प्रयोग 5

उद्देश्य –

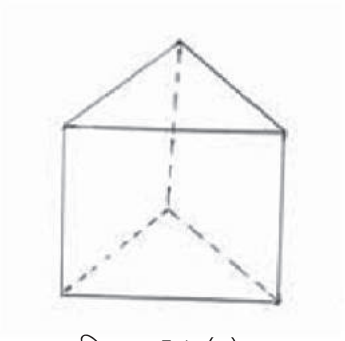
दिए गए कांच के प्रिज्म के लिए आपतन कोण एवं विचलन कोण के मध्य ग्राफ खींच कर न्यूनतम विचलन कोण तथा अपवर्तनांक ज्ञात करना।

उपकरण एवं सामग्री–

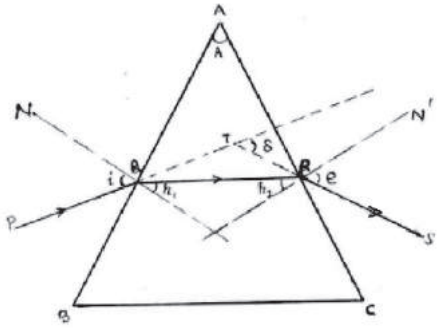
ड्राइंग बोर्ड, सफेद कागज, कांच का प्रिज्म, मीटर स्केल, तीखी आलपिनें, सेलोटेप/ड्राइंग पिने, ग्राफ पेपर, चांदा, पेंसिल आदि

एक साधारण प्रिज्म तीन आयताकार एवं दो त्रिभुजाकार फलकों से बना समांगी पारदर्शी माध्यम होता है। तीनों आयताकार फलक आपस में तथा त्रिभुजाकार फलकों से चित्रानुसार जुड़े होते हैं। चित्र – 5.1 (अ)

सिद्धांत–



चित्र – 5.1 (अ)



चित्र – 5.1 (ब)

प्रकाश की किरण PQ किसी आयताकार फलक पर आपतित होती है तो कांच के सघन माध्यम में प्रवेश करने पर अपवर्तन के कारण अपवर्तित किरण QR के रूप में अभिलंब की ओर मुडती है। यह किरण QR जब दूसरे आयताकार फलक पर आपतित होती है तो निर्गत किरण RS के रूप में वायु में अभिलंब से दूर हटती है। चित्र – 5.1 (ब)

आपतित किरण PQ को आगे की और तथा निर्गत किरण RS को पीछे की और बढ़ाने पर दोनों किरणें बिन्दु T पर मिलती है। आपतित किरण की दिशा एवं निर्गत किरण RS की दिशा के मध्य बनने वाले कोण को विचलन कोण δ कहते हैं।

चित्र की ज्यामिती से $\angle r_1 + \angle r_2 = \angle A$ .... (1)

तथा $\delta = (i - r_1) + (e - r_2)$ ..... (2) यहां i = आपतन कोण, e = निर्गत कोण

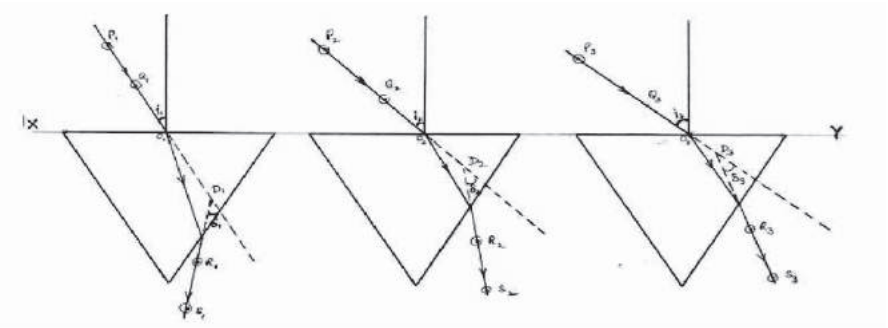
$\angle r_1$ = तल AB के लिए अपवर्तन कोण

$\angle r_2$ = तल AC के लिए अपवर्तन कोण

यदि आपतन कोण i का मान बढ़ाया जाता है तो विचलन कोण का मान कम होता जाता है। आपतन कोण के एक विशेष मान पर विचलन कोण मान न्यूनतम/अल्पतम होता है। आपतन कोण के मान को और अधिक बढ़ाने पर विचलन कोण का मान पुनः बढ़ने लगता है। अल्पतम विचलन कोण की अवस्था में प्रिज्म द्वारा निर्मित प्रतिबिंब की तीव्रता अधिकतम होती है। अल्पतम विचलन कोण की अवस्था में $\delta = \delta_m$, $r_1 = r_2 = r$ तथा $i=e$ होता है। अतः $A=2r$, $\delta_m=2i-A$

प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनां $n = \dfrac{\text{Sin}\dfrac{(A+\delta_m)}{2}}{\text{Sin}\,(A/2)}$

