CBSE Class 12 Physics Chapter 10 Important Questions
तरंग-प्रकाशिकी

अति लघुत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
(i) बिन्दु स्रोत एवं
(ii) सुदूर प्रकाश स्रोत से किस प्रकार का तरंगाग्र बनता है?
उत्तर:
(i) गोलीय तरंगाग्र
(ii) समतल तरंगाग्र

प्रश्न 2.
दो तरंगों के आयामों का अनुपात $a_1 : a_2$ है तो इनकी तीव्रताओं का अनुपात क्या होगा ?
उत्तर:
हम जानते हैं तीव्रता ∝ आयाम^2
I ∝ a^2
$\frac{I_1}{I_2} = \frac{a_1^2}{a_2^2}$

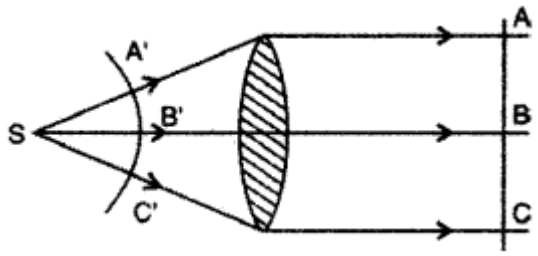
प्रश्न 3.
अधुवित प्रकाश विरल माध्यम से सघन माध्यम में गमन करता है। यदि परावर्तित और अपवर्तित किरणें एक - दूसरे के लम्बवत हैं तो परावर्तित प्रकाश की दिशा बताइए।
उत्तर:
परावर्तित प्रकाश आपतन के तल के लम्बवत रैखिकतः धूवित होता है।

प्रश्न 4.
दीर्घवृत्तीय थुवित प्रकाश को समझाइए।
उत्तर:
ऐसा प्रकाश जिसमें प्रकाश सदिश का आयाम दीर्घवृत्तीय पथ पर घूर्णन करता है, दीर्घवृत्तीय ध्रुवित प्रकाश कहलाता है।

प्रश्न 5.
तरंगाग्र एवं किरण में भिन्नता बताइए।
उत्तर:
समान कला में दोलन करने वाले कणों की निधि तरंगान कहलाती है और तरंगान पर खींची गई लम्बवत रेखा तरंग संचरण की दिशा व्यक्त करती है, इसी को किरण कहते हैं।

प्रश्न 6.
मैलस का नियम लिखिए।
उत्तर:
मैलस का नियम: जब अधुवित प्रकाश दो पोलेराइडों की व्यवस्था, विश्लेषक व धुवक दोनों से गुजरता है तो निर्गत प्रकाश की तीव्रता । धुवक एवं विश्लेषक के अक्षों के बीच अंतरित कोण की कोज्या के वर्ग cos2θ के अनुक्रमानुपाती होती है।
अर्थात् $I \propto \cos^2\theta$
$I = I_0 \cos^2\theta$
जहाँ I_0 निर्गत प्रकाश की तीव्रता का अधिकतम मान है।

प्रश्न 7.
किसी उत्तल लेंस से निर्गत तरंगान को चित्रित करो, जब इसके फोकस पर प्रकाश का बिन्दु स्रोत रखा हो।
उत्तर:



प्रश्न 8.
प्रकाश के तरंग सिद्धांत की कमियाँ बताइए।
उत्तर:
प्रकाश के तरंग सिद्धान्त में काल्पनिक माध्यम ईथर की सर्वत्र कल्पना की गई थी लेकिन माइकेल्सन एवं मोरले प्रयोग से यह सिद्ध हुआ कि ईथर नाम का कोई माध्यम नहीं होता है। इस प्रकार प्रकाश का तरंग सिद्धांत असफल प्रतीत होता है।

