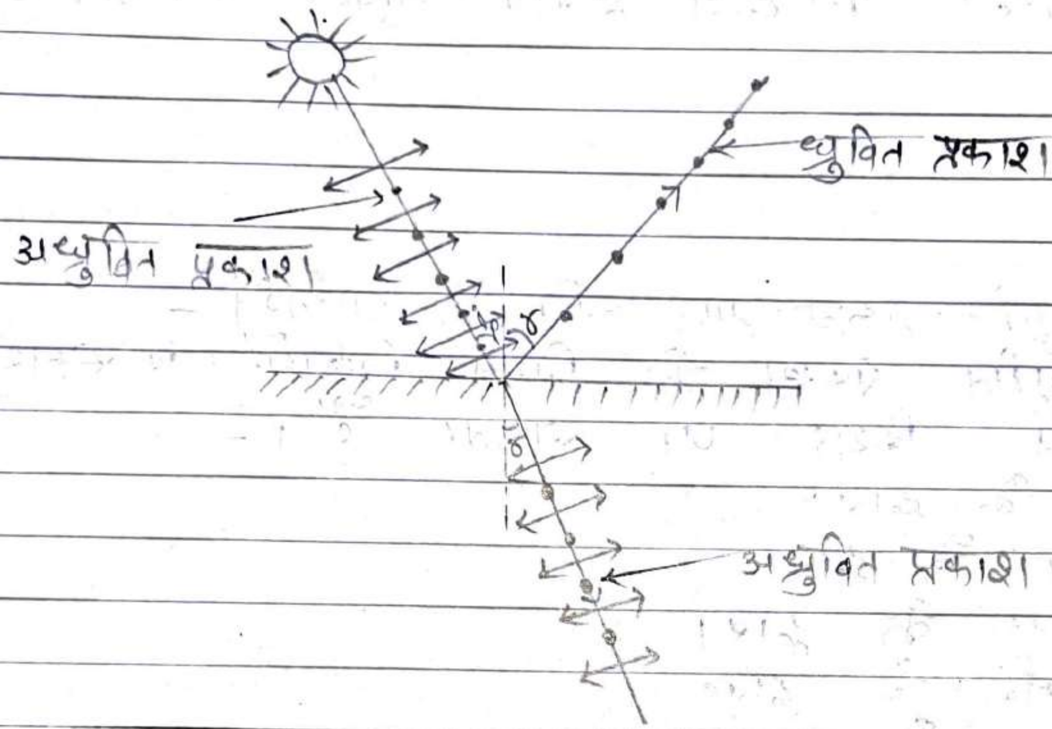
अध्यारोपित होती हैं तो ध्रुवीय ध्रुवण कि घटना घटित होती है।
इस प्रकार प्राप्त प्रकाश को दीर्घ वृत्तीय ध्रुवीत प्रकाश तथा इस घटना को दीर्घ वृतीय ध्रुवण कहा जाता है।


← दीर्घ वृत्तीय ध्रुवित प्रकाश

* समतल ध्रुवीत प्रकाश प्राप्त करने कि विधियाँ –
समतल ध्रुवीत प्रकाश को निम्न विधियों कि सहायता से प्राप्त किया जा सकता है। –
1. परावर्तन के द्वारा।
2. अपवर्तन के द्वारा।
3. द्वि-वर्णता के द्वारा।
4. द्वि-अपवर्तन के द्वारा।
5. प्रकीर्णन के द्वारा।

1. परावर्तन के द्वारा। –
जब किसी अध्रुवित प्रकाश को किसी परावर्तक पृष्ठ पर आपतित कराया जाता है तो इस स्थिती में प्रभावत इस प्रकाश का आंशिक रूप से परावर्तन तथा आंशिक रूप से अपवर्तन हो जाता है इस स्थिती में परावर्तित प्रकाश कि किरण आंशिक रूप से ध्रुवित जबकि अपवर्तित प्रकाश कि किरण पूर्ण रूप से अध्रुवित प्राप्त होती है। इस स्थिती में आपतन कोण का वह मान जिससे आंशिक रूप से परावर्तित ध्रुवित किरण पूर्ण रूप से ध्रुवित हो जाती है उसे ध्रुवण कोण के नाम से जाना जाता है इस

प्रकार परावर्तन के द्वारा समतल ध्रुवित प्रकाश प्राप्त किया जाता है।



ब्रुस्टर के नियम के अनुसार ध्रुवण कोण की स्पर्शज्या का मान माध्यम कि अपवर्तनांक के बराबर होता है अर्थात -

$$\mu = \tan i_p \quad —(1)$$

स्नैल के नियम से:-

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r} \text{ से}$$

$$\mu = \frac{\sin i_p}{\sin r} \quad —(2)$$

समी. (1) व (2) से

$$\tan i_p = \frac{\sin i_p}{\sin r}$$

Eq. 4-8.

$$\frac{\sin i_p}{\cos i_p} = \frac{\sin i_p}{\sin r}$$

$$\cos i_p = \sin r$$
$$\cos i_p = \cos(90^\circ - r)$$
$$i_p = 90^\circ - r$$

$$\boxed{i_p + r = 90^\circ}$$

अत: इससे स्पष्ट होता हैं कि आपतित किरण तथा परावर्तित किरण एक दूसरे के लम्बवत् होती हैं।

Q. व्यतिकरण तथा विवर्तन में अंतर लिखो ?

Q. यदि यंग के द्वि-स्लिट प्रयोग में 6000A° का प्रकाश आपतित कराने पर फ्रिन्ज चौडाई 0.2mm प्राप्त होती हैं तो यदि इस सम्पूर्ण उपकरण को जल में रख दिया जाए तो फ्रिन्ज चौड़ाई का मान कितना प्राप्त होगा ?

Q. 5100A° तरंगदैर्ध्य का हरा प्रकाश किसी द्वि-स्लिट पर आपतित कराया जाता है तो इस स्थिती में 200cm कि दूरी पर रखे पर्दे पर 2cm में 10 फ्रिन्जे प्राप्त होती है तो स्लिटों के मध्य कि दूरी ज्ञात करो ?

Q.1.

Q2. $\lambda = 6000 A^\circ$

$\beta = 0.2mm$

Sol^n जल में रखने पर तरंगदैर्ध्य

$\lambda' = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\cancel{6000}^{1500} \times 3}{4}$

$\lambda' = 4500 A^\circ$

$\because \beta \propto \lambda$ से

$\frac{\beta}{\beta'} = \frac{\lambda}{\lambda'}$

$\beta' = \beta \times \frac{\lambda'}{\lambda}$

$\beta' = \frac{0.\cancel{2} \times 10^{-3}}{10} \times \frac{\cancel{4500}^3}{\cancel{6000}_{\cancel{4}_2}}$

$= \frac{3}{2} \times 10^{-4} m$

$= 1.5 \times 10^{-4} m$

Q3 $\lambda = 5100 A^\circ$, $D = 200cm$

$\because$ 10 फ्रिंजे प्राप्त होती हैं $= 2cm$

$\therefore$ 1 " " " $= \frac{2}{10}$

$\beta = \frac{2}{10} cm$

$d = ?$

Sol^n $\beta = \frac{\lambda D}{d}$ से

$\frac{2}{10} \times 10^{-2} = \frac{5100 \times 10^{-10} \times 200 \times 10^{-2}}{d}$

