परियोजना 1

उद्देश्य

यह जाँच करना कि क्या किसी सरल लोलक की ऊर्जा संरक्षित रहती है।

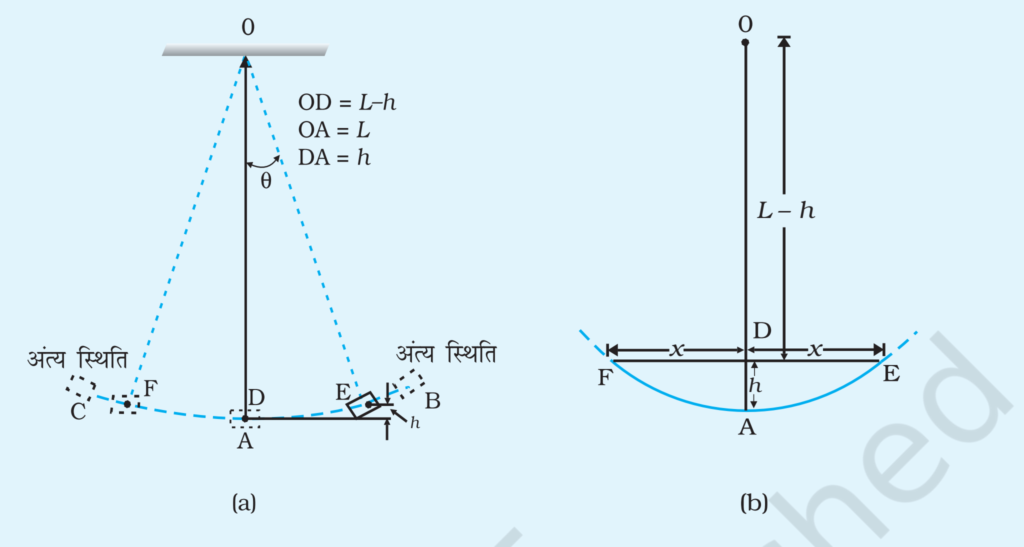
आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

क्लैंप युक्त एक ऊँचा प्रयोगशाला स्टैंड, बीच से ऊर्ध्वाधरत: दो भागों में विभाजित एक कॉर्क, एक ईंट (अथवा धातु का कोई भारी टुकड़ा) जिसे गोलक (बॉब) की तरह उपयोग में लाया जा सके, एक लंबी, पतली तथा सुदृढ़ सूती/धागा डोरी (जिसकी लंबाई लगभग 11.5 - 2.0 m हो), विराम घड़ी, टिक-टिक कालमापी टिकर-टाइमर, पेपर टेप, तुला, लकड़ी का गुटका, सेलोटेप, मीटर पैमाना एवं ग्राफ़ पेपर।

सिद्धांत

ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है न ही नष्ट, तथापि यह एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित की जा सकती है तथा ब्रह्मांड में सभी प्रकार की ऊर्जाओं का कुल योग अचर बना रहता है (ऊर्जा संरक्षण का नियम)। किसी वियुक्त यांत्रिक निकाय में जहाँ श्यान तलकर्षण/ वायु प्रतिरोध/ घर्षण आदि को पराभूत करने में व्यवहारत: नगण्य/ शून्य ऊर्जा क्षय होती है (जैसे कि भारी लोलक), वहाँ गतिज एवं स्थितिज ऊर्जाओं का योग अचर बना रहता है। न्यून कोणीय आयाम ($\theta \leq 15°$) के लिए सरल लोलक सरल आवर्ती गति (SHM) करता है जिसमें दोलनों का अवमंदन नगण्य होता है अर्थात् ऊर्जा ह्रास नगण्य होता है। अत: सरल आवर्त दोलन करने वाला लोलक किसी यांत्रिक निकाय में ऊर्जा संरक्षण के नियम का अध्ययन करने अथवा प्रतिपादित करने के लिए एक सुगम व्यवस्था प्रदान करता है। चित्र P 1.1 में एक ऐसे सरल लोलक के दोलन दर्शाए गए हैं जिसकी प्रभावी लंबाई L है, माध्य स्थिति A तथा अंत्य स्थितियाँ B एवं C है। अंत्य B एवं C स्थितियों पर दोलायमान गोलक माध्य स्थिति से कुछ ऊँचाई h (= AD) ऊपर उठ जाता है, जहाँ इसकी स्थितिज ऊर्जा अधिकतम और गतिज ऊर्जा न्यूनतम होती है। माध्य स्थिति A पर गतिज ऊर्जा अधिकतम एवं स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम होती है। इनके बीच की किसी स्थिति जैसे E और F पर लोलक में गतिज एवं स्थितिज दोनों ही प्रकार की ऊर्जाएँ होती हैं। प्रयोग E 6 के E 6.2 चित्र तथा चित्र P1.1 में लोलक की प्रभावी लंबाई, निलंबन बिंदु O से गोलक के गुरूत्व केंद्र तक की लंबाई $L (= l + r)$ ली जाती है जहाँ r गोलक की त्रिज्या तथा 1 हुक समेत डोरी की लंबाई है। अल्प कोणीय आयामों (θ) के लिए (लगभग $8°$ से $10°$) चाप EA की लंबाई = FA, लगभग उतनी ही है जितनी रेखीय दूरी ED=FD=x, बिन्दु E एवं F सममित रूप से बिंदु D के सापेक्ष बराबर ऊँचाई पर है।

© NCERT not to be republished



*चित्र **P1.1** एक दोलाचमान लोलक*

चित्र P1.1 में ज्यामिति का उपयोग करें तो हम इस निष्कर्ष पर पहुँच सकते हैं कि

DF. DE = OD. DA

$x \times x = (L-h)\,h$

x एवं h के अल्प परिमाणों के लिए (तथा $x \ll L$ एवं $h \ll x$)