यहाँ A = प्रिज्म कोण, δ_m = न्यूनतम विचलन कोण



चित्र 5.2

विधि–

1. ड्राइंग बोर्ड पर कागज की शीट सेलोटेप/ड्राइंग पिनो से लगावें।
2. शीट पर एक लंबी सरल रेखा xy खींचो।
3. इस रेखा पर भिन्न बिन्दुओं O_1, O_2, O_3 पर लंब खींचे।
4. प्रत्येक बिन्दु लंब से कोण 30^0, 35^0, 40^0, 45^0, 50^0 आदि पर रेखा P_1O_1 , P_2O_2, P_3O_3 खींचे।
5. प्रिज्म के त्रिभुजाकार फलक को इस प्रकार रखें कि एक आयताकार उर्ध्व फलक रेखा xy से सम्पाती हो।

6 रेखा P_1O_1 पर दो तीखी आलपिने आपस में लगभग 7–8 सेमी. दूरी पर ऊर्ध्वाधर गाड़ें।

7 प्रिज्म के दूसरे फलक की ओर तीसरी पिन R_1, इस प्रकार गाड़ें कि P_1की और से एक आंख से देखने पर तीनों पिने P_1, Q_1 एवं R_1 एक सीध में दिखाइ दे। अर्थात् दोनों पिने Q_1 एवं R_1; P_1 के पीछे छिप जाऐं। इस अवस्था में तीनों पिनों के मध्य लंबन दूर हो जाता है।

8 अब इसी लंबन विधि द्वारा एक आंख से P_1 की ओर से देखते हुए चौथी पिन S_1 गाड़ें। अब चारों पिने एक ही सीध में दिखाई देनी चाहिए अर्थात् केवल P_1 पिन ही दिखाई दे एवं शेष सारी पिने उनके पीछे छिप जाएं।

9 प्रिज्म की सीमा रेखा बनाने के बाद इसे हटा दें।

10 पिनों को हटा कर, उनके स्थानों पर छोटे गोले बना दे। बिन्दु S_1 एवं R_1 को मिलाती हुई रेखा सरल रेखा खींचे। रेखा P_1Q_1 को O_1 से डॉट रेखा द्वारा आगे बढ़ावे जो R_1S_1 रेखा को पीछे बढ़ाने पर D_1 पर काटती है।

11 चित्रानुसार बने विचलन कोण δ एवं संगत आपतन कोण के मानों को सारिणी में लिखे।

12 उपरोक्त विधि से अन्य आपतन कोणों के लिए प्रयोग करें एवं प्राप्त विचलन कोण एवं संगत आपतन कोण के मानों को सारणीबद्ध करें।

13. प्रिज्म कोण A ज्ञात करने के लिए प्रयोग के दौरान प्राप्त प्रिज्म की त्रिभुजाकार आकृतियों में से किसी एक के तीनों कोणों को मापकर औसत लें। यही A का मान होगा।

प्रेक्षण – चांदे का अल्पतमांक = —— डिग्री

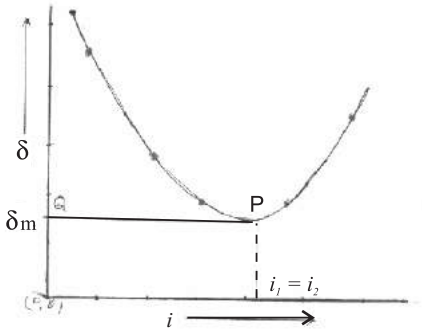
$$A = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{3}$$

A = —— डिग्री

क्र सं	आपतन कोण	विचलन कोण
1	.....डिग्री	.....डिग्री
2	.....डिग्री	.....डिग्री
3	.....डिग्री	.....डिग्री
4	.....डिग्री	.....डिग्री
5	.....डिग्री	.....डिग्री

गणना

आपतन कोण i को X- अक्ष एवं विचलन कोण δ को Y- अक्ष पर लेते हुए ग्राफ बनावें। जो निम्न प्रकार का प्राप्त होता है।



चित्र– 5.3

इन बिन्दुओं को मुक्त हस्त से मिलाते हुए वक्र की आकृति दें। (सीधी रेखा द्वारा नहीं मिलावें) हो सकता है आपका कोई भी पाठयांक अल्पतम विचलन कोण के लिए नहीं हो, परंतु वक्र के न्यूनतम बिन्दु P से δ अक्ष पर लंब PQ डालने से अल्पतम विचलन कोण δ_m (बिन्दु Q का पाठयांक) प्राप्त हो जाता है।

(अथवा i के समान्तर, न्यूनतम बिन्दु पर खींची) हुई स्पर्श रेखा δ अक्ष पर जो मान बताती है वही δ_m होगा)

अपवर्तनांक के लिए गणना $n = \dfrac{\text{Sin}\dfrac{(A+\delta_m)}{2}}{\text{Sin}\,(A/2)}$ में δ_m एवं A के मान रखकर साईन सारणी की सहायता से गणना करें। (n = मात्रक हीन)