$d = 5100 \times 10^{-10} \times 1000$

$d = 5100 \times 10^{-7}$

$d = 51 \times 10^{-5} m$

Q.4. $d = 0.2mm = 0.2 \times 10^{-3} m$

$\lambda = 8000 A^\circ = 8000 \times 10^{-10} m$

$D = 1m$, $\beta = ?$

Sol^n. $\beta = \frac{\lambda D}{d}$ से

$\beta = \frac{8000 \times 10^{-10} \times 1}{0.2 \times 10^{-3}}$

$\beta = \frac{\cancel{8}}{\cancel{2}} \times 10^{-6+3}$

$\beta = 4 \times 10^{-3} m$

Q.5. $\lambda_1 = 6600 A^\circ$, $n_1 = 60$

$\lambda_2 = 4400 A^\circ$, $n_2 = ?$

Sol^n $x = \frac{n \lambda D}{d}$ से

$x = \frac{n_1 \lambda_1 D}{d} = \frac{n_2 \lambda_2 D}{d}$

$n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$

Date
Page

$$n_2 = \frac{n_1\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\overset{15}{\cancel{60}} \times \overset{6}{\cancel{6600}}}{\cancel{4400}}$$

$n_2 = 90$

12.6. $\lambda_1 = 6200 A^\circ, \lambda_2 = 4800 A^\circ$
$d = 2mm, D = 1mm$

Sol'' दीप्त फ्रिन्जों के संपाती होने पर -

$x = \frac{n\lambda D}{d}$ से — (1)

$n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{\overset{24}{\cancel{4800}}}{\underset{31}{\cancel{6200}}}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{24}{31}$$

समी° (1) से

$x = \frac{n_1\lambda_1 D}{d}$ से -

$$x = \frac{\overset{12}{\cancel{24}} \times 6200 \times 10^{-10} \times 1 \times 10^{-3}}{\cancel{2} \times 10^{-3}}$$

x

12.7. $d = 0.5mm, D = 50cm$
$x = 1mm$

Sol'' दीप्त फ्रिन्जे जो पर्दे पर प्राप्त होती है।

अत: -

$x = \frac{n\lambda D}{d}$ से

$n = 1$ के लिए

$$\lambda = \frac{xd}{nD} = \frac{1\times10^{-3}\times0.5\times10^{-3}}{1\times500\times10^{-2}}$$

$$\lambda = \frac{\cancel{5}\times10^{-6}}{\cancel{5}}$$

$$\lambda = 10^{-6} m \times \frac{1000}{1000}$$

$\lambda = 1000\times10^{-9}$ ~~= 1000nm~~

$\lambda = 1000 nm$

$n=2$ के लिए

इसी प्रकार अदीप्त फ्रिन्जो के लिए -

$$x = \frac{(n+\frac{1}{2})\lambda D}{d} \text{ से}$$

$$\lambda = \frac{xd}{(n+\frac{1}{2}) D}$$

$n=1$ के लिए -

12.8. $n = 2$, $x = 1.4 mm$
$d = 0.80 mm$
$D = 80 cm$, $\lambda = ?$

Sol" विवर्तन में दिप्त फ्रिन्ज के लिए

$$x = \frac{(n+\frac{1}{2})\lambda D}{a} \text{ से}$$

$$\lambda = \frac{xa}{(n+\frac{1}{2}) D}$$

$$\lambda = \frac{1.4 \times 10^{-3} \times 0.80 \times 10^{-3}}{(2+\frac{1}{2}) \times 80 \times 10^{-2} \times 100}$$

$$\lambda = \frac{1.4 \times 10^{-6}}{2.5} =$$

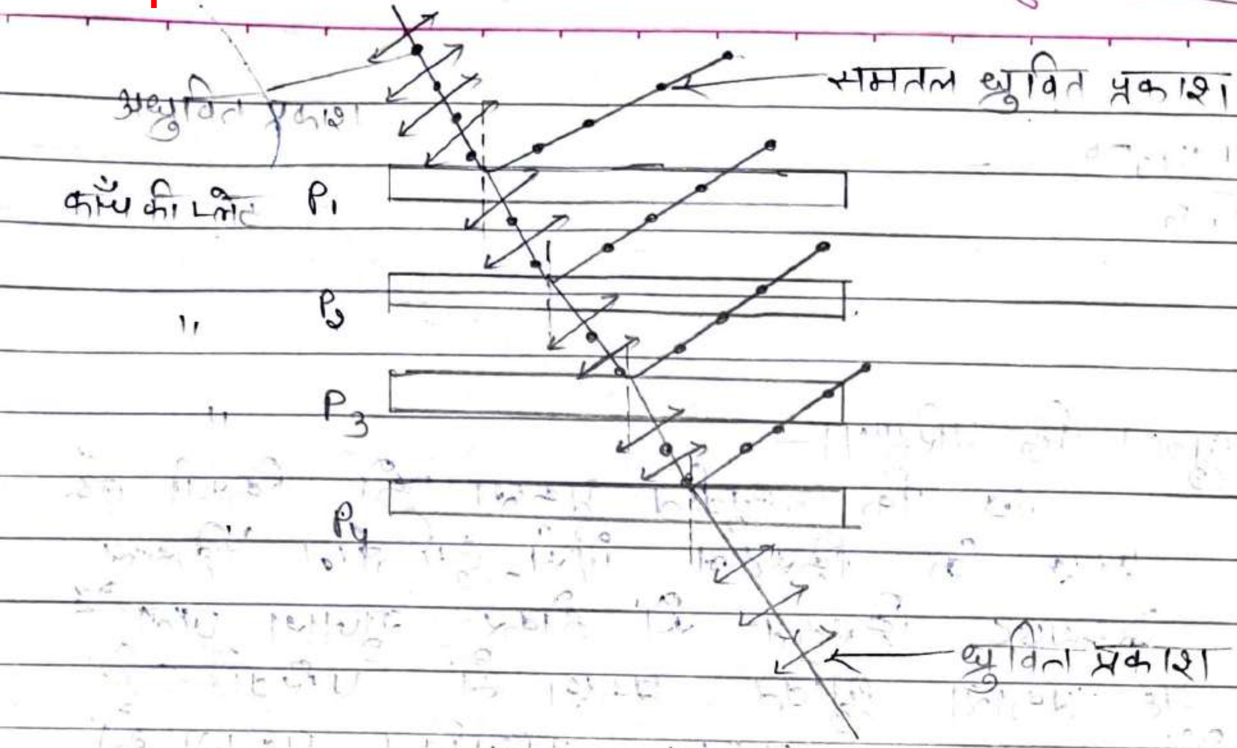
Note:- ध्रुवण कि परिभाषा-

जब कि अध्रुवीत प्रकाश को किसी एक विशेष प्रकार के क्रिस्टल जैसे- टुर्मलीन क्रिस्टल या केल्साइट क्रिस्टल से होकर गुजारा जाता है तो यह प्रकाश ध्रुवित प्रकाश में परिवर्तित हो जाता है इस प्रकार अध्रुवित प्रकाश को ध्रुवित प्रकाश में परिवर्तित करने कि प्रक्रिया को ही प्रकाश का ध्रुवण कहा जाता है।