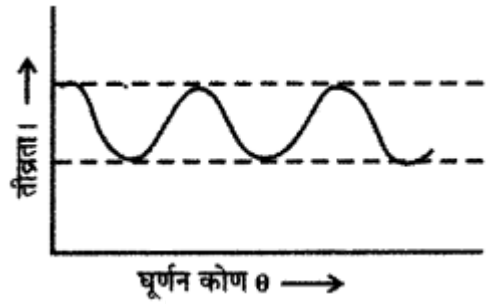
प्रश्न 9.
प्रकाश के विवर्तन के हाइगेन्स का कथन लिखिए।
उत्तर:
फ्रेस्नेल ने हाइगेन्स के तरंग सिद्धांत के आधार पर विवर्तन की व्याख्या करते हुए कहा, विवर्तन उन द्वितीयक तरंगिकाओं के अध्यारोपण में होने वाले व्यतिकरण का परिणाम है जो एक तरंगाग्र के उस भाग से चलती है जो अवरोध द्वारा रोका नहीं जाता है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 10.
दो तरंगों के द्वारा व्यतिकरण प्राप्त करने की शर्त क्या है?
उत्तर:
दोनों स्रोत कला सम्बद्ध होने चाहिए।

प्रश्न 11.
उन दो भौतिक घटनाओं का उल्लेख कीजिए जिनसे प्रकाश के तरंग स्वरूप की पुष्टि होती है?
उत्तर:
व्यतिकरण, ध्रुवण

प्रश्न 12.
एक पोलेरॉइड से आंशिक रेखीय घुवित प्रकाश को गुजार जाता है। पोलेरॉइड के घूर्णन कोण के सापेक्ष निर्गत प्रकाश की तीव्रता को ग्राफ द्वारा दिखाइए।
उत्तर:



प्रश्न 13.
फ्रेस्नेल दूरी किस कहते हैं?
उत्तर:
रेखा - छिद्र से पर्दे की वह दूरी जिस पर विवर्तन के कारण पर्दे पर प्रकाश के केन्द्र से फैलाव रेखा - छिद्र के आकार के बराबर हो जाता है, फ्रेनेल दूरी कहलाती है। इसे ZF से प्रदशित करते हैं।

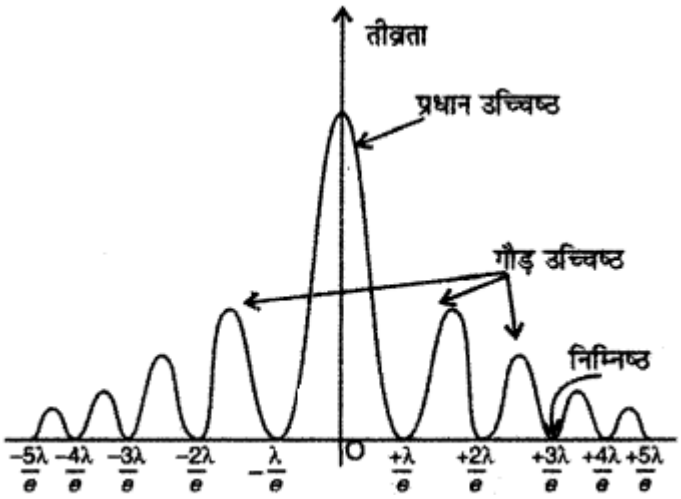
प्रश्न 14.
निम्नलिखित तरंगों में कौन - सी शुवित हो सकती है-
(i) ऊष्मीय तरंगें
(ii) ध्वनि तरंगें? अपने उत्तर के समर्थन में तर्क दीजिए।
उत्तर:
ऊष्मीय तरंगें ध्रुवित हो सकती हैं क्योंकि ऊष्मीय तरंगें अनुप्रस्थ तरंगें है। जबकि ध्वनि तरंगें ध्रुवित नहीं हो सकती क्योंकि ध्वनि तरंगें अनुदैर्ध्य तरंगें हैं।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
प्रकाश के व्यतिकरण और विवर्तन में कोई दो अन्तर लिखिए।
उत्तर:

व्यतिकरण	विवर्तन
1. जब दो समान आवृत्ति की कला संबद्ध तरंगें परस्पर अध्यारोपित होती हैं तब व्यतिकरण की घटना होती हैं।	1. एक ही तरंगाग्र की द्वितीयक तरंगिकाओं के परस्पर अध्यारोपण से विवर्तन होता है।
2. समान आयाम की तरंगें होने पर अदीप्त फ्रिन्ज की तीव्रता शून्य होती है।	2. अदीप्त फ्रिन्ज की तीव्रता शून्य नहीं होती, लगभग शून्य होती है।

