Chapter :- 10
तरंग प्रकाशिकी

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

390

Q.1:- तरंग प्रकाशिकी से आप क्या समझते है?
उत्तर: तरंग प्रकाशिकी :- यह प्रकाशिकी कि वह शाखा है जिसके अन्तर्गत यह माना जाता है कि प्रकाश तरंगो के रूप में गमन करता है। तरंग प्रकाशिकी कहलाती है।

तरंग प्रकाशिकी के आधार पर निम्नलिखित घटनाओं को समझाया जा सकता है।
(i) प्रकाश का सीधी रेखा में गमन करता है।
(ii) व्यतिकरण (iii) विवर्तन (iv) ध्रुवण

Q.2:- न्यूटन का कणिका सिद्धांत लिखते हुए इसकी असफलता का कारण लिखिए?

उत्तर: न्यूटन का कणिका सिद्धांत :- इस सिद्धांत के मुख्य बिन्दु प्रकार है -

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(i) प्रकाश अत्यन्त सूक्ष्म कणो के रूप में गमन करता है।
(ii) इन कणो का द्रव्यमान लगभग नगण्य होता है इन्हे कणिकाएं कहते है।
(iii) ये कणिकाएं एक समांगी माध्यम में $3 \times 10^8$ मीटर प्रति सेकण्ड के वेग से गति करती है।
(iv) जब ये कणिकाएं आँखो के रेटिना से टकराती है तो ऊर्जा का सम्प्रेषण करती है।
(v) विभिन्न रंगो का बोध इन कणिकाओ के अलग - अलग आकार के कारण होता है।
(vi) न्यूटन के अनुसार ये कणिकाएं सघन माध्यम में तीव्र वेग से तथा विरल माध्यम में

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

391

कम वेग से गति करती है।

(vii) इन कणिकाओं का वेग प्रकाश स्रोत के ताप पर निर्भर करता है।

असफलता के कारण :-

(i) न्यूटन के अनुसार विभिन्न रंगों का बोध कणिकाओं के अलग - अलग आकार के कारण होता है जो कि वास्तव में असत्य है।

(ii) न्यूटन के अनुसार कणिकाओं का वेग सघन माध्यम में अधिक तथा विरल माध्यम में कम होता है जो कि प्रायोगिक तौर पर असत्य है।

(iii) इस सिद्धांत के द्वारा व्यतिकरण, विवर्तन तथा ध्रुवण आदि घटनाओं की व्याख्या नहीं की जा सकती है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

उपरोक्त तथ्य से न्यूटन के कणिका सिद्धांत को अमान्य कर दिया गया।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.3:- हाइगन का तरंग सिद्धांत लिखिए ?

उत्तर:- हाइगन का तरंग लिखिए सिद्धांत :-

इस सिद्धांत के मुख्य अभिग्रहीत निम्नलिखित हैं :-

(i) प्रकाश तरंगों के रूप में गमन करता है।

(ii) ये तरंगे एक समांगी माध्यम वायु में

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

392

$3 \times 10^8$ मी./से. के वेग से गति करती है।

(iii) माध्यम बदल जाने पर इन तरंगों का वेग बदल जाता है।

(iv) सम्पूर्ण ब्रह्मांड में एक काल्पनिक माध्यम (ईथर) व्याप्त है। इसमें होकर ये तरंगें गमन करती है।

(v) यह काल्पनिक ईथर भारहीन होती है तथा इसका घनत्व अत्यन्त कम और प्रत्यास्थता बहुत अधिक होती है।

(vi) विभिन्न रंगों का बोध इनमें तरंगों की तरंग लम्बाई (तरंगदैर्घ्य) अलग-अलग होने के कारण होता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(vii) जब ये प्रकाश तरंगें आँखों के रेटिना से टकराती है तो ऊर्जा का सम्प्रेषण करती है

(viii) प्रारम्भ में इन तरंगों को अनुदैर्ध्य तरंग माना गया किन्तु बाद मे ध्रुवण की व्याख्या करने के लिये अनुप्रस्थ तरंगें माना गया।

असफलता के कारण :-

(i) हाइगन के तरंग सिद्धांत द्वारा काल्पनिक माध्यम ईथर की पुष्टि नहीं की जा सकती है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(ii) इस सिद्धांत द्वारा वर्ण विक्षेपण प्रकाश, विद्युत प्रभाव आदि प्रभावों को नहीं

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



समझाया जा सकता है।

उपरोक्त दोनो कारणो से हाइगन के तरंग सिद्धांत को अमान्य कर दिया गया।

Q.4:- तरंगाग्र (Wave front) की परिभाषा लिखते हुए इसके प्रकारो को समझाइए।

उत्तर:-

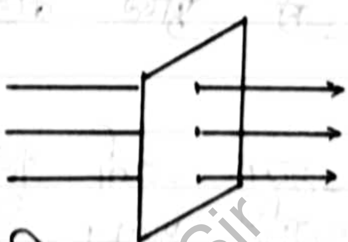
**तरंगाग्र:-** किसी क्षण विशेष पर माध्यम की वह सतह जिस पर स्थित सभी कण समान कला में कम्पन्न करते है, तरंगाग्र कहलाती है।

तरंगाग्र के प्रकार:-

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(1) समतल तरंगाग्र:- यदि प्रकाश स्रोत और पर्दे के बीच की दूरी असीमित हो तो पर्दे पर बनने वाला तरंगाग्र समतल तरंगाग्र होता है। चाहे प्रकाश स्रोत गोलाकार हो, समतलाकार हो, बेलनाकार हो यदि पर्दे अनन्त दूरी पर हो तो इस पर बनने वाला तरंगाग्र समतल तरंगाग्र होगा।