* 2. अपवर्तन के द्वारा समतल ध्रुवित प्रकाश प्राप्त करना-

जब किसी अध्रुवित प्रकाश को किसी काँच कि प्लेट P_1 से होकर गुजारा जाता है। तो यह प्रकाश आंशिक रूप से परावर्तित तथा आंशिक रूप में ध्रुवित ~~प्रा~~ अपवर्तित प्राप्त होता है इस स्थिती में परावर्तित प्रकाश पुर्ण रूप से ध्रुवित जबकि अपवर्तित प्रकाश आंशिक रूप से ध्रुवित प्राप्त होता है जब इस आंशिक रूप से ध्रुवित प्रकाश को क्रमशः काँच कि प्लेट P_2, P_3 व P_4 से होकर गुजारा जाता है तो यह प्रकाश पुर्ण रूप से ध्रुवित प्राप्त होता है इस प्रकार अपवर्तन कि घटना के द्वारा समतल ध्रुवित प्रकाश को प्राप्त किया जाता है।

Date
Page



3. द्विवर्णता –

जब किसी अध्रुवित प्रकाश को किसी एक विशेष प्रकार के क्रिस्टल जैसे पोलेराइड से होकर गुजारा जाता है तो ये प्रकाश दो समतल ध्रुवित प्रकाश कि किरणो में विभक्त हो जाता है इनमे से एक किरण जिसके कम्पन्न कागज तल के समान्तर होते हैं उन्हे पोलेराइड के द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है तथा जिस किरण के कम्पन्न कागज तल के लम्बवत होते है उसे पोलेराइड से पारगमित कर दिया जाता है इसे ही द्वि-वर्णता के नाम से जाना जाता है।

द्वि वर्णता पर आधारित युक्ति पोलेराइड है।

पोलेराइड –

वह युक्ति या उपकरण जिसकी सहायता से समतल ध्रुवित प्रकाश को प्राप्त किया जाता है एवं इसका

संमुचन किया जाता है उसे पोलेराइड कहा जाता है।

सिद्धान्त -
पोलेराइड द्विवर्णता के सिद्धान्त पर आधारित होता है।

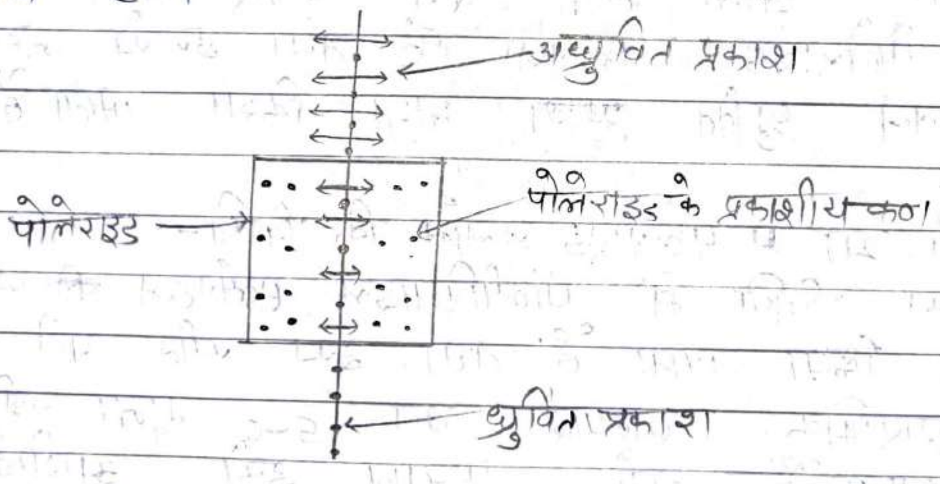
पोलेराइड बनाने कि विधियाँ -
पोलेराइड बनाने कि दो विधियां होती हैं।

प्रथम विधि या साधारण पोलेराइड बनाने कि विधि-
इस विधि में हरपेपाइट या कुनैन के आयडोसलफेट का महीन चुर्ण लेकर इसे नाइट्रो सलफेट कि पतली फिल्म पर डालकर इस प्रकार रगड़ा जाता है कि ताकि इनके अणुओं के प्रकाशिय अक्ष एक - दूसरे के समान्तर प्राप्त हो इसके पश्चात इसे दो पतली काँच की प्लेटों के मध्य दबाकर रख दिया जाता है। इस प्रकार प्राप्त पोलेराइड साधारण पोलेराइड कहलाता है तथा इससे लगभग 67% समतल ध्रुवित प्रकाश प्राप्त किया जाता है।

द्वितीय विधि या H पोलेराइड बनाने कि विधि-
इस विधि में पॉलीविनाइल एल्कोहल ~~की~~ सीट का उपयोग किया जाता है तथा इस सीट को गर्म करके प्रारम्भिक लम्बाई का 5-6 गुना खींच दिया जाता है इसके पश्चात इसे आयोडीन के घोल में डालकर पक्का कर लिया जाता है। इस प्रकार H पोलेराइड का निर्माण होता है, ये एक विशेष प्रकार का पोलेराइड होता है। जिसकी सहायता से 99.99 % तक समतल ध्रुवित प्रकाश प्राप्त किया जाता है जो कि साधारण पोलेराइड

कि तुलना में लगभग 33% अधिक होता है।

पोलेराइड कि कार्यविधि –
जब किसी पोलेराइड से किसी अध्रुवित प्रकाश को गुजारा जाता है तो इस स्थित में द्विवर्तिता कि घटना के कारण से दो समतल ध्रुवित प्रकाश कि किरणों में विभक्त हो जाता है इस स्थित में जिस किरण के कम्पन्न कागज तल के समान्तर अथवा क्रिस्टल के अणुओ के लम्बवत होते हैं उन्हे पोलोराइड के द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है तथा जिन किरणों के कम्पन्न कागज तल के लम्बवत् होते हैं अर्थात् क्रिस्टल के अणुओ के समान्तर होते हैं उन्हे पारगमित कर दिया जाता है। इस प्रकार द्विवर्तिता के द्वारा समतल ध्रुवित प्रकाश को प्राप्त किया जा सकता है।



पोलेराइड के द्वारा समतल ध्रुवित प्रकाश का संसूचन –
1. जब किसी पोलेराइड को एक पुरा चक्कर घुमाने पर दो बार प्रकाश कि तीव्रता अधिकतम तथा दो बार शुन्य प्राप्त होती है तो इस प्रकार प्राप्त प्रकाश को

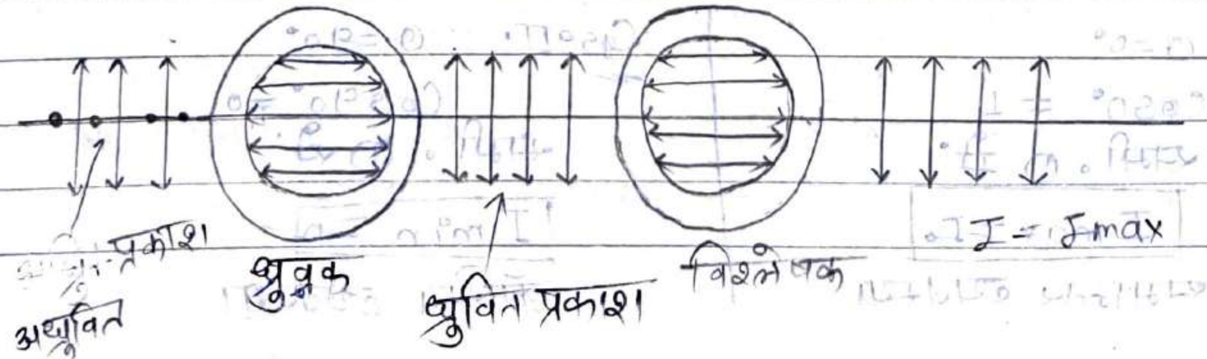
पुर्णतया: समतल ध्रुवित प्रकाश कहा जाता हैं।