परिणाम–

1. दिए गए प्रिज्म के लिए अल्पतम विचलनप कोण का मान ..... डिग्री प्राप्त होता है।
2. दिए गए प्रिज्म के पदार्थ का अपवर्तनांक n = ... प्राप्त हुआ।

सावधानियां

1 पिनों को ठीक ऊर्ध्व स्थिति में गाड़ें।

2 पिनों के बीच की दूरी अधिक रखने पर लंबन द्वारा अधिक सही पाठयांक प्राप्त होता है।

3 सभी पाठयांकों में प्रिज्म कोण वही रखना चाहिए (अच्छा हो उसे पेन/मार्कर) से अंकित कर ले।

4 चारों पिने लगाते समय प्रिज्म नहीं हिलना चाहिए। प्रिज्म रखने के बाद पेंसिल से उसके चारों और सीमांकन कर दें।

5 संभावित न्यूनतम विचलन कोण के निकट अधिक प्रेक्षण लें। जिससे ग्राफ की अधिक वास्तविक आकृति

प्राप्त होती है।

6 न्यूनतम विचलन कोण के लिए स्पर्श रेखा खींचते समय अधिक सावधान रहें।

मौखिक प्रश्न

प्र 1 प्रकाश की किरण जब एक माध्यम से दूसरे माध्यम से प्रवेश करती है तो अपने मूल पथ से क्यों मुड़ जाती है?

उ माध्यम बदलने से प्रकाशीय घनत्व बदल जाता है एवं प्रकाश का वेग एवं तरंग दैर्ध्य दोनों बदलने से किरण की दिशा बदलती है।

प्र 2 जब प्रकाश की किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम की सीमा पर आपतित हो तो किरण किस प्रकार मुड़ती है?

उ इस परिस्थिति में अपवर्तित किरण अभिलंब से दूर हटती है।

प्र 3 अपवर्तन के लिए स्नेल का नियम बताओ।

उ स्नेल के नियमानुसार $n = \frac{\text{Sin i}}{\text{Sin r}}$ जहां n पदार्थ का अपवर्तनांक, i एवं r क्रमशः आपतन एवं अपवर्तन कोण है।

प्र 4 जब प्रकाश की किरण माध्यमों की सीमा पर लंबवत आपातित है, तो अपवर्तित किरण किस प्रकार मुड़ती है? अर्थात आपतन कोण $i=0$ होने पर $r=?$

उ अपवर्तित किरण बिना मुड़े सीधी दूसरे माध्यम मे चली जाती है। $(r=o)$

प्र 5 क्या किसी माध्यम का अपवर्तनांक एक नियतांक है?

उ नहीं, क्योंकि इसका मान अन्य माध्यम के सापेक्ष होता है तथा गुजरने वाले प्रकाश की तरंग दैर्ध्य पर निर्भर करता है।

प्र 6 यदि भिन्न तरंग दैर्ध्य के लिए माध्यम का अपवर्तनांक भिन्न है तो फिर यह क्यों कहा जाता है कि पानी का अपवर्तनांक 1.33 है?

उ इस प्रकार से दिया गया मान निर्वात के सापेक्ष माध्यम का अपवर्तनांक माध्य तरंग दैर्ध्य (पीले रंग की सोडियम लाइट) के लिए होता है।

प्र 7 सघन माध्यम से विरल माध्यम में अपवर्तन के समय आपतन कोण के बदलते मानों के साथ होने वाली घटना को समझाओ।

उ सघन माध्यम से विरल माध्यम में अपवर्तन के समय, आपतन कोण का मान बढ़ाने पर अपवर्तन कोण का मान भी बढ़ता है। आपतन कोण के एक विशेष मान i_c पर अपवर्तन कोण $r=90^o$ हो जाता है। आपतन कोण का मान $i>i_c$ होने पर पूरी की पूरी किरण पुनः उसी माध्यम में परावर्तित हो जाती है। यद्यपि माध्यमों की सीमा पूर्ण पारदर्शी है। इस घटना को पूर्ण आंतरिक

परावर्तन कहते हैं एवं i_c को क्रांतिक कोण कहते हैं।

प्र 8 क्या प्रिज्म के लिए अल्पतम विचलन कोण δ_m प्रकाश की तरंग दैर्ध्य पर निर्भर करता है?

उ हां। भिन्न तरंगदैर्ध्य λ के लिए n भिन्न होने से विचलन कोण δ_m भिन्न होगा।

प्र 9 यदि प्रिज्म से श्वेत प्रकाश गुजारा जाए तो क्या घटना होगी?

उ चूंकि श्वेत प्रकाश कई रंगों (VIBGYOR)/तरंग दैर्ध्यों का मिश्रण है, अतः प्रिज्म से गुजरते समय अपने घटक रंग भिन्न विचलन कोणों से निर्गत होने के कारण सभी रंग अलग अलग (इन्द्रधनुष की भांति) नजर आते हैं। इस घटना को वर्ण विक्षेपण कहते हैं।