उदाहरण: सूर्य से पृथ्वी पर बनने वाला तरंगाग्र



THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

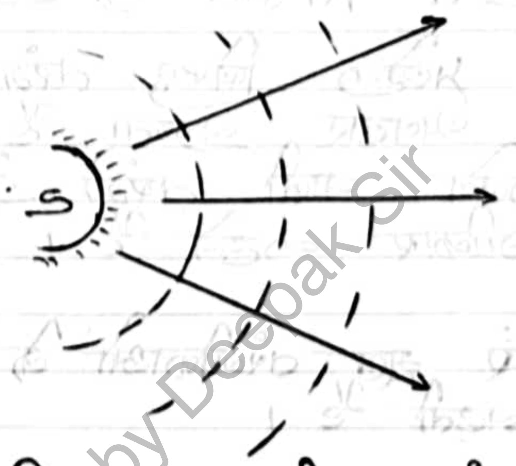
चित्र: समतल तरंगाग्र

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

394

(2) वृत्तीय तरंगाग्र :- यदि प्रकाश स्रोत वृत्ताकार (गोलाकार) (गोलीय) हो तो उससे सीमित दूरी पर बनने वाले तरंगाग्र को वृत्तीय तरंगाग्र कहते है।

उदाहरण :- वृत्ताकार CFL से बना तरंगाग्र



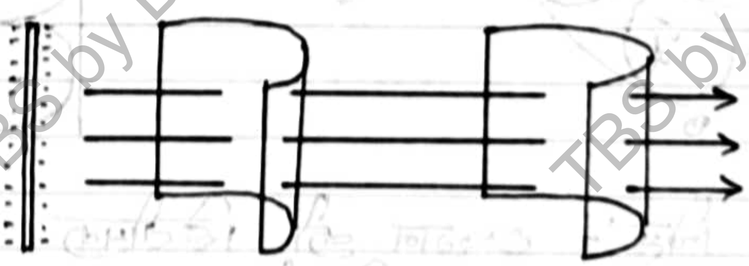

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

चित्र :- वृत्तीय तरंगाग्र (गोलीय तरंगाग्र)

(3) बेलनाकार तरंगाग्र :- प्रकाश स्रोत बेलनाकार या रेखीय हो तो उससे सीमित दूरी पर बनने वाले तरंगाग्र को बेलनाकार तरंगाग्र कहते है।

उदाहरण :- ट्यूबलाईट से बनने वाला तरंगाग्र



चित्र :- बेलनाकार तरंगाग्र

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

393

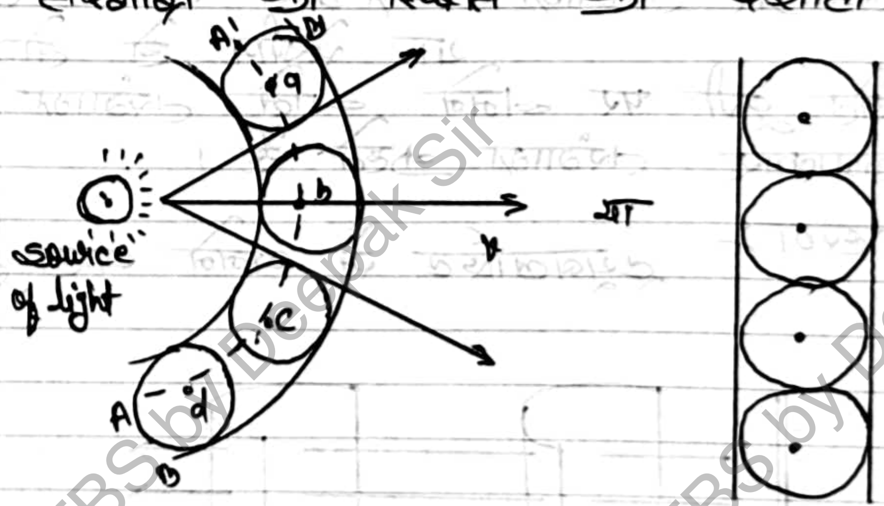
Q.5:- हाइगन का द्वितीयक तरंगिकाओं का सिद्धांत लिखते हुए इसे समझाइए ?

उत्तर:- हाइगन का द्वितीयक तरंगिकाओं का सिद्धांत :- इस सिद्धांत के अनुसार :

① तरंगाग्र का प्रत्येक बिन्दु तरंग स्रोत की भाँति व्यवहार करता है। और इनसे निकलने वाली तरंगों को द्वितीयक तरंगिकाएं कहते हैं।

② द्वितीयक तरंगिकाएं मूल तरंगिकाओं के वेग से ही आगे बढ़ती है।

③ किसी भी क्षण इन द्वितीयक तरंगिकाओं पर बाहर की ओर खींचा गया वक्र नये तरंगाग्र की स्थिति को दर्शाता है।




चित्र :- हाइगन की द्वितीयक तरंगिकाओं का सिद्धांत

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

396

Q.6:- अध्यारोपण के सिद्धांत से आप क्या समझते है ? यह सिद्धांत कब लागू नहीं होता है

उत्तर:- अध्यारोपण का सिद्धांत :- जब दो या दो से अधिक प्रकाश तरंगे माध्यम में किसी एक बिन्दु पर एक साथ पहुंचती है तो उस बिन्दु का परिणामी विस्थापन, उन सभी तरंगो के द्वारा उत्पन्न अलग-अलग विस्थापनों के सदिश योगफल के बराबर होता है यही अध्यारोपण का सिद्धांत है।

माना कि माध्यम के किसी बिन्दु पर एक साथ n तरंगे पहुंचती है। उनके विस्थापन क्रमशः $\vec{y_1}$, $\vec{y_2}$ व $\vec{y_3}$ ...., $\vec{y_n}$ है

तब अध्यारोपण के सिद्धांत के अनुसार परिणामी विस्थापन :-

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

यह सिद्धांत उच्च आवृति की तरंगो जैसे कि लेजर तरंगे, भूकम्प से उत्पन्न तरंगे आदि के लिये यह सिद्धांत लागू नहीं होता है

Q.7:- प्रकाश के व्यतिकरण की परिभाषा लिखते हुए उसके प्रकारो को समझाइए ?