2. जब किसी पोलेराइड को एक पुरा चक्कर घुमाने पर दो बार प्रकाश कि तीव्रता अधिकतम तथा दो बार न्युनतम प्राप्त होती हैं तो इस प्रकार प्राप्त प्रकाश को आंशिक ध्रुवित प्रकाश कहा जाता हैं।

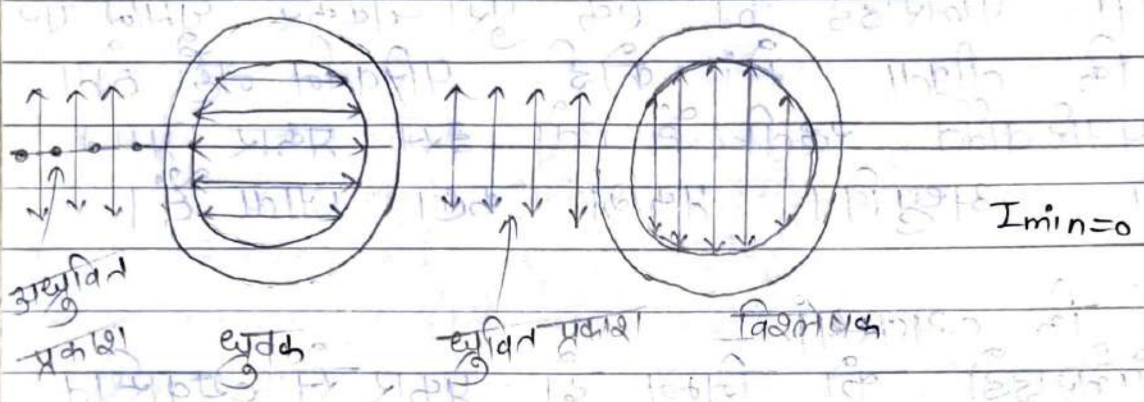
3. यदि किसी पोलेराइड को एक पुरा चक्कर घुमाने पर प्रकाश कि तीव्रता में कोई परिवर्तन नहीं होता अर्थात अपरिवर्तित रहती हैं तो इस प्रकार प्राप्त प्रकाश को अध्रुवित प्रकाश कहा जाता हैं।

* पोलेराइडो कि व्यवस्था –
पोलेराइडो को निम्न दो प्रकार से व्यवस्थित किया जाता हैं।
1. समान्तर व्यवस्था
2. क्रॉसित व्यवस्था

1. समान्तर व्यवस्था –
पोलेराइडो कि वह व्यवस्था जिसमे दो पोलेराइडो एक के प्रकाशिय अक्ष एक-दूसरे के समान्तर प्राप्त होते हैं। उसे पोलेराइडो कि समान्तर व्यवस्था कहा जाता है। तथा इस स्थिति में निर्गत प्रकाश कि तीव्रता का मान अधिकतम प्राप्त होता हैं।



२. क्रॉसित व्यवस्था –
पोलेराइडो कि वह व्यवस्था जिसमे दो पोलेराइडो के प्रकाशिय अक्ष एक -दूसरे के लम्बवत् प्राप्त होते हैं उसे पोलेराइडो कि क्रासित व्यवस्था कहा जाता है। तथा इस स्थिती में निर्गत प्रकाश कि तीव्रता का मान शुन्य प्राप्त होती है।



* मैलस का नियम –
इस नियम के अनुसार किसी विश्लेषक से निर्गत प्रकाश कि तीव्रता का मान ध्रुवक तथा विश्लेषक के मध्य बने कोण कि कोज्या के वर्ग के समानुपाती होती है।

$$I \propto \cos^2\theta$$
$$I = I_0 \cos^2\theta \quad \text{--- (1)}$$

जहाँ पर I = निर्गत प्रकाश की तीव्रता
I_0 = आपतित प्रकाश की तीव्रता

Case I. $\theta = 0°$
$\cos 0° = 1$
समी. (1) से
$\boxed{I_{max} = I_0}$
समान्तर व्यवस्था

Case II. $\theta = 90°$
$\cos 90° = 0$
समी. (1) से
$\boxed{I_{min} = 0}$
क्रॉसित व्यवस्था

Eq. 9, 14, 15, 16.
A.Q. 4, 6.

Nand
Date
Page

* पोलेराइडो के उपयोग -
1. समतल ध्रुवित प्रकाश प्राप्त करने एवं इसका संसुचन करने में। ~~वाहनों के~~
2. वाहनों के वातरोधी पर्दे बनाने में।
3. वाहनों की हेडलाइट बनाने में।
4. शक्कर कि घोल की सान्द्रता ज्ञात करने में।

* ~~वि~~ द्वि-अपवर्तन के द्वारा समतल ध्रुवित प्रकाश प्राप्त करना-

द्वि-अपवर्तन-
जब किसी अध्रुवित प्रकाश को किसी केलसाइट क्रिस्टल से होकर गुजारा जाता हैं तो ये प्रकाश दो समतल ध्रुवित प्रकाश कि किरणों में विभक्त हो जाता हैं इस विधि को ही द्वि-अपवर्तन कि विधि के नाम से जाना जाता हैं। तथा इस विधि में एक किरण O-किरण जबकि दूसरी किरण को E-किरण के नाम से जाना जाता हैं।

द्वि अपवर्तन कि विधि पर आधारित उपकरण निकॉल प्रिज्म हैं।

निकॉल-प्रिज्म-
वह युक्ति या उपकरण जिसकी सहायता से समतल ध्रुवित प्रकाश का संसुचन एवं इसे प्राप्त किया जाता हैं अत: उसे निकॉल प्रिज्म कहा जाता हैं।
सिद्धान्त-
यह द्वि-अपवर्तन के सिद्धान्त पर आधारित होती हैं।