प्रश्न 2.
एकल स्लिट द्वारा विवर्तन में तीव्रता वितरण का वक्र बनाइए।
उत्तर:



प्रश्न 3.
फ्रेनेल विवर्तन और फ्रॉनहॉफर विवर्तन में विभेद कीजिए।
उत्तर:
फ्रेनेल विवर्तन और फ्रॉनहॉफर विवर्तन में अन्तर

फ्रेनेल विवर्तन	फ्रॉनहॉफर विवर्तन

https://www.evidyarthi.in/

1. प्रकाश स्रोत एवं पर्दा दोनों विवर्तक से सीमित दूरी पर होते हैं।	1. प्रकाश - स्रोत एवं पर्दा दोनों प्रभावी विवर्तक से अनन्त दूरी पर होते हैं।
2. इसमें आपतित एवं विवर्तित तरंगान गोलीय व बेलनाकार होते हैं।	2. इसमें आपतित एवं विवर्तित तरंगान समतल होते हैं।
3. इस विवर्तन में स्रोत एवं पर्दे की विवर्तक से दरियाँ महत्वपूर्ण होती है।	3. इस विवर्तन में तरंगानों का विवर्तक पर झुकाव महत्त्वपूर्ण होता है।

प्रश्न 4.
कला सम्बद्ध स्रोत क्या है? व्यतिकरण प्रारूप प्राप्त करने के लिए ये क्यों आवश्यक हैं? यंग के द्विस्लिट प्रयोग में दो कला सम्बद्ध स्रोत कैसे प्राप्त करोगे?
उत्तर:
"यदि दो प्रकाश - स्रोतों के मध्य कलान्तर समय के साथ नियत रहता है तो दोनों कला संबद्ध स्रोत कहलाते हैं। दूसरे शब्दों में, कह सकते हैं कि ऐसे स्रोत जिनके मध्य या तो कलान्तर होना नहीं चाहिए और यदि है तो उसे समय के साथ नियत रहना चाहिए, कला सम्बद्ध स्रोत कहलाते हैं। दो भिन्न स्रोतों का कला सम्बद्ध होना लगभग असंभव है। एक ही स्रोत से उत्पन्न दो वास्तविक या काल्पनिक स्रोत कला सम्बन्ध होते हैं। ऐसे स्रोतों से उत्सर्जित तरंगें अपने पथ में रखे पर्दे पर स्थायी व्यतिकरण प्रतिरूप बनाती हैं।

प्रश्न 5.
कथन "प्रकाश को प्रकाश में जोड़ने पर अन्धकार उत्पन्न हो सकता है।" इस कथन की व्याख्या कीजिए।
उत्तर:
जब दो कला सम्बद्ध स्रोतों से चलकर दो तरंगें अध्यारोपण करती हैं और अध्यारोपण के क्षेत्र में जब एक तरंग का शीर्ष दूसरी तरंग के गर्त पर पड़ता है अथवा पहली तरंग का गर्त दूरी तरंग के शीर्ष पर पड़ता है तो परिणामी आयाम (A = a ~ b) शून्य होता है, जिसके फलस्वरूप वहाँ पर अदीप्त फ्रिन्ज बनती है। इस प्रकार स्पष्ट है कि दिया गया कथन सत्य है।

प्रश्न 6.
सूक्ष्मदर्शी की विभेदन क्षमता किस प्रकार बदलती है-
(i) तरंगदैर्ध्य घटाने पर
(ii) अभिदृश्यक लेन्स का द्वारक घटाने पर?
उत्तर:

$$\text{सूक्ष्मदर्शी की विभेदन क्षमता} \propto \frac{\text{शंकु कोण}}{\lambda}$$

अतः (i) तरंगदैर्ध्य λ का मान घटाने पर सूक्ष्मदर्शी की विभेदन क्षमता बढ़ जाती है।
(ii) अभिदृश्यक का द्वारक घटाने पर शंकु कोण का मान कम हो जायेगा, अतः विभेदन क्षमता कम हो जायेगी।

प्रश्न 7.
एकल रेखा छिद्र विवर्तन प्रतिरूप में कौन - से दो प्रमुख परिवर्तन आप देखेंगे जब एकवर्णी प्रकाश स्रोत को श्वेत