उत्तर:- प्रकाश का व्यतिकरण :- जब दो प्रकाश तरंगे जिनके आयाम लगभग बराबर हो, आवृत्तियां समान हो, आयाम लगभग बराबर हो एक ही दिशा में चलकर किसी बिन्दु पर पहुंचती है तो अध्यारोपण के फलस्वरूप उस बिन्दु पर प्रकाश की तीव्रता में परिवर्तन

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

397

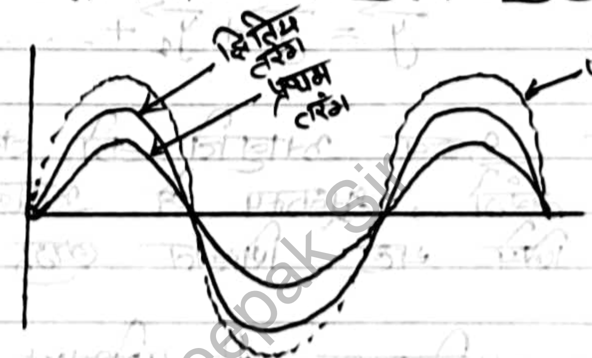
होता है। प्रकाश की इस घटना को व्यतिकरण कहते है।

प्रकाश का व्यतिकरण सामान्यतः दो प्रकार का होता है।

(i) सम्पोषी व्यतिकरण (ii) विनाशी व्यतिकरण

(i) सम्पोषी व्यतिकरण :- जब दो प्रकाश किरणे जिनके आयाम लगभग बराबर और आवृत्तिया एक समान हो एक ही दिशा मे चलकर किसी बिन्दु पर समान कला मे अध्यारोपित होती है, तो अध्यारोपण के फलस्वरूप उनकी तीव्रता तथा आयाम अधिकतम हो जाता है। इस प्रकार के व्यतिकरण को सम्पोषी व्यतिकरण कहते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286




THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

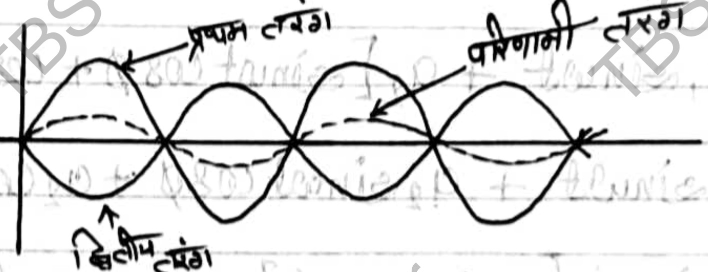
चित्र :- सम्पोषी व्यतिकरण

(2) विनाशी व्यतिकरण :- जब दो प्रकाश तरंगे (जिनके आयाम लगभग बराबर और आवृत्तिया एक समान हो) एक ही दिशा मे चलकर किसी बिन्दु पर विपरित कला मे अध्यारोपित होती है तो अध्यारोपण के फलस्वरूप

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



उस बिन्दु पर प्रकाश की तीव्रता एवं आयाम न्यूनतम हो जाती है। इस प्रकार के व्यतिकरण को विनाशी या विषमपोषी व्यतिकरण कहते है।




चित्र :- विनाशी व्यतिकरण

Q.8:- व्यतिकरण की गणितीय व्याख्या कीजिए?

अथवा

प्रकाश के व्यतिकरण से आप क्या समझते हो। समपोषी और विनाशी व्यतिकरण के लिए व्यंजक ज्ञात करो?

उत्तर :- माना कि दो तरंगो जिनके आयाम $a_1$ व $a_2$ है। और उनके विस्थापन $y_1$ और $y_2$ है। तब उनके समी.

$$y_1 = a_1 \sin \omega t \quad \text{—} (1)$$

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

अध्यारोपण के सिद्धांत से

$$y = y_1 + y_2 \quad \text{—} (3)$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

समी. (3) में, समी (1) व (2) से मान रखने पर

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

399

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

$[\because \sin(A+B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B]$

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

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

$$y = \sin\omega t [a_1 + a_2 \cos\phi] + a_2 \cos\omega t \sin\phi \quad \text{--- (4)}$$

माना कि :-

$$a_1 + a_2 \cos\phi = A \cos\theta \quad \text{--- (5)}$$

$$a_2 \sin\phi = A \sin\theta \quad \text{--- (6)}$$

समी (4) में मान रखने पर

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$y = \sin\omega t \, A\cos\theta + \cos\omega t \, A \sin\theta$$

$$y = A[\sin\omega t \cos\theta + \cos\omega t \sin\theta]$$

$$\boxed{y = A \sin(\omega t + \theta)} \quad \text{--- (7)}$$

समी (7) परिणामी तरंग के समी० को प्रदर्शित करता है।

# परिणामी आयाम :- समी (5) एवं (6) को वर्ग कर जोड़ने पर

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

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

400

$$\Rightarrow a_1^2 + a_2^2\cos^2\phi + 2a_1a_2\cos\phi + a_2^2\sin^2\phi = A^2\cos^2\theta + A^2\sin^2\theta$$