Date
Page

बनावट -

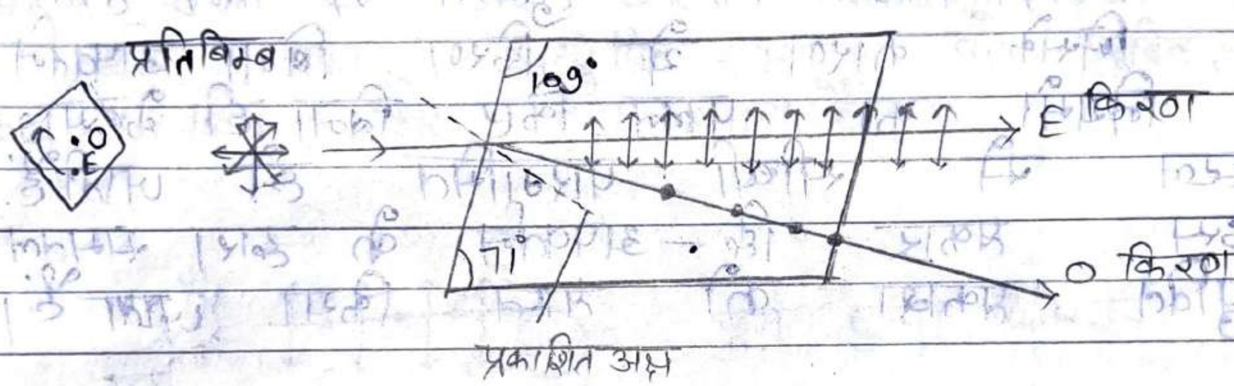
निकॉल प्रिज्म बनाने के लिए एक ऐसे केल्साइट क्रिस्टल का उपयोग किया जाता है जिसकी लम्बाई उसकी चौडाई कि तुलना में 3 गुनी अधिक हो तथा इसके मुख्य काट के किनारो को इस प्रकार से घिसा जाता है कि 71° का कोण 68° में जबकि 109° का कोण 112° में परिवर्तित हो जाए। तथा इसके पश्चात इसे सबसे बडे विकर्ण के अनुदिश दो समान भागो में काट दिया जाता है तथा दोनो भागो पर पारदर्शक कनाडा बालसम सीमेंट ($\mu = 1.55$) का लेप कर दिया जाता है तथा दोनो भागो को पुनः चिपका दिया जाता है। तथा इसके पार्श्व भागो पर काले पदार्थ का लेप कर दिया जाता है।

Note :- जब किसी सफेद कागज पर काली स्याही का धब्बा लगाकर इसे निकॉल प्रिज्म कि सहायता से देखा जाता है। तो एक बिंदु के स्थान पर दो बिंदु दिखाई देते हैं जब इस निकॉल प्रिज्म को प्रकाशीय अक्ष के चारो और घुमाया जाता है तो इनमे से एक बिंदु स्थिर रहता है जबकि दूसरा गतिमान होता है इनमे से जो बिंदु स्थिर रहता है उसे O प्रतिबिम्ब कहा जाता है। तथा इस प्रतिबिम्ब से प्राप्त किरण को O-किरण कहा जाता है तथा जो प्रतिबिम्ब गतिमान होता है उसे E-प्रतिबिम्ब कहा जाता है तथा इससे प्राप्त किरण को E-किरण कहा जाता है। इनमे से O-किरण अपवर्तन के नियमों

को पालन करती हैं इस कारण इसे साधारण किरण कहा जाता हैं तथा E-किरण अपवर्तन के नियमों का पालन नही करती इस कारण इसे असाधारण किरण कहा जाता हैं।

P.No. 296.

12.23

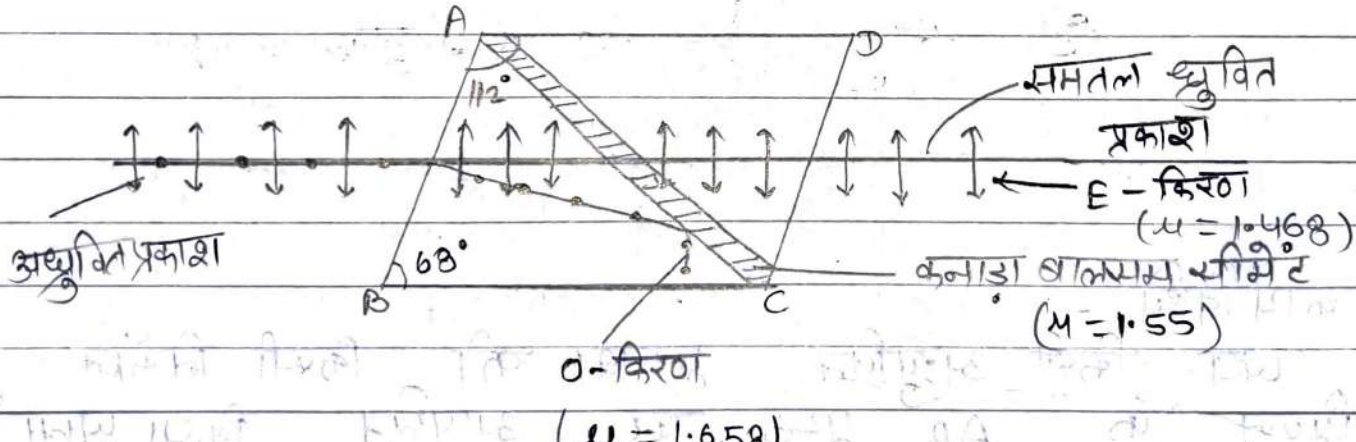


कार्यविधि –

जब किसी अध्रुवित प्रकाश को किसी निकॉल प्रिज्म के AB पृष्ठ पर आपतित किया जाता हैं तो वे किरण द्वि-अपवर्तन कि घटना के द्वारा दो समतल ध्रुवित प्रकाश कि किरणों में विभक्त हो जाती हैं। इस स्थिती में ~~इस~~ स्थिती में O-किरण के लिए केलसाइट क्रिस्टल का अपवर्तनांक $\mu = 1.658$ होता हैं जो कि कनाडा बालसम सीमेन्ट के अपवर्तनांक ($\mu = 1.55$) से अधिक होता हैं। जब इसे क्रांतिक कोण

Date
Page

से अधिक कोण पर आपतित कराया जाता है तो पूर्ण आंतरिक परावर्तन कि घटना घटित होती है जिससे यह किरण उसी माध्यम में रहकर केल्साइट क्रिस्टल के द्वारा अवशोषित कर ली जाती है जबकि E-किरण के लिए केल्साइट क्रिस्टल का अपवर्तनांक $\mu = 1.468$ होता है जो कि कनाडा बालसम सीमेन्ट के अपवर्तनांक कि तुलना में कम होता है जिसके कारण ये किरण बिना अपवर्तन के नियमो का पालन किए बिना ही केल्साइट क्रिस्टल से सीधी पारगमित हो जाती है। इस प्रकार द्वि-अपवर्तन के द्वारा समतल ध्रुवित प्रकाश को प्राप्त किया जाता है।

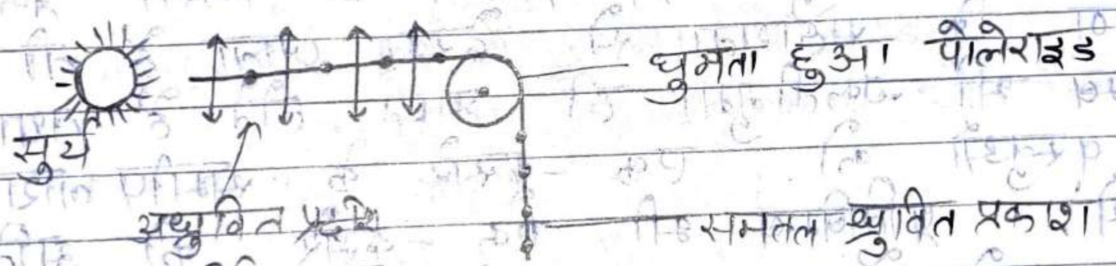


Extra.