(P 1.1) $$h = \frac{x^2}{L}$$

तब m का द्रव्यमान की ईंट के लिए, बिंदु E (या F) पर स्थितिज ऊर्जा

(P 1.2) $$mgh = \frac{mg}{L}x^2$$

तथा बिंदु E (या F) पर, υ वेग से गतिमान ईंट की गतिज ऊर्जा

(P 1.3) $$\frac{1}{2}m\upsilon^2$$

अतः, गोलक की कुल ऊर्जा

(P 1.4) $$E = \frac{1}{2}m\upsilon^2 + \frac{mg}{L}x^2$$

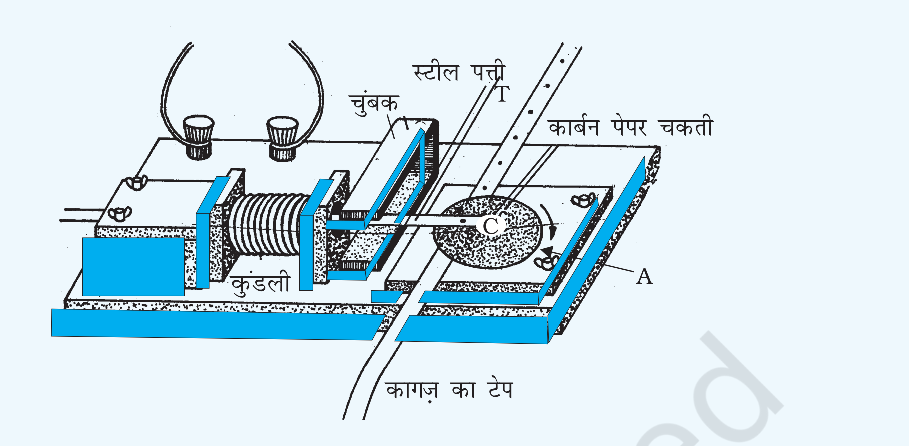
इस व्यंजक का उपयोग कर अब यह जाँचिए कि दोलायमान सरल लोलक की कुल ऊर्जा E का मान अचर रहता है या नहीं।

प्रयोगशाला में लघु समय - अंतरालों को मापने की युक्ति: टिक-टिक कालमापी (टिकर-टाइमर)

टिकर टाइमर एक ऐसी युक्ति है जिसे प्रयोगशाला में लघु समय अंतराल मापने के लिए उपयोग

© NCERT not to be republished

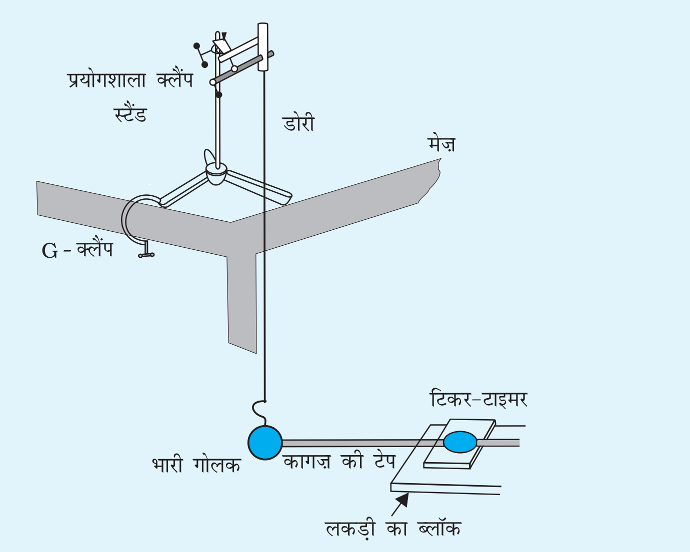
में लाते है। यह लगभग 0.02s तक के लघु समय अंतरालों को विराम घड़ी (अल्पतमांक 0.1s) की तुलना में उच्च यथार्थता से माप सकता है। टिकर-टाइमर विभिन्न डिज़ाइनों में उपलब्ध हैं।



चित्र P1.2 *टिकर-टाइमर*

किसी सामान्य किस्म के टिकर-टाइमर में, जैसा चित्र P1.2 में दर्शाया गया है, एक स्टील/धातु की पत्ती T होती है जिसे एक विद्युत चुंबक की सहायता से ज्ञात आवृत्ति पर दोलित कराया जा सकता है। कंपायमान स्टील की पत्ती का नुकीला हथौड़ा T, कार्बन पेपर की एक छोटी-सी चकती C पर प्रहार करती है जिसके नीचे कागज़ की एक टेप को कंपन करते पिंड द्वारा खींचा जाता है। जब पत्ती कंपन करती है तो नुकीले हथौड़े के प्रहार से कागज़ के टेप पर बिंदु चिह्न अंकित हो जाते हैं।

पेपर टेप के ऊपर बिंदु नियमित (या बराबर) समय-अंतराल के पश्चात् बनते हैं। प्रत्येक बिंदु चिह्न कंपायमान स्टील पत्ती के एक पूर्ण कंपन को दर्शाता है। दो क्रमागत बिंदु चिह्नों के बीच के समय अंतराल को एक टिक के लिए समय की इकाई के रूप में लिया जा सकता है। कंपायमान पत्ती का आवर्तकाल इसके दिए गए (ज्ञात) कंपन की आवृति के आधार पर की जा सकती है। जब इसे 6 वोल्ट के अवचायी प्रत्यावर्ती (a.c.) प्रदाय पर चलाया जाता है तो इसकी आवृत्ति वही होती है जो ac मेंस की होती है (भारत में इसका मान 50 हर्ट्ज़ है)। इस प्रकार, एक टिक के लिए मापित समय (दो क्रमागत बिंदु चिह्नों के बीच का समय अंतराल) समय मापन के मूल मात्रक सेकेंड में परिवर्तित किया जा सकता है। अत: टिकर-टाइमर का उपयोग प्रयोगशाला में 0.02 s के समय अंतराल को यथार्थता से मापने के लिए किया जा सकता है।



चित्र P1.3 ऊर्जा संरक्षण का अध्ययन करने के लिए प्रयोगिक व्यवस्था।

कार्यविधि

1. लोलक के गोलक का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।

2. मीटर पैमाने की सहायता से l एवं r के मान ज्ञात कीजिए। तब लोलक की लंबाई $L = l + r$ है।

not to be republished © NCERT

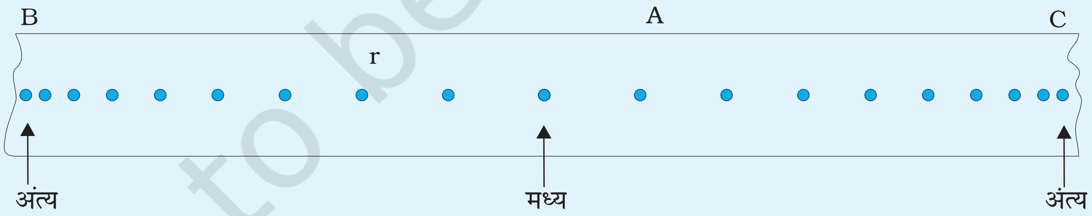
3. जैसा चित्र P1.3 में दिखाया गया है, लकड़ी के गुटके की सहायता से टिकर-टाइमर को उतनी ही ऊँचाई पर स्थापित कीजिए जिस पर गोलक का केंद्र है, सेलोटेप की सहायता से टिकर-टाइमर को लकड़ी के गुटके पर स्थिर कर दीजिए ताकि इसके नीचे टेप खींचे जाने पर इसकी स्थिति में कोई परिवर्तन न हो।