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

$$\Rightarrow a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos\phi = A^2 \quad \left|\because \sin^2\theta + \cos^2\theta = 1\right.$$

या

$$\boxed{A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos\phi}} \quad \text{—— (8)}$$

संपोषी व्यतिकरण के लिये :- संपोषी व्यतिकरण के लिये दोनो तरंगों के मध्य कलांतर π का समगुणक होना चाहिए अर्थात्

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

तब समी. (8) से

$$A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos 0^\circ} \quad \left|\because \cos 0^\circ = 1\right.$$

$$A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \times 1}$$

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

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

या

$$\boxed{A_{max} = |a_1 + a_2|}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

401

विनाशी व्यतिकरण के लिये :-

दोनों तरंगो के मध्य कलांतर विषम गुणक होना चाहिए :-

$$\phi = \pi, 3\pi, 5\pi, \dots$$

समी० (8) से

$$A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos\phi}$$

$$A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \cos\pi}$$

$$A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2 \times(-1)} \quad \because \cos\pi = -1$$

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

$$A = \sqrt{(a_1 - a_2)^2}$$

या

$$\boxed{A_{min} = a_1 - a_2}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.9:- संपोषी एवं विनाशी व्यतिकरण में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर:-

| संपोषी व्यतिकरण | विनाशी व्यतिकरण |
| --- | --- |
| (i) इसमें प्रकाश की तीव्रता अधिकतम होती है। | (i) इसमें प्रकाश की तीव्रता न्यूनतम अथवा शून्य होती है। |
| (ii) इसमें प्रकाश का आयाम अधिकतम होता है | (ii) इसमें प्रकाश का आयाम न्यूनतम होता है |
| (iii) यंग के प्रयोग में संपोषी व्यतिकरण के फलस्वरूप | (iii) यंग के प्रयोग में विनाशी व्यतिकरण के |

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

402

| | |
|---|---|
| चमकदार पट्टिका प्राप्त होती है | फलस्वरूप काली पट्टीयां प्राप्त होती है |
| (iv) इसमें व्यतिकरण करने वाली तरंगो के मध्य कलांतर शून्य या $\pi$ का समगुणक होता है अर्थात $\phi = 2n\pi$ जहाँ $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$ | (iv) इसमें व्यतिकरण कर रही तरंगो के मध्य कलांतर $\pi$ का विषम गुणक होता है अर्थात $\phi = (2n-1)\pi$ जहाँ, $n = 1, 2, 3, \ldots$ |

Q.10:- व्यतिकरण के लिए आवश्यक शर्ते लिखिए।
उत्तर :- व्यतिकरण के लिए आवश्यक शर्ते निम्न लिखित है :-

(i) व्यतिकरण के लिये दो प्रकाश तरंगे होनी चाहिए

(ii) दोनो प्रकाश तरंगो के आयाम लगभग बराबर होने चाहिए।

(iii) दोनो प्रकाश तरंगो की आवृत्तिया समान होनी चाहिए।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(iv) दोनो प्रकाश तरंगे एक ही दिशा मे गमन करनी चाहिए

(v) दोनो प्रकाश तरंगे एक वर्णी होना चाहिए।

(vi) व्यतिकरण को लिये दो प्रकाश स्रोत होने चाहिए और दोनो एक-दूसरे के अत्यन्त निकट हो।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

403

(vii) दोनो प्रकाश स्रोत कला सम्बद्ध होने चाहिए

(viii) दोनो प्रकाश तरंगे ध्रुवित होनी चाहिए।

Q.11:- कला सम्बद्ध प्रकाश स्रोत की परिभाषा लिखते हुए इसकी आवश्यक शर्त लिखो?

उत्तर:-

कला सम्बद्ध प्रकाश स्रोत :- ऐसे दो प्रकाश स्रोत जिनसे निकलने वाली प्रकाश तरंगो की आवृत्तिया एक समान हो या उनके मध्य कलांतर नियत हो या शून्य हो ऐसे प्रकाश स्रोतो को कला सम्बद्ध प्रकाश स्रोत कहते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

दो प्रकाश स्रोतो के कला सम्बद्ध होने की शर्ते:-

(i) प्रकाश स्रोतो से निकलने वाली तरंगो की आवृत्तिया समान हो।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(ii) प्रकाश स्रोतो से निकलने वाली तरंगो के मध्य कलांतर नियत या शून्य हो।

Note:- कला सम्बद्ध प्रकाश स्रोत आभासी होते है।

Q.12:- यंग के द्विस्लिट प्रयोग का वर्णन कीजिए।

उत्तर:- सन् 1801 मे सर्वप्रथम अंग्रेज वैज्ञानिक टॉमस यंग ने प्रकाश के व्यतिकरण की परिघटना को एक साधारण प्रयोग द्वारा प्रदर्शित किया था जिसे यंग का द्विस्लिट प्रयोग कहते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

404

इसमे S एक संकीर्ण स्लिट होता है जिसे एक प्रकाश स्त्रोत द्वारा प्रकाशित किया जाता है। स्लिट S से निकलने वाला प्रकाश एक अपारदर्शी पर्दे पर पड़ता है। इस पर्दे पर अत्यन्त निकट दो संकीर्ण स्लिटे $S_1$ व $S_2$ इस प्रकार बनी होती है कि दोनो स्लिटो की दूरिया स्लिट S से समान रहे। इस पर्दे से कुछ दूरी पर दूसरा पर्दा XY रखा होता है जिस पर व्यतिकरण प्रतिरूप प्राप्त किया जाता है।