5. ~~समतल~~ प्रकीर्णन के द्वारा समतल ध्रुवित प्रकाश प्राप्त करना -

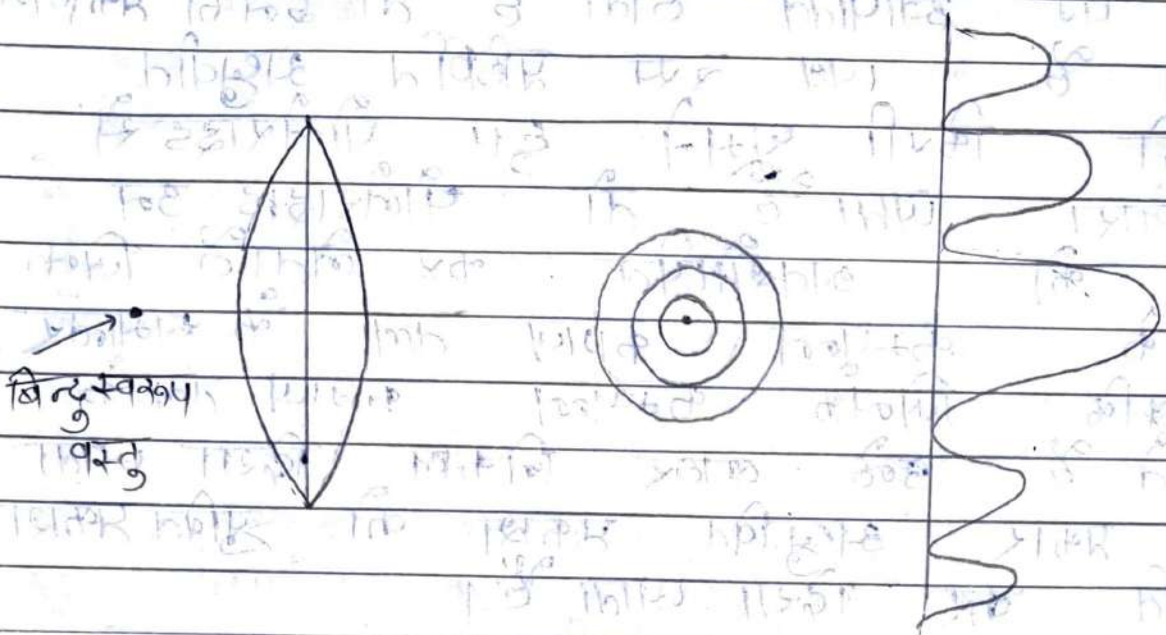
जब सूर्य से आने वाली प्रकाश कि किरणे वायुमण्डल कि विभिन्न परतों से होकर गुजरती हैं तो वायुमण्डल में धूल-मिट्टी के कण उपस्थित होती है जब प्रकाश

इन कणो पर आपतित होता है तो इनका प्रकीर्णन हो जाता है जब इस प्रकीर्णित अध्रुवीत प्रकाश को किसी घूमने हुए पोलेराइड से होकर गुजारा जाता है तो पोलेराइड उन किरणो को अवशोषित कर लेता है जिन किरणो के कम्पन्न कागज तल के समान्तर होते हैं जबकि जिनके कम्पन्न कागज तल के लम्बवत होते हैं उन्हे बाहर निकाल दिया जाता है इस प्रकार अध्रुवित प्रकाश को ध्रुवित प्रकाश में परिवर्तित कर दिया जाता है।

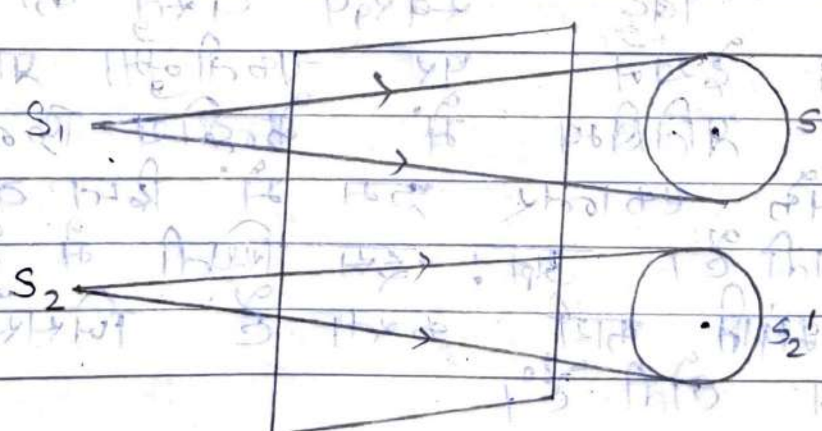


विभेदन क्षमता तथा विभेदन सीमा की व्याख्या - किरण प्रकाशिकी के अनुसार बिंदु स्वरूप वस्तु का प्रतिबिंब किसी भी प्रकाशिय उपकरण से देखने पर बिंदु स्वरुप ही प्राप्त होना चाहिए लेकिन बिंदु स्वरूप वस्तु का प्रतिबिंब लैंस के द्वारा देखने पर चकतीनुमा प्राप्त होता है तथा इस प्रतिबिम्ब में केन्द्रीय फ्रिन्ज दिप्त जब कि इसके एकान्तर क्रम में दिप्त व अदिप्त फ्रिन्जें प्राप्त होती हैं। अत: इस स्थिती में लैंस एक द्वारक कि भांति कार्य करता है जिससे विवर्तन कि घटना घटित होती है।

Page



इसी प्रकार दो बिंदु स्वरूप वस्तुओ को किसी प्रकाशीय उपकरण कि सहायता से देखा जाता है तो इनके प्रतिबिम्ब भी चकतीनुमा ही प्राप्त होते है तथा जब इन वस्तुओ को एक-दूसरे के समीप लाया जाता है, तो ये प्रतिबिम्ब भी एक-दुसरे को अतिव्यापित करने लगते है अतः इससे स्पष्ट होता है कि प्रत्येक प्रकाशीय उपकरण कि एक ऐसी क्षमता होती है। जिसके द्वारा यह उपकरण दो निकटस्थ वस्तुओं के प्रतिबिम्ब को पृथक-पृथक दिखाता हैं।



* विभेदन क्षमता कि परिभाषा –
प्रत्येक प्रकाशीय उपकरण कि वह क्षमता जिसके द्वारा वह दो निकटस्थ वस्तुओं को पृथक्-2 करके उनके स्पष्ट प्रतिबिंब दिखाता है उसे ही विभेदन क्षमता कहा जाता है।

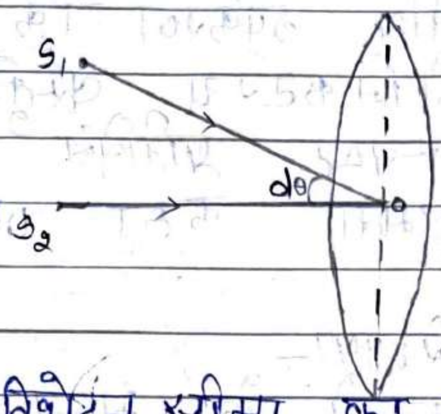
* विभेदन सीमा कि परिभाषा –
दो निकटस्थ वस्तुओं के मध्य कि वह न्यूनतम दुरी जहा तक इन वस्तुये के स्पष्ट व पृथक् – 2 प्रतिबिम्ब प्राप्त होते हैं। उसे विभेदन सीमा कहा जाता है।