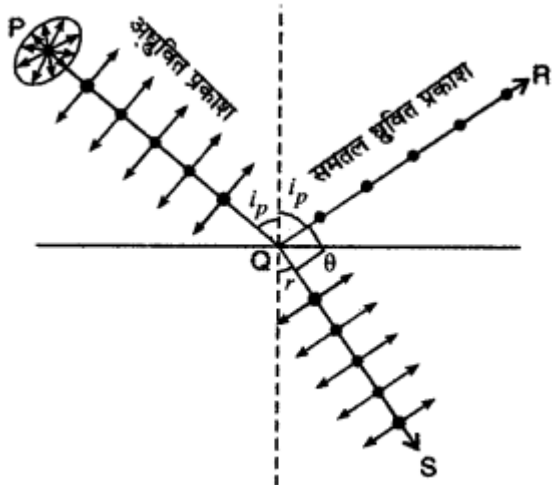
प्रकाश स्रोत से प्रतिस्थापित कर दिया जाता है?
उत्तर:

- प्रत्येक विवर्तन क्रम में स्लिट का विवर्तित प्रतिबिम्ब श्वेत प्रकाश के अवयवी रंगों में विक्षेपित हो जाता है।
- उच्च क्रम में विक्षेपण अधिक होता है, अतः विभिन्न रंगों में अतिव्यापन हो जाता है।

प्रश्न 8.
पोलोरॉइड किस सिद्धांत पर आधारित होते हैं? पोलेरॉइड बनाने की विधि लिखिए।
उत्तर:
समतल भूवित प्रकाश की उत्पत्ति (Production of Plane Polarised Light)
1. परावर्तन द्वारा (Polarisation by Reflection): सन् 1808 में फ्रांसीसी इंजीनियर मैलस' (Malus) ने यह ज्ञात किया कि जब साधारण प्रकाश किसी पारदर्शी माध्यम (जैसे - काँच) के पृष्ठ से परावर्तित होता है, तो वह आंशिक रूप (partially) से समतल धूवित हो जाता है। सन् 1811 में 'बूस्टर' (Brewster) ने इसका विस्तार से अध्ययन किया और यह बताया कि परावर्तित प्रकाश में ध्रुवित प्रकाश की मात्रा आपतन कोण पर निर्भर करती है। आपतन कोण बदलने पर एक ऐसा विशेष आपतन कोण आता है जिस पर परावर्तित प्रकाश पूर्णत: समतल भूवित (plane polarised) होता है तथा इसके कम्पन आपतन तल के लम्बवत् होते हैं। आपतन कोण के इस विशेष मान को 'बूस्टर कोण' (Brewster's angle) अथवा 'घुवण कोण' (Angle of polarisation) कहते हैं और इसे प्रायः i_p से प्रदर्शित करते हैं। पानी के लिए इसका मान लगभग 53° और काँच के लिए 57° होता है। यदि पारदर्शी माध्यम का अपवर्तनांक μ हो तो बूस्टर के अनुसार μ एवं i_p में निम्नलिखित सम्बन्ध होता है-

$$\boxed{\mu = \tan i_P} \qquad ...(1)$$

इस सूत्र को 'बूस्टर का नियम' कहते हैं।
ध्रुवण कोण पर परावर्तित तथा अपवर्तित किरणे QR व QS परस्पर लम्बवत् होती हैं। इस तथ्य को निम्न प्रकार सिद्ध किया जा सकता है-
माना अपवर्तन कोण r है।
तब स्नेल के नियम से,
$\mu = \frac{\sin i_P}{\sin r}$ .....(2)
परन्तु बूस्टर के नियम से,
$\mu = \tan i_p = \frac{\sin i_P}{\cos i_P}$ .....(3)



https://www.evidyarthi.in/

समी. (2) व (3) से

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

या sin r = cos i_p

या cos (90° - r) = cos i_p

या 90° - r = ip

या i_p + r = 90° .....(4)

अब चित्र 10.33 से,

i_p + θ + r = 180°

या θ + 90° = 180° [समी. (4) से]

या θ = 180° - 90°

या θ = 90° .....(5)