**प्रेक्षण :-** जब स्लिट S को एकवर्णी प्रकाश स्त्रोत (जैसे - सोडियम लैम्प) से प्रकाशित किया जाता है तो निम्न प्रेक्षण प्राप्त होते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

(i) पर्दे XY पर एकांतर क्रम मे चमकीली और काली पट्टिया दिखाई देती है जिन्हे क्रमश: दीप्त फ्रिंज तथा अदीप्त फ्रिंज कहते है।

(ii) समस्त दीप्त एवं अदीप्त फ्रिंजो की चौड़ाई एक समान होती है।

(iii) समस्त दीप्त फ्रिंजो की तीव्रता एक समान (अधिकतम) एवं अदीप्त फ्रिंजो की तीव्रता भी एकसमान (लगभग शून्य) होती है।

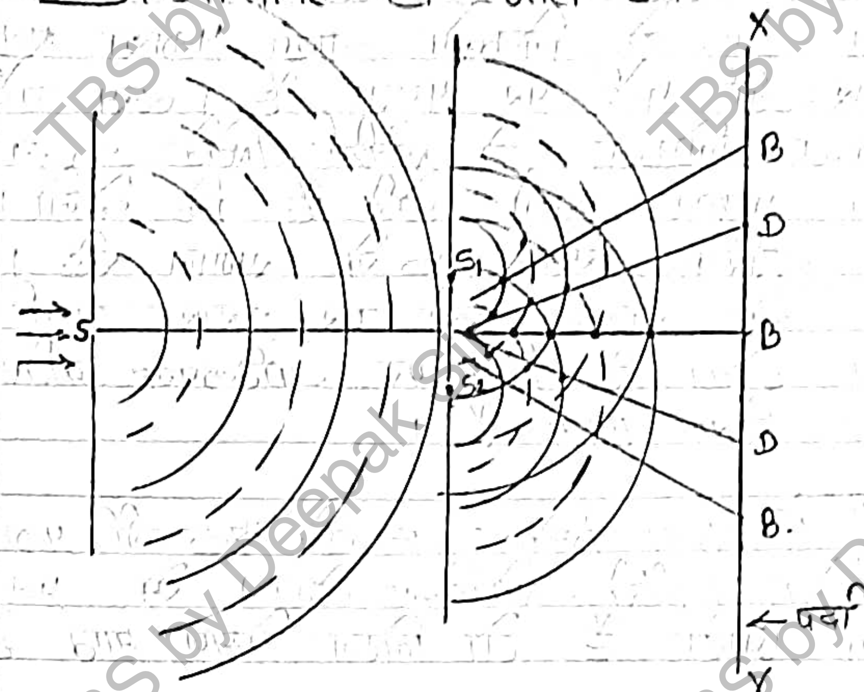
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

**व्याख्या :-** जब स्लिट S से चलने वाला तरंगाग्र $S_1$ व $S_2$ स्लिट तक पहुचता है तो दोनो स्लिट द्वितीयक तरंगिकाओ के स्त्रोत की तरह कार्य करते है। फलस्वरूप उनसे भी द्वितीयक तरंगिकाए उत्पन्न

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



होती है जो पर्दा XY पर एक उभरे पर अध्यारोपित हो जाती है।




THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

चित्र :- यंग के द्वि-स्लिट प्रयोग में दीप्त फ्रिंज B और अदीप्त फ्रिंज D का बनना

पर्दे XY के जिन बिन्दुओं पर एक तरंग का शृंग दूसरी तरंग के शृंग पर तथा एक तरंग का गर्त दूसरी तरंग के गर्त पर पड़ता है वहाँ संपोषी व्यतिकरण उत्पन्न होता है फलस्वरूप दीप्त फ्रिंज प्राप्त होती है। इसी तरह जिन बिन्दुओं पर एक तरंग का शृंग, दूसरी तरंग के गर्त से मिलता है वहा विनाशी व्यतिकरण होता है फलस्वरूप अदीप्त फ्रिंज प्राप्त होती है। दीप्त एवं अदीप्त फ्रिंज के इस पेटर्न को व्यतिकरण प्रतिरूप कहते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

406

Q.13:- यंग के द्विस्लिट प्रयोग में फ्रिंज की चौड़ाई के लिये व्यंजक ज्ञात कीजिए।

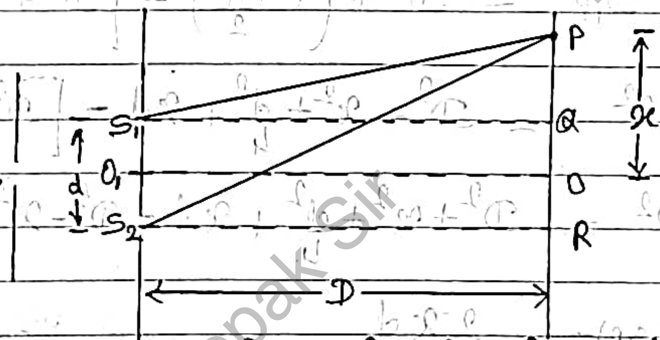
अथवा

सिद्ध कीजिए की यंग के प्रयोग में फ्रिंज की चौड़ाई

$$\beta = \frac{\lambda D}{d}$$ होती है।

उत्तर:- यंग के प्रयोग में फ्रिंज चौड़ाई :-

माना कि S एक संकीर्ण स्लिट है जो एक-वर्णी प्रकाश स्रोत से प्रकाशित है। इसके समांतर और समान दूरी पर दो स्लिट्स $S_1$ व $S_2$ हैं जिनके बीच दूरी d है दोनो स्लिटो से D दूरी पर एक पर्दा XY है।




THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

चित्र :- यंग के प्रयोग में फ्रिंज की चौड़ाई

माना कि O से x दूरी पर एक बिन्दु P है। इस बिन्दु पर पहुचने वाली तरंगों के बीच पथांतर $= S_2P - S_1P$

माना $S_1$ व $S_2$ का मध्य बिन्दु $O_1$ है

चित्र में, $S_1Q = S_2R = D$

$$O_1S_1 = O_1S_2 = d/2$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

407

अतः $PQ = OP - OQ = x - \frac{d}{2}$

तथा $PR = OP + OR = x + \frac{d}{2}$

अब समकोण $\Delta PQS_1$ में पाइथागोरस प्रमेय से,

$$S_1P^2 = S_1Q^2 + PQ^2 = D^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2 \quad \text{——— (1)}$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

इसी प्रकार समकोण $\Delta PRS_2$ में

$$S_2P^2 = S_2R^2 + PR^2 = D^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2 \quad \text{——— (2)}$$

समी० (2) को समी० (1) से घटाने पर

$$\Rightarrow S_2P^2 - S_1P^2 = D^2 + \left(x + \frac{d}{2}\right)^2 - \left[D^2 + \left(x - \frac{d}{2}\right)^2\right]$$

$$\Rightarrow S_2P^2 - S_1P^2 = D^2 + x^2 + \frac{d^2}{4} + xd - \left[D^2 + x^2 + \frac{d^2}{4} - xd\right]$$

$$\Rightarrow S_2P^2 - S_1P^2 = D^2 + x^2 + \frac{d^2}{4} + xd - D^2 - x^2 - \frac{d^2}{4} + xd$$

$$\Rightarrow (S_2P - S_1P)(S_2P + S_1P) = 2xd$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

या $$S_2P - S_1P = \frac{2xd}{(S_2P + S_1P)} \quad \text{——— (3)}$$

चूंकि बिन्दु P, O के अत्यन्त निकट है।

अतः $S_1P \approx S_2P \approx D$

समी (3) में मान रखने पर

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

408

$$S_2P - S_1P = \frac{2xd}{D+D} = \frac{2xd}{2D}$$

∴ पथान्तर

$$S_2P - S_1P = \frac{xd}{D} \quad \text{———} (4)$$

परन्तु दीप्त फ्रिंजो के लिये पथान्तर $n\lambda$ होता है अतः
समी० (4) से

$$\frac{xd}{D} = n\lambda$$

या

$$x = \frac{n\lambda D}{d} \quad \text{———} (5)$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

अतः फ्रिंज की चौड़ाई किन्ही भी दो क्रमागत फ्रिंजो के बीच की दूरी के बराबर होगी
अतः

फ्रिंज चौड़ाई $\beta = x_n - x_{n-1}$

समी (5) से

$$\beta = \frac{n\lambda D}{d} - \frac{(n-1)\lambda D}{d}$$

$$\beta = \frac{\lambda D}{d}\left[n - n + 1\right]$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

$$\boxed{\beta = \frac{\lambda D}{d}}$$

यही यंग के प्रयोग मे फ्रिंज की चौड़ाई के लिये व्यंजक है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

405

Q.14:- विवर्तन की परिभाषा लिखते हुए इसकी आवश्यक शर्त लिखिए।

उत्तर :-

**विवर्तन :-** तीक्ष्ण धार वाले किनारों पर प्रकाश तरंगो का मुड़ना या अवरोध के द्वारा बनी हुई ज्यामिती छाया में प्रकाश का अतिक्रमण की घटना को विवर्तन कहते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

आवश्यक शर्त :- प्रकाश तरंगो के विवर्तन के लिये अवरोध का आकार प्रकाश की तरंग लम्बाई की कोटि (आकार) का होना चाहिए।

Q.15:- विवर्तन के प्रकारों को समझाइये?

अथवा

फ्रेनल या फ्राउनहॉफर विवर्तन की परिभाषा लिखते हुए समझाइये?

उत्तर :- **फ्रेनल विवर्तन :-** यदि प्रकाश स्रोत एवं अवरोध के बीच की दूरी सीमित हो तो इस प्रकार प्राप्त विवर्तन को फ्रेनल विवर्तन कहते है।

उदाहरण :- ट्यूबलाइट या CFL के प्रकाश तरंगो का खिड़कियों या दरवाजे पर होना फ्रेनल विवर्तन है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

**फ्राउन होफर विवर्तन :-** यदि प्रकाश स्रोत एवं अवरोध के बीच की दूरी असीमित हो तो

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286



इस प्रकार के विवर्तन को फ्राउनहोफर विवर्तन कहते हैं।

उदाहरण :- सूर्य से आने वाली प्रकाश तरंगो का कमरे के खिड़की दरवाजों पर मुड़ना।

Q.16:- विवर्तन एवं व्यतिकरण में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर:-

| व्यतिकरण | विवर्तन |
| --- | --- |
| (i) जब दो प्रकाश तरंगे एक ही माध्यम में चलती है तो अध्यारोपण के फलस्वरूप उस बिन्दु पर प्रकाश की तीव्रता में परिवर्तन हो जाता है इस घटना को व्यतिकरण कहते हैं। | तीक्ष्ण किनारों पर प्रकाश का मुड़ना या किसी अवरोध से टकराकर उसकी ज्यामितीय छाया में प्रकाश के प्रवेश कर जाने की घटना को प्रकाश का विवर्तन कहते हैं। |
| (ii) इसमें दो प्रकाश स्रोतो की आवश्यकता होती है | इसमें एक ही प्रकाश स्रोत होता है। |
| (iii) व्यतिकरण में दीप्त एवं अदीप्त फ्रिंजो की चौड़ाई एक समान होती है। | विवर्तन में केन्द्रीय फ्रिंज की चौड़ाई अधिकतम होती है एवं अन्य फ्रिंजो की चौड़ाई क्रमशः कम होती जाती है। |