* विभेदन क्षमता एवं विभेदन सीमा में सम्बन्ध –
विभेदन सीमा के व्युत्क्रम को ही विभेदन क्षमता कहा जाता है।

$$\text{विभेदन क्षमता} = \frac{1}{\text{विभेदन सीमा}}$$

$$\boxed{R.P. = \frac{1}{d}}$$

* दूरदर्शी कि विभेदन क्षमता व विभेदन सीमा –
दूरदर्शी के द्वारा दो दूरस्थ वस्तुओं को पृथक् – 2 करके उनके स्पष्ट प्रतिबिम्ब प्राप्त करने कि क्षमता को हि दूरदर्शी कि विभेदन क्षमता कहा जाता है। तथा इन वस्तुओं के मध्य कि कोणीय चौड़ाई को ही दूरदर्शी की विभेदन सीमा कहा जाता है।



दूरदर्शी कि विभेदन सीमा का मान –

1. आपतित प्रकाश कि तरंगदैर्ध्य के समानुपाती होता है। अर्थात्

$$d\theta \propto \lambda \quad \text{--- (1)}$$

2. लैंस के द्वारक अथवा व्यास के व्युत्क्रमानुपाती होती है। अर्थात

$$d\theta \propto \frac{1}{D} \quad \text{--- (2)}$$

समी॰ (1) व (2) से

$$d\theta \propto \frac{\lambda}{D}$$

$$d\theta = \frac{K\lambda}{D} \quad \text{--- (3)}$$

जहाँ पर $K =$ समानुपाती नियतांक

जिसका मान $K = 1.22$

समी॰ (3) से –

$$\boxed{d\theta = \frac{1.22\lambda}{D}} \quad \text{--- (4)}$$

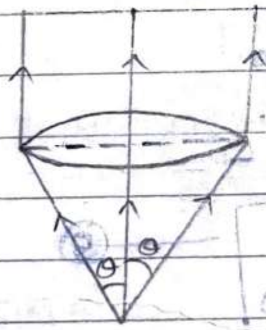
से

$\because R.P = \frac{1}{d_0}$

समी॰ (4) से

$$\boxed{R.P = \frac{D}{1.22\lambda}} \quad \text{——— (5)}$$

Extra. सूक्ष्मदर्शी कि विभेदनक्षमता एवं विभेदन सीमा- दो निकटस्थ वस्तुओं को पृथक - 2 करके सूक्ष्मदर्शी के द्वारा स्पष्ट प्रतिबिम्ब प्राप्त करने कि क्षमता को हि सूक्ष्मदर्शी कि विभेदन क्षमता कहा जाता है तथा इन वस्तुओं कि मध्य कि न्यूनतम दूरी को ही सूक्ष्मदर्शी कि विभेदन सीमा कहा जाता है।



सूक्ष्मदर्शी कि विभेदन सीमा का मान -

1. आपतित प्रकाश कि तरंगदैर्घ्य के समानुपाती होता है। अर्थात

$$d \propto \lambda \quad \text{——— (1)}$$

2. सूक्ष्मदर्शी के द्वारा बने कोन कोण के व्युत्क्रमानुपाती होती है। अर्थात

$$d \propto \frac{1}{2\theta} \quad \text{——— (2)}$$

Date ____
Page ____

समी॰ ① व ② से

$$d \propto \frac{\lambda}{2\theta}$$

$$d = \frac{K\lambda}{2\theta} \longrightarrow ③$$

जहाँ पर K = समानुपाती नियतांक

जिसका मान $K = 1$

समी॰ ③ से

$$d = \frac{\lambda}{2\theta}$$

यदि कोण का मान अत्यल्प हो तो -

$$\theta \cong \sin\theta$$

$$d = \frac{\lambda}{2\sin\theta}$$

यदि माध्यम हो तो -

$$\boxed{d = \frac{\lambda}{2\mu\sin\theta}} \longrightarrow ⑤$$

जहाँ पर $\mu\sin\theta$ = संख्यात्मक द्वारक

विभेदन क्षमता -

$$R.P = \frac{1}{d}$$ से

समी॰ ⑤ से

$$\boxed{R.P = \frac{2\mu\sin\theta}{\lambda}} \longrightarrow ⑥$$

Note:- कोन कोण कि परिभाषा -
लैंस के द्वारक के द्वारा किसी बिंदु के साथ बनाए गए कोण को ही कोन कोणा कहा जाता है। तथा इसका मान 2θ होता है।

12.9. $\lambda_R = 660\,nm = 660\times10^{-9}\,m$

$n = 1$

Sol'' लाल रंग के निम्निष्ठ के लिए -

$n\lambda = a\sin\theta$ से

$\sin\theta = \frac{n\lambda}{a}$

$\sin\theta = \frac{\lambda R}{a}$ —①

किसी दूसरे रंग के लिए -
उच्चिष्ठ के लिए -

$\left(n+\frac{1}{2}\right)\lambda' = a\sin\theta$

$\because n = 1$

$\frac{3\lambda'}{2} = a\sin\theta'$

$\sin\theta' = \frac{3\lambda'}{2a}$ —②

संपाती होने पर

$\sin\theta = \sin\theta'$

समी. ① व ② से -

$\frac{\lambda R}{\cancel{a}} = \frac{3\lambda'}{2\cancel{a}}$

$\lambda' = \frac{2\lambda R}{3}$

$\lambda' = \frac{2\times\overset{220}{\cancel{660}}}{\cancel{3}}$

$\lambda' = 440\,nm$

12.10. $\lambda = 600\,nm$

$a = 4\times10^{-4}\,m$

$D = 2\,m$, $n = 2$

Sol'' $\because x = \frac{n\lambda D}{d}$ से

$S = \frac{2\lambda D}{a}$

$S = \frac{\cancel{2}\times600\times10^{-9}\times\cancel{2}}{\cancel{4}\times10^{-4}}$

$S = 6\times10^{-3}\,m$

12.11 $D = 5\,m$, $\lambda = 600\,nm = 600\times10^{-9}\,m$

$d\theta = ?$

Sol'' $d\theta = \frac{1.22\lambda}{D}$

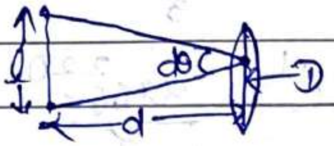
$d\theta =$

Date ____
Page ____

12.12. $l = 1.525\, mm, \lambda = 5\times10^{-5} cm$

$D = 0.400 cm, d\theta = ?$

Sol"



$$d\theta = \frac{1.22\lambda}{D} \quad \text{--- (1)}$$

$\because d\theta = \frac{l}{d}$ से

समी. (1) से,

$$\frac{l}{d} = \frac{1.22\lambda}{D}$$

$$d = \frac{lD}{1.22\lambda} = \frac{1.525\times10^{-3}\times0.400\times10^{-2}}{1.22\times5\times10^{-5}\times10^{-2}}$$

12.13. $d_1 = 0.1 mm, \lambda_1 = 6000 A^\circ$

$d_2 = ?, \lambda_2 = 4800 A^\circ$

Sol" सूक्ष्मदर्शी के लिए-

$d \propto \lambda$ से

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$d_2 = d_1 \times \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$ से