4. टिकर-टाइमर के टेप को सेलो टेप की सहायता से ईंट (गोलक) के साथ इस प्रकार जोड़िए कि यह ईंट के स्थिर अवस्था के केंद्रीय क्षैतिज तल के साथ क्षैतिज रहे। इसके लिए यह सुविधाजनक रहेगा कि ईंट के चारों ओर इस तल के अनुदिश एक मज़बूत धागा बाँधा जाए और इससे टाइमर के टेप को जोड़ दिया जाए।

5. गोलक को टाइमर की ओर इस प्रकार विस्थापित कीजिए कि इसका कोणीय विस्थापन कम हो ($\theta < 10°$) अर्थात् रैखिक विस्थापन ऊर्ध्वाधर स्थिति में लोलक की लंबाई के लगभग दसवें भाग के बराबर हो। यह ध्यान रखिए कि टिकर का टेप इस प्रकार व्यवस्थित करना है कि जैसे ही ईंट चलना प्रारंभ करे तो उसके खिंचाव से यह भी आसानी से चल सके।

6. सावधानीपूर्वक टिकर-टाइमर को चालू कीजिए और ईंट को दोलन कराइए। जब ईंट टाइमर के दूसरी ओर जाती है तो यह टिकर-टाइमर से होकर टेप को बाहर खींचती है। इस प्रकार टिकर-टाइमर क्रमिक समय-अंतरालों पर ईंट की स्थिति रिकॉर्ड करता है।

7. जब ईंट दूसरे अंत्य सिरे पर पहुँचती है तो टिकर-टाइमर का स्विच बंद कर दीजिए। पेपर टेप को निकाल कर इसका निरीक्षण कीजिए। टेप पर बने अंत्य बिन्दु चिह्न लोलक की अंत्य स्थितियाँ B एवं C को निरूपित करते हैं। इस आधे दोलन का केंद्र बिंदु A दो अंत्य बिंदु चिह्नों का केंद्र है और इसे अर्द्धमीटर पैमाने की सहायता से अंकित किया जा सकता है जैसा चित्र P1.4 में दर्शाया गया है।



चित्र P1.4 दोलन करती गोलक की पेपर टेप पर चिह्नित स्थितियाँ

8. प्रत्येक बिंदु चिह्न के संगत (लगभग 10-12) चिह्नों के केंद्रीय बिंदु A से ईंट का विस्थापन $x_1, x_2 . x_3$,..... मापिए। बिंदु केंद्रीय बिंदु A से बिंदु चिह्नों की संख्या गिनकर, वह समय t_1, t_2, t_3, ... ज्ञात कीजिए जब प्रत्येक चयनित बिंदु चिह्न अंकित किया गया था। यदि केंद्रीय बिंदु A टिकर-टाइमर द्वारा अंकित किसी बिंदु चिह्न पर संपाती नहीं है तो t_1, t_2, t_3... के यथार्थ मान ज्ञात करने के लिए टिकर-टाइमर के दोलन काल का उपयुक्त अंश इनमें जोड़ना पड़ेगा।

9. SI मात्रक में और उपयुक्त सार्थक अंकों के साथ अपने प्रेक्षणों को सारणीबद्ध कीजिए।

10. v_i $(=\Delta x_i / \Delta t_i)$ सूत्र का उपयोग करके प्रत्येक चयनित बिंदु चिह्न के लिए वेग की गणना कीजिए। इसके लिए पहले का एक बिंदु और बाद का एक बिंदु लीजिए। इन दो बिंदुओं के बीच की दूरी Δx_i है और Δt_i इस दूरी को तय करने में लगा समय है। अब गोलक की गतिज ऊर्जा के परिमाण $\frac{1}{2}mv^2 \left[= \frac{m}{2}\left(\frac{\Delta x_i}{\Delta t_i}\right)^2\right]$ एवं स्थितिज ऊर्जा के परिमाण mgh_i $[= mg\,(x_i^2/L)]$ की गणना कीजिए। प्रत्येक प्रकरण में गतिज एवं स्थितिज ऊर्जाओं का योग ज्ञात कीजिए। परिणाम को SI मात्रकों में तथा उपयुक्त सार्थक अंकों में व्यक्त कीजिए।

11. लोलक के गोलक के विस्थापन (x_i) [केंद्रीय बिंदु चिह्न से अंत्य बिंदु चिह्नों की दूरी] एवं समय में ग्राफ़ खींचिए।

12. ग्राफ़ पर माध्य स्थिति के बाईं ओर पाँच या छः बिंदुओं पर और दाहिनी ओर भी इतने ही बिंदुओं पर प्रवणता प्राप्त करके वेग (v) ज्ञात कीजिए। ग्राफ़ पर लिए गए प्रत्येक बिंदु के लिए गतिज ऊर्जा $(mv^2/2)$ की गणना कीजिए।

13. ईंट (दोलक) की गतिज ऊर्जा एवं उसकी संगत स्थिति (x) में एक अन्य ग्राफ़ बनाइए। उस बिंदु की स्थिति ज्ञात कीजिए जिसके लिए गतिज ऊर्जा न्यूनतम है।

14. उन्हीं बिंदुओं के लिए जिन पर आपने गतिज ऊर्जा की गणना की है स्थितिज ऊर्जा PE $\left(= mg\frac{x_i^2}{L}\right)$ की गणना भी कीजिए। जिस ग्राफ़ पर आपने गतिज ऊर्जा और विस्थापन में ग्राफ़ बनाया है उसी पर स्थितिज ऊर्जा (PE) और विस्थापन स्थितियों (x) के सापेक्ष ग्राफ़ आरेखित कीजिए।