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

| | |
|---|---|
| (iv) इसमें दीप्त और अदीप्त फ्रिंजो के मध्य Contrast अच्छा होता है | इसमें उच्चिष्ठ एवं निम्निष्ठ के बीच Contrast अच्छा नहीं होता |
| (v) इसमें दीप्त एवं अदीप्त फ्रिंजो की संख्या अधिक होती है | इसमें उच्चिष्ठो एवं निम्निष्ठो की संख्या कम होती है। |

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

Q.17:- ध्रुवण की परिभाषा लिखते हुए इसे समझाइए ?

उत्तर :- ध्रुवण :- प्रकाश तरंगो के संचरण की दिशा के सम्बवत सममिती में कमी को प्रदर्शित करना ध्रुवण कहलाता है, ध्रुवण का गुण केवल अनुप्रस्थ तरंगो में पाया जाता है अनुदैर्ध्य में नहीं।

प्रारम्भ में प्रकाश तरंगो को अनुदैर्ध्य तरंग माना गया लेकिन ध्रुवण की व्याख्या के लिये इन्हे अनुप्रस्थ कहा गया है।

Q.18:- अध्रुवीत प्रकाश व ध्रुवीत प्रकाश में अन्तर लिखिए।

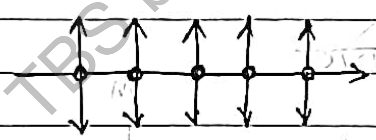
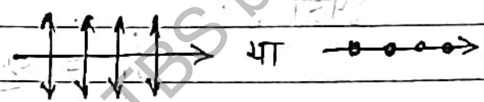
THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

अथवा

सममित एवं असममित प्रकाश में अन्तर लिखिए।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

412

| समामित (अध्रुवित) प्रकाश | असमामित (ध्रुवित) प्रकाश |
|---|---|
| (1) समामित प्रकाश, वह प्रकाश होता है। जिसमें विद्युत सदिश के कम्पन प्रकाश संचरण की दिशा के लम्बवत सभी दिशाओं में समान रूप से होता है | असमामित प्रकाश, वह प्रकाश होता है। जिसमें विद्युत सदिश के कंपन प्रकाश संचरण की दिशा के लम्बवत, सभी दिशाओं में न होकर एक ही दिशा में होता है। |
| (2) विद्युत बल्ब, मोमबत्ती, सूर्य का प्रकाश अध्रुवित प्रकाश होते हैं  | CFL, ट्यूबलाईट से प्राप्त प्रकाश ध्रुवित प्रकाश होता है  |
| (3) समामित प्रकाश की तीव्रता अधिक होती है | असमामित प्रकाश की तीव्रता कम होती है। |
| (4) समामित प्रकाश को असमामित प्रकाश में परिवर्तन करने के लिये विशेष प्रकार के उपकरण की आवश्यकता होती है | इसमें परिवर्तन के लिये किसी विशेष उपकरण की आवश्यकता नहीं होती है। |

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

413

Q.20 ब्रूस्टर का नियम लिखते हुए उसे समझाइए,

अथवा

उत्तर:- ब्रूस्टर का नियम क्या है? सिद्ध करो कि परावर्तित प्रकाश किरण और अपवर्तित प्रकाश किरण के लम्बवत होती है।

उत्तर:- ब्रूस्टर का नियम :- इस नियम के अनुसार "माध्यम का अपवर्तनांक ($\mu$), ध्रुवण कोण ($i_p$) की स्पर्शज्या के बराबर होता है"

गणितीय रूप में,

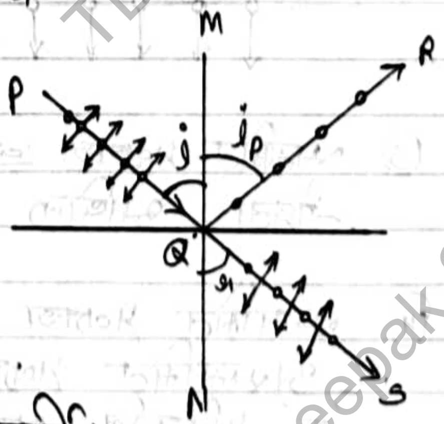
$$\mu = \tan i_p$$

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

जहाँ,

$i_p$ = ध्रुवण कोण

अंमक :-




चित्रानुसार एक अध्रुवित प्रकाश किरण क्रिस्टल पर आपतित होती है इसका कुछ भाग परावर्तित हो जाता है तथा शेष भाग अपवर्तित हो जाता है।

PQ - आपतित प्रकाश किरण
QS - अपरिवर्तित प्रकाश किरण
QR - परावर्तित किरण
MN - अभिलम्ब