अर्थात् परावर्तित एवं अपवर्तित किरणें परस्पर लम्बवत् होती है। यदि यह दिया गया हो कि

i_p + r = 90°

तो ip व μ में सम्बन्ध निम्न प्रकार स्थापित होगा,

∵ μ = $\frac{\sin i_P}{\sin r}$

और r = 90° - i_p

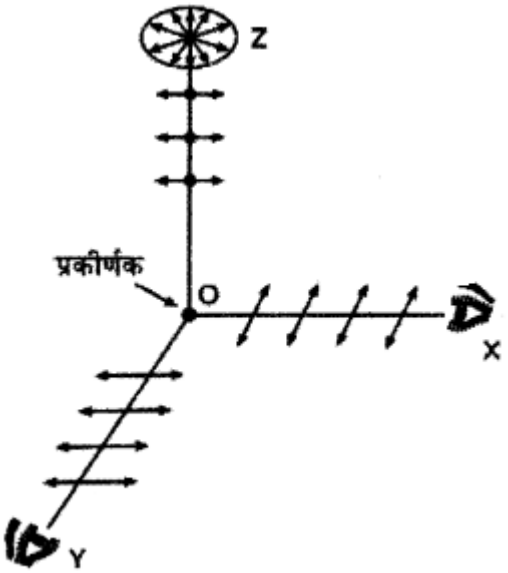
∴ μ = $\frac{\sin i_P}{\sin(90^\circ - i_P)}$

= $\frac{\sin i_P}{\cos i_P}$

या μ = tan i_p

यही बूस्टर का नियम है।

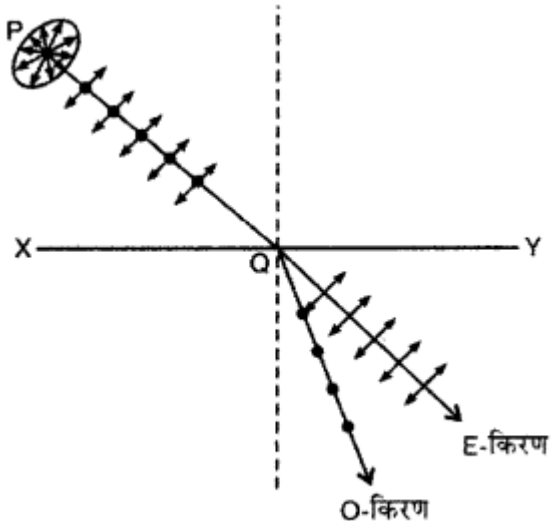
(2) प्रकीर्णन द्वारा ग्रुवण (Polarisation by Scatter - ing): जब कोई प्रकाश पुंज ऐसे माध्यम से होकर गुजरता है जिसमें मौजूद कणों का आकार प्रकाश के तरंगदैर्ध्य की कोटि का होता है तो प्रकाश का प्रकीर्णन हो जाता है। जब प्रकीर्णित प्रकाश को उसकी आपतन दिशा की लम्बवत् दिशा में देखते हैं तो प्रकाश समतल भूवित दिखाई देता है जिसकी पुष्टि विश्लेषक द्वारा हो जाती है। इस घटना को प्रकीर्णन द्वारा प्रकाश का ध्रुवण कहते हैं।



चित्र 10.33 में अधुवित प्रकाश का पुंज Z - दिशा के अनुदिश एक प्रकीर्णक (scatter) पर आपतित हो रहा है। कि

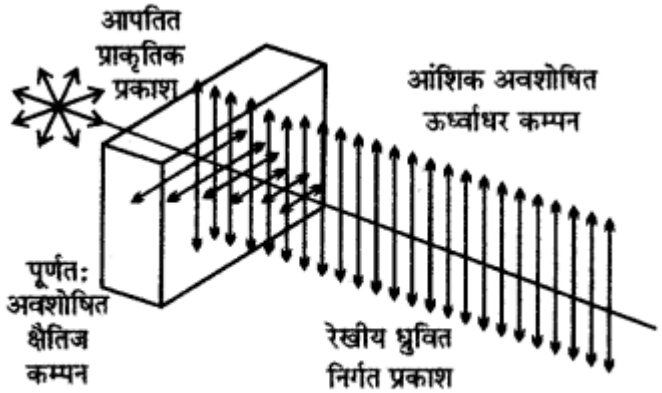
प्रकाश - तरंगों की प्रकृति अनुप्रस्थ होती है, अत: प्रकाश वेक्टर के कम्पन XY तल में होंगे। जब हम X - अक्ष के अनुदिश देखते हैं तो प्रकाश की अनुप्रस्थ प्रकृति के कारण हम केवल Y - अक्ष के समान्तर ही दोलन देख पाते हैं। इसी प्रकार जब Y - अक्ष के अनुदिश देखते हैं तो केवल X - अक्ष के समान्तर ही दोलन देख पाते है। इस प्रकार आपतन दिशा के लम्बवत् प्रकीर्णित प्रकाश समतल ध्रुवित होता है।