15. प्रत्येक विस्थापन स्थिति (x) के संगत लोलक की गतिज एवं स्थितिज ऊर्जा का योग करके कुल यांत्रिक ऊर्जा E ज्ञात कीजिए। परिणाम को SI मात्रकों में तथा उपयुक्त सार्थक अंकों के साथ व्यक्त कीजिए। जिस ग्राफ़ पर आपने चरण 13 और 14 की राशियाँ अर्थात् K.E. एवं P.E. आरेखित की हैं उसी पर लोलक की विस्थापन स्थिति (याँ) एवं कुल यांत्रिक ऊर्जा के बीच भी ग्राफ़ खींचिए।

प्रेक्षण

सरल लोलक की प्रभावी लंबाई तथा इसके गोलक के द्रव्यमान का मापन

(a) सरल लोलक की प्रभावी लंबाई

मीटर पैमाने का अल्पतमांक =... mm =...cm

© NCERT not to be republished

ईंट के ऊपरी पृष्ठ से निलंबन बिंदु तक की दूरी, l =...cm =...m

ईंट की मोटाई, $2r$ =...cm

सरल लोलक की प्रभावी लंबाई $L = (l + r)$ = ...cm = ...m

(b) ईंट का द्रव्यमान = ... g

टिकर-टाइमर का दोलन काल (T) = ... s

बाँईं ओर संशोधित T_i ज्ञात करने के लिए, योज्य T का भिन्नात्मक अंश = ...

दाहिनी ओर संशोधित T_i ज्ञात करने के लिए, योज्य T का भिन्नात्मक अंश = ...

सारणी P1.1 – टिकर-टाइमर एवं अभिलेखित टेप का उपयोग करके विस्थापन एवं समय का मापन

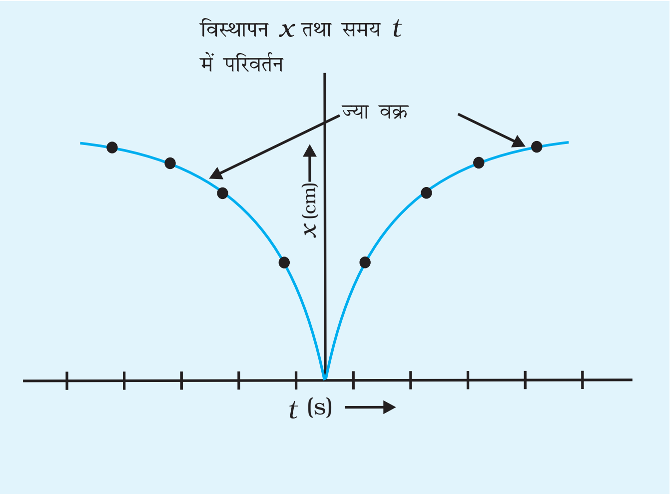
प्रेक्षण की क्रम संख्या	टेप पर बिंदु चिह्न की क्रम संख्या	विस्थापन (मध्यम स्थिति से बिंदु चिह्न की दूरी x_i) (cm)	टिकर-टाइमर में माध्य बिंदु से i वें बिंदु चिह्न तक के बीच दोलनों की संख्या	T_1 (s)	वेग v (m s^{-1})
1	बाएँ से दूसरा				
2	बाएँ से चौथा				
3	बाएँ से छठा				

	दाहिने से दूसरा				
	दाहिने से चौथा				
	दाहिने से छठा				

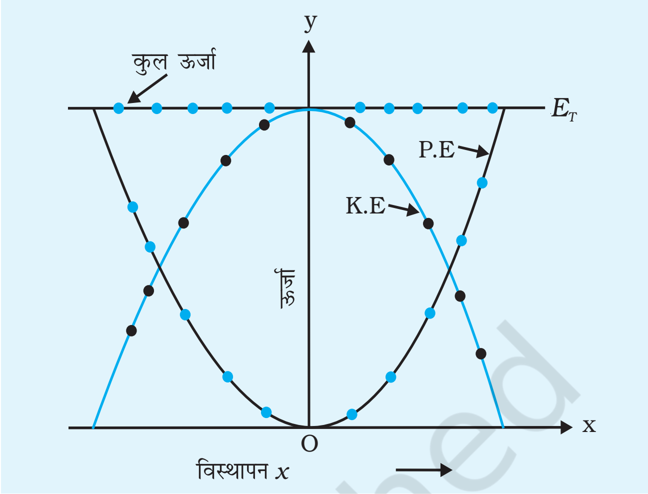
(c) विस्थापन और समय के बीच ग्राफ़ आलेखन

सारणी P1.1 में प्रेक्षित मानों का उपयोग करते हुए x-अक्ष के अनुदिश समय t एवं y-अक्ष के अनुदिश विस्थापन x लीजिए। t और x को व्यक्त करने के लिए इन अक्षों पर उपयुक्त पैमानों का चुनाव कीजिए। t एवं x में ग्राफ़ खींचिए जो चित्र P1.5 में दर्शाए अनुसार होगा। इस x-t ग्राफ़ की आकृति कैसी है?

© NCERT not to be republished



चित्र P1.5 *दोलन कर रहे किसी लोलक के विस्थापन तथा समय में ग्राफ़*



चित्र P 1.6 *दोलन कर रहे गोलक की ऊर्जा तथा उसके विस्थापन में ग्राफ़*

© NCERT not to be republished

परिकलन

(i) चित्र P 1.5 में आलेखित ग्राफ़ में माध्य स्थिति O के दोनों ओर पाँच या छः विभिन्न बिंदुओं पर गोलक का वेग ज्ञात कीजिए।

ग्राफ़ से प्राप्त वेग के प्रत्येक मान के संगत गतिज ऊर्जा के मान समीकरण (P 1.3) का उपयोग करके परिकलित कीजिए। इन मानों को सारणी P 1.2 में अभिलेखित कीजिए।

(ii) इन मानों को उपयोग करके x-अक्ष के अनुदिश विस्थापन (x) तथा y अक्ष के अनुदिश गतिज ऊर्जा (KE) लेकर ग्राफ़ बनाइए जो चित्र P 1.6 में दर्शाए अनुसार होगा।

(iii) उपरोक्त लिखित चरण (ii) में विस्थापन के प्रत्येक मान के लिए समीकरण (P 1.2) का उपयोग करके स्थितिज ऊर्जा के मानों की गणना कीजिए।

सारणी P 1.2 – दोलन करते गोलक की स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा एवं कुल ऊर्जा का परिकलन