~~$d_2 = d_1 \times \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$~~

$$d_2 = 0.1\times10^{-3}\times\frac{\cancel{48}\,\cancel{00}^{\,4}}{\cancel{60}\,\cancel{00}_{\,5}}$$

$$d_2 = \frac{0.4}{5}\times10^{-3} =$$

12.14. $i_c = 45^\circ, i_p = ?$

Sol" $\because \mu = \frac{1}{\sin i_c}$ से

$$\mu = \frac{1}{\sin 45^\circ} = \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2}$$

$\because \mu = \tan i_p$

$$i_p = \tan^{-1}(\mu)$$

$$i_p = \tan^{-1}(\sqrt{2})$$

12.15. $i_p = 60^\circ$

$\mu = ?, r = ?$

Sol" $\mu = \tan i_p$ से -

$$\mu = \tan 60^\circ$$

$$\mu = \sqrt{3}$$

Date ____
Page ____

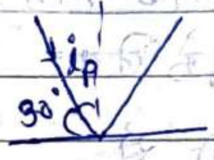
$\therefore i_p + r = 90°$

$60 + r = 90°$

$r = 90° - 60°$

$r = 30°$

12.16.



$i_p = 90° - 37° = 53°$

$\because \mu = \tan i_p$ से

$\mu = \tan 53°$

$\mu =$

$\because i_p + r = 90°$

$53° + r = 90°$

$r = 90 - 53$

$r = 37°$

12.17. $\theta = 30°$

मैलस के नियम से −

$I = I_0 \cos^2 \theta$

$I = \left(\frac{I_0}{2}\right) \cos^2 30°$

$I = \frac{I_0}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3I_0}{8}$

12.18. $I = I_0 \cos^2 \theta$

$\because \theta = 45°$

$I = I_0 \cos^2 45°$

$I = I_0 \times \frac{1}{2} \Rightarrow I = \frac{I_0}{2}$

objective

30. $n = 3, \lambda = 700 nm$

$n = 5, \lambda' = ?$

Sol^n दीप्त फ्रींज के लिए −

$x = \frac{n\lambda D}{d}$ से −

$n = 3$ व $n = 5$ वाली दीप्त फ्रिन्जे संपाती होने पर −

$\frac{n\lambda D}{d} = \frac{n'\lambda' D}{d}$

$n\lambda = n'\lambda'$

$\lambda' = \frac{n\lambda}{n'} = \frac{3 \times \cancel{700}^{140}}{\cancel{5}}$

$\lambda' = 420 nm$

4. $\frac{w_1}{w_2} = \frac{4}{9}$

$\frac{I_{max}}{I_{min}} = ?$

Sol^n $\frac{I_1}{I_2} = \frac{w_1}{w_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}$ से

Date ____
Page ____

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\left(\sqrt{\frac{I_1}{I_2}}+1\right)^2}{\left(\sqrt{\frac{I_1}{I_2}}-1\right)^2}$$

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = \frac{\left(\sqrt{\frac{4}{9}}+1\right)^2}{\left(\sqrt{\frac{4}{9}}-1\right)}$$

$$= \frac{\left(\frac{2}{3}+1\right)^2}{\left(\frac{2}{3}-1\right)^2} = \frac{25}{9} \times \frac{9}{1} = \frac{25}{1}$$

5. $\lambda = 600nm, n = 3$

$\lambda' = ?, n' = 4$

Sol^n $n\lambda = n'\lambda'$

$$\lambda' = \frac{n\lambda}{n'} = \frac{3 \times \cancel{600}^{150}}{4}$$

$\lambda' = 450nm$

Q. 9. $\lambda = 5000A', n = 5$

$x = 5mm, D = 1m$

$a = ?$

Sol^n निम्ननिष्ठ के लिए, से

$$x = \frac{n\lambda D}{d}$$

$$x = \frac{n\lambda D}{a}$$

$$a = \frac{n\lambda D}{x} = \frac{3 \times 5000 \times 10^{-10} \times 1}{5 \times 10^{-3}}$$

$a = 5 \times 10^{-4} m$

Q. 10. $\lambda = 0.052 m$

$a = 0.35m, D = 8m$

Sol^n निम्ननिष्ठ के लिए -

$x = \frac{n\lambda D}{d}$ से -

$n = 1$ के लिए -

$$x_1 = \frac{1 \times 0.052 \times 8}{0.35}$$

x_1

$n = 2)$ $x_2 = \frac{2 \times 0.052 \times 8}{0.35}$

$x_2 =$

Q. 14. $\mu = \tan i_p$

$i_p =$

Q.12. $l = 1\,nm$, $D = 3mm$

$\lambda = 500nm$, $d = ?$

Sol^n $d\theta = \frac{1.22\lambda}{D}$ से

$\because d\theta = \frac{l}{d}$

$\frac{l}{d} = \frac{1.22\lambda}{D}$ से

$d = \frac{lD}{1.22\lambda}$

$d = \frac{1\times10^{-3}\times3\times10^{-3}}{1.22\times500\times10^{-9}}$

$d =$

Q.15.

$I_2 = \left(\frac{I_0}{2}\right)\cos^2 30^\circ$

$I_2 = \frac{I_0}{2}\times\frac{3}{4} = \frac{3I_0}{8}$

$I_3 = \frac{3I_0}{8}\cos^2 30^\circ$

$I_3 = \frac{3I_0}{8}\times\frac{3}{4} = \frac{9I_0}{32}$

$I_4 = \left(\frac{9I_0}{32}\right)\cos^2 30^\circ$

$I_4 =$

16. $\theta = 60^\circ$

$I = I_0\cos^2\theta$ से

$I = \left(\frac{I_0}{2}\right)\cos^2 60^\circ$

$I = \frac{I_0}{2}\times\frac{1}{4} = \frac{I_0}{8}$

अति.

Q.6. $x = \frac{n\lambda D}{d}$

$\theta =$

लघु. $\beta = \frac{\lambda D}{d}$

$\beta' = \frac{\lambda\times\frac{D}{2}}{4d}$

$\beta' = \frac{\lambda D}{8d}$

$\beta' = \frac{1}{8} \times \beta$

Case II. $\theta = 90°$

$I = \left(\frac{I_0}{2}\right) \cos^2 90°$

$I = 0$

आंकिक.

4. $\lambda = 5500 A°$, $a = 22 \times 10^{-5}$ cm

Solu. निम्निष्ठ के लिए –

$n\lambda = a\sin\theta$

$\theta = \frac{n\lambda}{a}$

$\theta = \frac{1 \times 5500 \times 10^{-10}}{32 \times 10^{-7}}$

5.

$I = I_0 \cos^2\theta$ से

Case I. $\theta = 30°$

$I = \left(\frac{I_0}{2}\right) \cos^2\theta\, 30°$

$I = \frac{I_0}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3I_0}{8}$

Case II. ~~$\theta = 90$~~

Q.7. $I = I_0 \cos^2\theta$ से

$I = \frac{I_0}{4}$ से

$\frac{\cancel{I_0}}{4} = \cancel{I_0} \cos^2\theta$

$\cos^2\theta = \frac{1}{4}$

$\cos\theta = \frac{1}{2}$

$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$

$\theta = 60°$