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

4/4

अतः ब्रूस्टर के नियम से,

$$\mu = \tan i_p$$

$$\mu = \frac{\sin i_p}{\cos i_p} \quad \text{—— (1)}$$

परन्तु स्नेल के नियम से,

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

समी. (1) व समी (2) की तुलना करने पर

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

$$\sin r = \cos i_p$$

$$\sin r = \sin(90 - i_p)$$

$$r = 90 - i_p$$

या

$$i_p + r = 90^\circ$$

लेकिन चित्र से स्पष्ट है कि

$$\angle MQR + \angle RQS + \angle SQN = 180^\circ$$

$$i_p + \angle RQS + r = 180^\circ$$

$$\angle RQS = 180 - (i_p + r)$$

$$\angle RQS = 180 - 90^\circ$$

$$\boxed{\angle RQS = 90^\circ}$$

स्पष्ट है कि परावर्तित एवं अपवर्तित प्रकाश किरण परस्पर लम्बवत होती है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

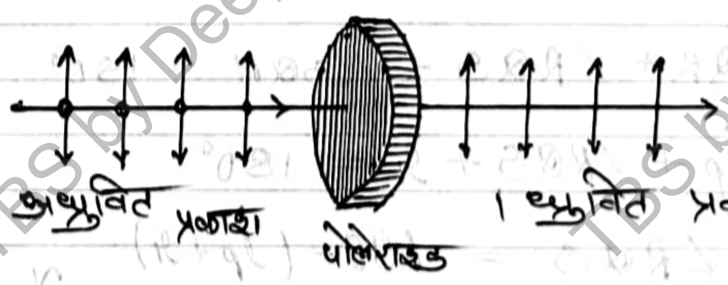


Q.21. पोलेराइड की परिभाषा लिखते हुए इसकी बनावट व कार्यविधि और दो उपयोग लिखिए।

उत्तर:- **पोलेराइड** :- वह सरल व सस्ती युक्ति जो समामित (अध्रुवित) प्रकाश को असमित (ध्रुवित) प्रकाश में बदल देती है पोलेराइड कहलाती है।

**बनावट** :- पोलेराइड का अविष्कार 1932 मे E.H. Land नामक वैज्ञानिक ने किया था सर्वप्रथम इसमें एक कांच की प्लेट लेते है जिस पर हरपैथाइड या कार्बनिक यौगिक नाइट्रोसेल्युलोज की एक पतली परत चढ़ा देते हैं इस परत पर एक अन्य कार्बनिक यौगिक आयडोक्विनाइड सल्फेट के क्रिस्टल इस प्रकार से फिल्म पर चिपकाते है कि ये क्रिस्टल के प्रकाशिक अक्ष एक-दूसरे के समांतर रहे अब इस फिल्म के ऊपर दूसरी कांच की प्लेट को लगा दिया जाता है। इस युक्ति को हम पोलेराइड कहते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286




THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

416

**कार्यविधि :-** जब समतलित (अध्रुवित) प्रकाश को पोलेरॉइड पर आपतित कराया जाता है तो अध्रुवित प्रकाश के सदिश जो पोलेरॉइड के प्रकाशिक अक्ष के लम्बवत होते है, उन्हें पोलेरॉइड के द्वारा रोक लिया जाता है तथा जो सदिश पोलेरॉइड के प्रकाशिक अक्ष के समांतर होते है वे पोलेरॉइड से गुजर जाते है इस प्रकार पोलेरॉइड से निर्गत प्रकाश के सभी सदिश एक ही दिशा में कम्पन करते है जो कि ध्रुवित प्रकाश होता है।

**उपयोग :-**
1. 3-D फिल्मो को देखने में
2. वाहनों में लगे ग्लास में
3. धूप के चश्मो में
4. फोटोग्राफी में

**Q.22:-** क्या कारण है कि प्रकाश तरंगे ध्रुवित हो सकती है जबकि ध्वनि तरंगे नही?

**उत्तर :-** प्रकाश तरंगे, अनुप्रस्थ तरंगे होती है। अतः इनमें तरंग संचरण की दिशा के लम्बवत कम्पन होते है इसलिये ये तरंगे ध्रुवित हो सकती है जबकि ध्वनि तरंगे, अनुदैर्ध्य तरंगे होती है इनमें कम्पन तरंग संचरण की दिशा में ही होते है अतः इन्हें ध्रुवित नही किया जा सकता है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

4/7

Q.23:- बरसात के समय रोड पर पेट्रोल या डीजल की बूंदे गिरने पर सड़क पर रंगीन फिल्म (परत) दिखाई देती है क्यों ?

अथवा

साबुन का बुलबुला रंगीन दिखाई देता है क्यों ?

उत्तर:- ये घटनाऐं प्रकाश के व्यतिकरण के कारण होती है।

श्वेत प्रकाश किरणों का कुछ भाग परत के ऊपरी भाग से तथा कुछ भाग परत के निचले हिस्से से परिवर्तित होता है इन परिवर्तित तरंगो के मध्य व्यतिकरण हो जाता है फलस्वरूप हमे (परत) फिल्म या साबुन का बुलबुला रंगिन दिखाई पड़ता है।

Q.24:- निचली सतह से गुजरने वाले वायुयान जब एन्टीने या डिस्क के ऊपर से गुजरते है तब टी.वी (T.V) में चलचित्र हिलते हुए प्रतित होते है क्यों ?

उत्तर:- जब वायुयान एन्टीने के ऊपर से होकर गुजरता है तब ऊपर से आने वाले सिग्नल और वायुयान से टकराकर आने वाले सिग्नलो के मध्य व्यतिकरण होता है। फलस्वरूप T.V. मे चलचित्र हिलते हुए प्रतित होते है।

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286

THE BOARD STUDY
By : Deepak Sir
Mo.No : 7509916286