क्रम	वेग v (ms^{-1})	गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}mv^2$ (J)	स्थितिज ऊर्जा $mg\frac{x^2}{L}$ (J)	कुल ऊर्जा = स्थितिज ऊर्जा + गतिज ऊर्जा (J)
1				
2				
3				

(iv) उसी ग्राफ़ पर विस्थापन (दूरी) x को x-अक्ष के अनुदिश तथा स्थितिज ऊर्जा (P.E.) को y-अक्ष के अनुदिश लेकर आरेख बनाइए (चित्र P1.6)।

(v) प्रत्येक विस्थापन स्थिति x के संगत गतिज ऊर्जा एवं स्थितिज ऊर्जा के मानों का योग करके कुल ऊर्जा E_T का परिकलन कीजिए। उस ही ग्राफ़ पर विस्थापन को x-अक्ष के अनुदिश तथा कुल ऊर्जा E_T को y-अक्ष के अनुदिश लेकर आरेख बनाइए (चित्र P1.6)।

परिणाम

दोलन करते सरल लोलक के गोलक की कुल ऊर्जा, जो गतिज एवं स्थितिज ऊर्जाओं का योग है, इसके पथ के प्रत्येक बिंदु पर संरक्षित (अपरिवर्तित) रहती है।

परिचर्चा

1. प्रयोग E 6 की परिचर्चा में आए, 3 से 5 तक के बिंदुओं में वर्णित सावधानियाँ यहाँ भी बरतें।

2. समीकरण P1.1 जो सरल लोलक के लिए x, h एवं L में संबंध बताती है, $h << x << L$ होने पर लोलक के लघु कोणीय आयामों ($\theta < 10^o$) के लिए ही यथार्थ में लागू होती है।

3. गोलक के रेखीय विस्थापन x, को लोलक की प्रभावी लंबाई का लगभग 1/8 वां या 1/10 वां भाग तक रखने से लघु कोणीय आयामों के लिए कोणीय विस्थापन (θ) लगभग 8^o से 10^o हो जाता है। पेपर टेप पर केंद्रीय बिंदु/स्थिति से बिंदु चिह्नों तक का विस्थापन (दूरी) यथार्थ में केंद्रीय (माध्य) स्थिति से लोलक के गोलक के तद्नुरूपी विस्थापनों को व्यक्त करता है।

4. चित्रों P 1.5 तथा P 1.6 में दर्शाए ग्राफ़ों की आकृति आदर्श स्थिति के लिए है जिसमें घर्षण या वायु के कारण कोई ऊर्जा ह्रास नहीं होता है। प्रेक्षित डाटा के आधार पर खींचे ग्राफ़ डाटा लेने तथा घर्षण के कारण भिन्न हो सकते हैं।

स्वः मूल्यांकन

1. आपने दोलायमान सरल लोलक के लिए जो विस्थापन समय ग्राफ़ खींचा है उसकी आकृति पहचानिए। ग्राफ़ की व्याख्या कीजिए।

2. सरल लोलक के लिए आपने जो गतिज ऊर्जा-विस्थापन तथा स्थितिज ऊर्जा-विस्थापन ग्राफ़ बनाए हैं उनकी आकृति पहचानिए।

   प्रत्येक विस्थापन स्थिति के लिए स्थितिज ऊर्जा एवं गतिज ऊर्जा में होने वाले परिवर्तन का अध्ययन कीजिए। इन ग्राफ़ों का अध्ययन कीजिए और इनकी परस्पर तुलना कीजिए।

3. आपने सरल लोलक के लिए कुल (यांत्रिक) ऊर्जा एवं विस्थापन में जो ग्राफ़ खींचा है, उसकी आकृति कैसी है। यह दर्शाने के लिए कि इससे क्या-क्या स्पष्ट होता है ग्राफ़ की व्याख्या कीजिए।

© NCERT not to be republished

परियोजना 2

उद्देश्य

मीटर पैमाने को दंड लोलक की भाँति उपयोग करके इसके द्रव्यमान केंद्र के परितः घूर्णन त्रिज्या ज्ञात करना।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

एक मीटर पैमाना जिसमें समान दूरी–अतंराल पर छिद्र बने हों, क्षुरधार आकृति का एक्सिल, एक दृढ़ आधार, दो ग्लास प्लेट (आलंबन तल को एक समान रखने के लिए), कमानीदार तुला, स्पिरिट लेविल, स्टैंड पर लगा टेलिस्कोप, स्टॉप वाच एवं ग्राफ़ पेपर।

सिद्धांत

एक ऐसा दृढ़ पिंड जो इसमें से गुज़रने वाली क्षैतिज अक्ष के परितः एक ऊर्ध्वाधर तल में दोलन करे संयुक्त लोलक कहलाता है। पिंड का वह बिंदु जिससे होकर दोलन अक्ष गुज़रता है आलंबन केंद्र कहलाता है।

संयुक्त लोलक के दोलन काल के लिए सूत्र है:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgl}} \qquad \text{(P 2.1)}$$

जहाँ m दृढ़ पिंड का द्रव्यमान है, l आलंबन केंद्र से इसके गुरूत्व केंद्र तक की दूरी है, I दोलन अक्ष के परितः पिंड का जड़त्व आघूर्ण है तथा g गुरूत्व के कारण त्वरण है।

यदि पिंड की इसके गुरूत्व केंद्र से गुजरने वाली अक्ष के परितः वक्रता त्रिज्या K हो तो आलंबन बिंदु के परितः जड़त्व आघुर्ण

$$I = m\,(K^2 + l^2)$$

$$= ml\left(l + \frac{K^2}{l}\right) \qquad \text{(P 2.2)}$$

अतः $$T = 2\pi\sqrt{\frac{ml\left(l+\frac{K^2}{l}\right)}{mgl}} = 2\pi\sqrt{\frac{\left(l+\frac{K^2}{l}\right)}{g}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \qquad \text{(P 2.3)}$$

जहाँ $L = (l + K^2/l)$ (P 2.4)

समी. (P 2.4) को लिख सकते हैं:

$l \, . \, L = (l^2 + K^2) \qquad l^2 - l\,L + K^2 = 0$ (P 2.5)