(3) द्वि - अपवर्तन द्वारा ध्रुवण (Polarisation by Double Refraction): कुछ क्रिस्टल; जैसे - कैल्साइट, क्वार्ट्ज ऐसे क्रिस्टल होते हैं कि जब उन पर कोई प्रकाश किरण आपतित होती है तो वह किरण क्रिस्टल में दो अपवर्तित किरणों में विभाजित हो जाती है। इस घटना को द्वि - अपवर्तन कहते हैं। इनमें से एक किरण अपवर्तन के नियमों का पालन करती है। इसे



साधारण किरण (Ordinary ray) या O - किरण कहते हैं। दूसरी अपवर्तित किरण अपवर्तन के नियमों का पालन नहीं करती है, इसे असाधारण किरण (extraordinary Tay) या E - किरण कहते हैं। ये दोनों किरणे परस्पर लम्बवत् तलों में समतल धुवित होती हैं। साधारण किरण में कम्पन, आपतन तल के लम्बवत् तल में और असाधारण किरण में कम्पन आपतन तल में होते हैं। व्यवहार में इन दोनों अपवर्तित समतल धुवित किरणों में से एक को किसी विधि द्वारा अलग कर दिया जाता है जिससे कि क्रिस्टल में से समतल धूवित प्रकाश निकल सके।

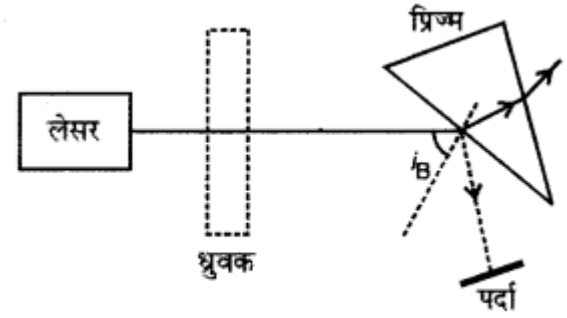
द्वि - वर्णता (Dichroism): टूमलीन क्रिस्टल पर आपतित साधारण प्रकाश की किरण क्रिस्टल के भीतर दो ध्रुवित अपवर्तित किरणों में



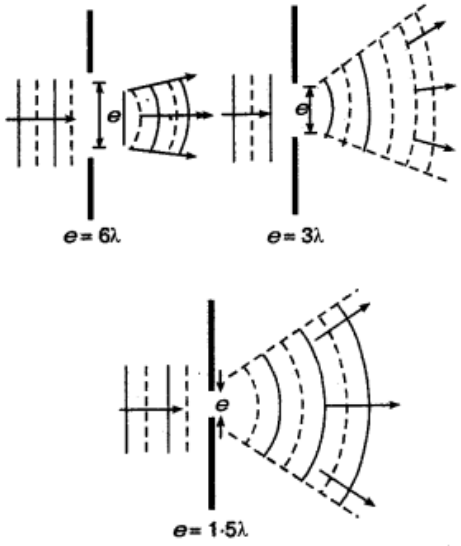
बैंट जाती है। इनमें से एक किरण क्रिस्टल द्वारा अवशोषित कर ली जाती है। टूर्मेलीन क्रिस्टल द्वारा वरणात्मक अवशोषण (selective absorption) को इस प्रक्रिया को द्वि - वर्णता कहते हैं।