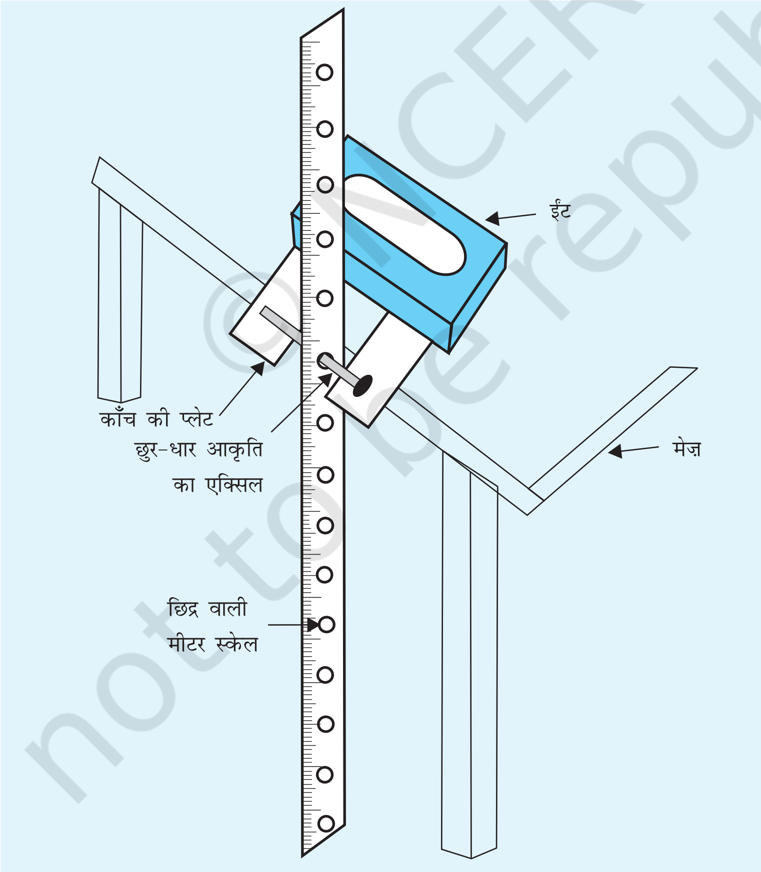
समी. (P 2.5) l में वर्गात्मक है अत: इसके दो मूल हैं जो माना l_1 एवं l_2 हैं तब

$$l_1 + l_2 = L$$

एवं $l_1 l_2 = K^2$

अथवा $K = \sqrt{l_1 l_2}$

कार्यविधि



चित्र P 2.1 गुरुत्व केंद्र के निकट बिंदु से दोलन करती मीटर स्केल

1. एक मीटर पैमाना लीजिए। इसके केंद्र से गुज़रती हुई लंबाई के अनुदिश एक सरल रेखा खींचिए। इस रेखा पर एक सिरे से प्रारंभ करके दूसरे सिरे तक प्रत्येक 2 cm अंतराल पर लगभग 1.6 mm व्यास के छिद्र ड्रिल मशीन की सहायता से बनाइए।

2. किसी फन्नी के ऊपर संतुलित करके पैमाने का गुरूत्व केंद्र ज्ञात कीजिए।

3. क्षुरधार आकृति के एक्सिल को मीटर पैमाने के एक सिरे पर बने छिद्र से गुज़ारिए और उसे काँच की ऐसी प्लेटों पर रखिए जो सुदृढ़ आलंबन आधार पर टिकी हैं।

4. यह सुनिश्चित करें कि आलंबन आधार पर लगी काँच की प्लेटें क्षैतिज तथा एक ही समतल में हों ताकि इन पर क्षुरधार टिकाकर जब हम मीटर पैमाने को लटकाएँ तो यह सदैव ऊर्ध्वाधर तल में ही लटकें (चित्र P2.1)।

5. लोलक के निचले सिरे के निकट कागज़ की पट्टी चिपकाकर संदर्भ रेखा खींचिए। ध्यान रखें कि टेलिस्कोप का ऊर्ध्वाधर क्रॉसतार संदर्भ रेखा पर फोकसित करना है।

6. पैमाने के निचले सिरे को इसकी संतुलन अवस्था से जरा विस्थापित करके छोड़ दीजिए। लोलक दोलन करने लगता है। ध्यान रखें कि दोलनों का कोणीय आयाम 5^0 या 6^0 के अंदर रहे तथा लोलक बिना झटके खाए ऊर्ध्वाधर तल में दोलन करे।

7. दोलन करते हुए लोलक पर अंकित संदर्भ चिह्न जब टेलिस्कोप के ऊर्ध्वाधर क्रॉसतार से गुज़रे तो शून्य गिनिए और तुरंत विराम घड़ी चालू कर दीजिए। (यदि टेलिस्कोप उपलब्ध न हो तो दोलन प्रेक्षण से दोलन गिन सकते हैं)।

8. इसके पश्चात जब भी संदर्भ रेखा उस ही ओर जाते हुए ऊर्ध्वाधर क्रॉसतार से गुजरे, गणन क्रम संख्या 1,2,3,4,... आगे बढ़ाते रहिए और 20 दोलनों के लिए समय नोट कीजिए। इस प्रेक्षण को कम-से-कम तीन बार दोहराइए।

9. निचले सिरे से आलंबन बिंदु तक की दूरी ज्ञात कीजिए।

10. क्षुरधार को क्रमागत छिद्रों में लगाकर प्रयोग के चरण 7 एवं 9 को दोहराइए। गुरूत्व केंद्र के दोनों ओर दो-दो छिद्रों को इस प्रक्रिया में छोड़ दें। गुरूत्व केंद्र के एक ओर दोलक की लंबाई को धनात्मक मानें तथा इसके दूसरी ओर ऋणात्मक मानें। अपने प्रेक्षणों को सारणी के रूप में रिकॉर्ड कीजिए।

प्रेक्षण

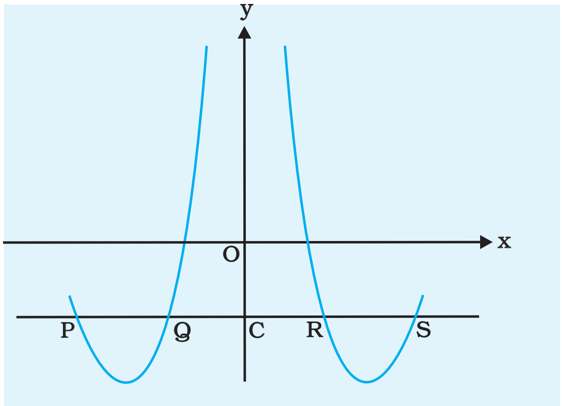
सारणी P. 2.1 – संयुक्त लोलक के दोलनकाल का मापन

छिद्र संख्या	गुरूत्व केंद्र के एक ओर					छिद्र संख्या	गुरूत्व केंद्र के दूसरी ओर				
	गुरूत्व केंद्र से दूरी l_1 (cm)	20 दोलनों का समय			आवर्त काल		गुरूत्व केंद्र के दूसरी ओर l_2 (cm)	20 दोलको का समय			आवर्त काल
		t_1	t_2	t_3	$T = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$ (s)			t'_1	t'_2	t'_3	$T' = \frac{t'_1 + t'_2 + t'_3}{3}$ (s)

परिकलन

1. l को x-अक्ष के अनुदिश और T को y-अक्ष के अनुदिश लेकर l एवं T में ग्राफ़ खीचिए। ग्राफ़ दो सममित वक्रों के रूप में होगा (चित्र P 2.2.)। x-अक्ष का वह बिंदु जिसके परित: ग्राफ़ सममित है मीटर पैमाना लोलक का गुरूत्व-केंद्र है।

© NCERT not to be republished



चित्र *P 2.2* *गुरुत्व केंद्र से दूरी तथा दोलन काल के बीच ग्राफ़*

2. x-अक्ष के समांतर एक रेखा खींचिए जो ग्राफ़ को चार बिंदुओं, P, Q, R एवं S पर काटती हो।

(a) ग्राफ़ से

CP= ... cm

CS= ... cm

$$l_1 = \frac{CP+CS}{2} = ...\text{ cm}$$

(b) ग्राफ़ से

CQ= ... cm

CR= ... cm

$$l_2 = \frac{CQ+CR}{2} = ...\text{ cm}$$

(c) घूर्णन त्रिज्या $K = \sqrt{l_1 l_2}$

परिणाम

मीटर पैमाने के द्रव्यमान केंद्र से गुज़रने वाली अक्ष के परित: घूर्णन त्रिज्या का मान K= ...cm है।

सावधानियाँ

1. लोलक ऊर्ध्वाधरत: लटका होना चाहिए और क्षुरधार क्षैतिज सतहों पर रखे होने चाहिए ताकि लोलक ऊर्ध्वाधर तल में दोलन कर सके।
2. विराम घड़ी से समय नोट करते समय शुरू के 5 या 6 दोलनों को छोड़ देना चाहिए ताकि दोलनों में कोई भी अनियमितता हो तो शांत हो जाएँ।
3. यदि टेलिस्कोप का उपयोग न करके 20 दोलनों का समय मापना हो तो लोलक के किसी लंबाई के लिए प्रेक्षणों की संख्या बढ़ा दीजिए।
4. पंखे बंद रखिए अन्यथा हवा के झोंकों से पैमाने की स्थिति बदल सकती है और तब इसके दोलन उसी समतल में नहीं रहेंगे।

त्रुटि के स्रोत

1. हो सकता है कि मीटर में द्रव्यमान का वितरण एक समान न हो।
2. क्षुरधार की धार तीक्ष्ण न हो।
3. हो सकता है पैमाने में ड्रिल से किए गए छिद्र सीधी रेखा के अनुदिश न हों या उनकी भीतरी सतह एक समान चिकनी न हो।

© NCERT not to be republished

परिचर्चा

1. यदि काष्ठ के पैमाने के स्थान पर धातु का पैमाना उपयोग में लाया जाए तो हमें अधिक अच्छे परिणाम प्राप्त होंगे क्योंकि तब पैमाने का जड़त्व अधिक अच्छे ढंग से इसे अपनी स्थिति में बनाए रखेगा। इससे भी बड़ी बात यह है कि धातु का समांग पदार्थ और एक समान अनुप्रस्थ काट का दंड आसानी से बनाया जा सकता है।
2. सतत सममित ग्राफ़ बनाने के लिए सेट-स्क्वायर या टंग-क्लीनर के अंदर बने वक्र का या झाड़ू की सींक का उपयोग किया जा सकता है।

स्व-मूल्यांकन

1. आप यह कैसे स्थापित करेंगे कि संयुक्त लोलक के दोलन सरल आवर्ती गति करते हैं ?
2. मीटर पैमाने के द्रव्यमान केंद्र के परितः परिभ्रमण त्रिज्या ज्ञात करके द्रव्यमान केंद्र से गुज़रने वाली अक्ष के परितः उस पैमाने का जड़त्व आघूर्ण परिकलित कीजिए।
3. हमें y-अक्ष के सममित दो L–T वक्र क्यों मिलते हैं ?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. कोणीय आयाम धीरे-धीरे बढ़ाइए और देखिए कि इसका आपके परिणाम पर क्या प्रभाव पड़ता है।
2. उस कोणीय आयाम का मान नोट कीजिए जिस पर आपके परिणामों में प्रभावी परिवर्तन होने लगता है। इन परिवर्तनों की व्याख्या आप किस प्रकार करेंगें?

© NCERT not to be republished

परियोजना 3

उद्देश्य

एक नियत बल के अधीन किसी पिंड के वेग में होने वाले परिवर्तनों का अध्ययन करना तथा उसका त्वरण ज्ञात करना।

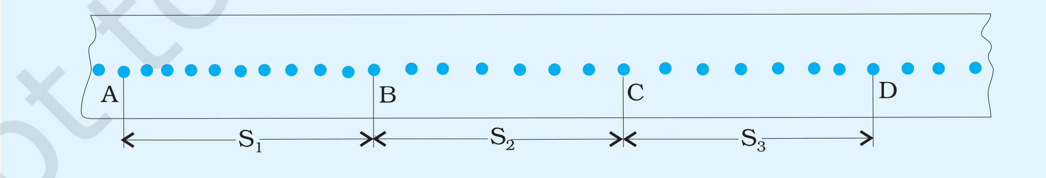
आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

टिकर-टाइमर, एक क्षैतिज मेज़, एक टक्कर रोक (लकड़ी का 3cm मोटा टुकड़ा जो मेज के एक सिरे पर रखा हो), एक ट्राली, तीन G-क्लैंप, लंबा पेपर टेप, एक घिरनी, मजबूत धागा, कुछ ईटें, हैंगर, खाँचेदार भार प्लग कुंजी तथा एक कमानीदार तुला।