https://www.evidyarthi.in/

पूर्ण पारगमन के लिए प्रयोग: यदि किसी सतह पर आपतित होने वाला एकवर्णीय प्रकाश का किरण पुंज पूर्ण रूप से पारगमित हो जाए और कोई परावर्तन न हो, ऐसा करने के लिए एक लेसर किरण का पुंज, एक ध्रुवक, एक प्रिज्म तथा एक पदों लेते हैं। लेसर स्रोत से उत्सर्जित प्रकाश को ध्रुवक से गुजारते हैं फिर यह एक प्रिज्म की सतह पर बूस्टर कोण से आपतित करते हैं। ध्रुवक को घुमाने पर हम देखते हैं कि एक विशेष सरेखन (alignment) के लिए प्रिज्म पर आपतित होने वाला प्रकाश पूर्ण रूप से पारगमित हो जाता है तथा प्रिज्म के पृष्ठ से कोई प्रकाश परावर्तित नहीं होता है।



प्रश्न 9.
प्रकाश के विवर्तन से आप क्या समझते हो? प्रकाश तरंगों की अपेक्षा ध्वनि तरंगों में विवर्तन अधिक सरलता से क्यों प्रेक्षित होता है?
उत्तर:
प्रकाश का विवर्तन (Diffraction of Light)
"प्रकाश के मार्ग में मौजूद किसी रुकावट (obstacle) के किनारों से प्रकाश - तरंगों की रुकावट का ज्यामितीय छाया की ओर मुड़ जाना ही प्रकाश का विवर्तन कहलाता है।" इस प्रकार रुकावट के कारण प्रकाश अपने ऋजुरेखीव गमन (rectilinear path) से विचलित हो जाता है। इस विचलन का मान जैसे - जैसे बढ़ता जाता है वैसे - वैसे रुकावट का आकार छोटा होता जाता है। जिस समय रुकावट का आकार प्रकाश के तरंगदैध्य के क्रम का होता है तो प्रकाश का विवर्तन सबसे अधिक होता है। चित्र 10.15 में प्रदर्शित विवर्तन की तीन स्थितियों में सबसे अच्छा विवर्तन अर्थात् सुपरिभाषित विवर्तन तब होता है जब स्लिट की चौड़ाई न्यूनतम (a = 1.5λ) होती है।
चित्र 10.15 मे स्पष्ट है कि जैसे - जैसे स्लिट की चौड़ाई घटती जाती है, वैसे - वैसे विवर्तन का फैलाव बढ़ता जाता है।



इस प्रकार निष्कर्ष यह निकलता है कि विवर्तन के लिए सबसे महत्वपूर्ण शर्त यह है कि रुकावट का आकार तरंगों के तरंगदैर्ध्य के क्रम का होना चाहिए। चूँकि विवर्तन भी तरंग गति का लक्षण है, अत: यह सभी प्रकार की तरंगों के साथ परिलक्षित होता है। ध्वनि - तरंगों की तरंगदैर्ध्य काफी बड़ी होती हैं। अतः इनका विवर्तन व्यावहारिक जीवन में आसानी से अनुभव किया जा सकता है। जैसे - दरवाजों, खिड़कियों आदि के किनारों से ध्वनि तरंगों का विवर्तन हो जाता है लेकिन प्रकाश - तरंगों की तरंगदैर्ध्य बहुत छोटी होती है। अत: इनका विवर्तन देखने के लिए प्रयोगशाला में विशेष प्रबन्ध करना पड़ता है।

प्रश्न 10.
यंग के द्विस्लिट प्रयोग में व्यतिकरण प्रारूप किस प्रकार प्रभावित होगा, जब
(i) स्लिट S_1 और S_2 के मध्य दूरी घटा दी जाये।
(ii) पूरी व्यवस्था को जल में डुबो दिया जाये। प्रत्येक स्थिति में अपने उत्तर को स्पष्ट कीजिए।
उत्तर:
(i) SS_1 के मध्य दूरी घटाने से फ्रिज की चौड़ाई बढ़ जाएगी क्योंकि ß $\propto \frac{1}{d}$
(ii) फ्रिज की चौड़ाई घट जाएगी क्योंकि जल में प्रकाश की तरंगदैर्ध्य कम हो जाएगी। ß $\propto \lambda$

https://www.evidyarthi.in/