सिद्धांत

जब किसी पिंड पर नियत बल लगाया जाता है तो इसका त्वरण अचर रहता है। टिकर-टाइमर के सिद्धांत एवं कार्यविधि पर पहले ही प्रोजेक्ट P1 में चर्चा की जा चुकी है। टाइमर टेप पर बने दो क्रमागत बिंदु चिह्नों के बीच समय-अंतराल समान होता है परंतु उनके बीच की दूरी समान होना आवश्यक नहीं है। समान दूरी पर बने बिंदु चिह्न एकसमान गति निरूपित करते हैं तथा असमान दूरी पर बने बिंदु चिह्न असमान गति व्यक्त करते हैं।

टेप से चाल की गणना करने के लिए प्रयोग में प्रयुक्त कोई टेप लीजिए। माना S_1, S_2 S_3, ... क्रमश टेप पर बिंदु A से मीटर पैमाने द्वारा दस क्रमागत बिंदु चिह्नों के समूह की दूरियाँ है जैसा चित्र P 3.1.में दर्शाया गया है।



*चित्र **P 3.1** टेप पर बिंदु चिह्न*

टिकर-टाइमर की कंपन आवृत्ति = A.C.प्रदाय की आवृत्ति

= 50 Hz

दो क्रमागत बिंदु चिह्नों के बीच समय अंतराल $= \frac{1}{50}$ s

© NCERT not to be republished

10 बिंदु चिह्नों की दूरी अर्थात् $S_1, S_2, S_3, \ldots$ विस्थापन में लगा समय $= \frac{1}{50} \times 10 = 0.2s$

S_1 दूरी के लिए औसत चाल $v_1 = \frac{S_1}{0.2s} = \ldots \text{ cm s}^{-1}$

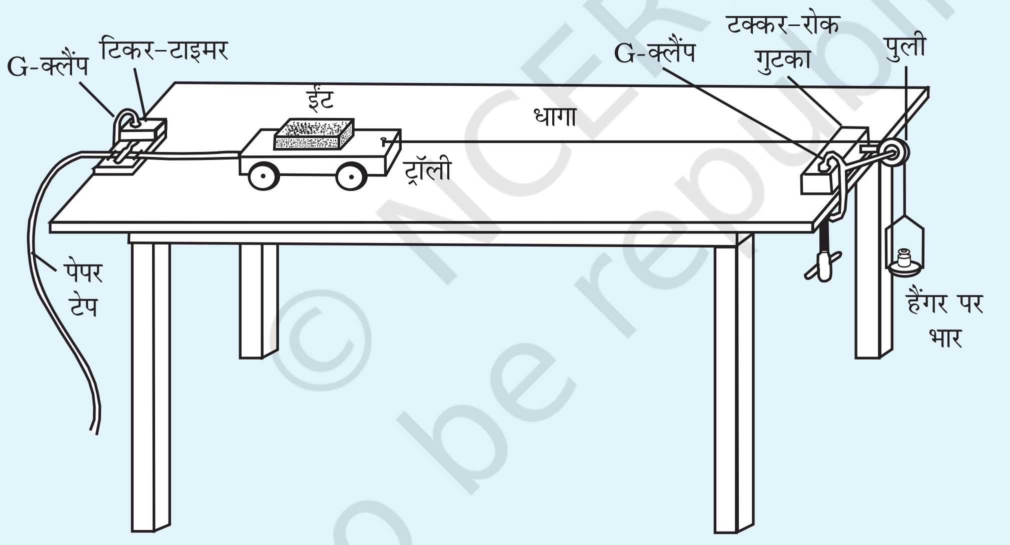
S_2 दूरी के लिए औसत चाल $v_2 = \frac{S_2}{0.2s} = \ldots \text{ cm s}^{-1}$

अत: 0.2 s समय अंतराल के लिए चाल में वृद्धि $= \frac{S_2}{0.2s} - \frac{S_1}{0.2s} = \ldots \text{ cm s}^{-1}$

$\therefore$ औसत त्वरण $= \frac{(S_2 - S_1)}{0.2 \times 0.2} = \ldots \text{ cm s}^{-2}$

कार्यविधि

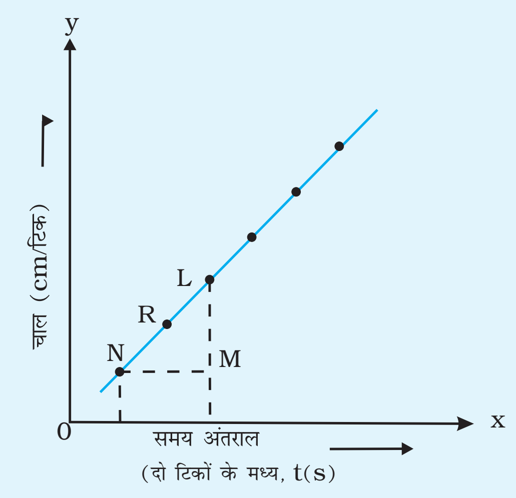
1. एक लंबी क्षैतिज मेज़ के एक सिरे के पास टिकर-टाइमर और दूसरे सिरे पर टक्कर – रोक गुटका (बंपर) G-क्लैंप की सहायता से लगाइए (चित्र P 3.2.)।



चित्र P 3.2 टिकर-टाइमर से होते हुए ट्रॉली से लगा पेपर टेप ट्रॉली चलने से गति करता है

2. टाइमर एवं बंपर (टक्कर-रोक गुटके)के बीच ट्रॉली रखिए। उपयुक्त लंबाई का एक मजबूत धागा लें और इसका एक सिरा ट्रॉली से बाँध दें और दूसरा सिरा बंपर पर लगी घर्षणविहीन घिरनी के ऊपर से गुज़ारिए। धागे के मुक्त सिरे पर हैंगर लटकाइए।
3. धागे की लंबाई इस प्रकार समायोजित कीजिए कि जब ट्रॉली टाइमर के पास लाई जाए तो हैंगर घिरनी के पास अपनी उच्चतम स्थिति में रहे।
4. प्रारंभ में ट्रॉली को टाइमर के निकट लाइए और छोड़ दीजिए, इसकी गति को ध्यानपूर्वक देखिए।
5. यदि ट्रॉली बहुत तेज़ गति कर रही हो तो इसके ऊपर एक दो ईंट रख दीजिए। हैंगर पर भार समायोजित कीजिए ताकि ट्रॉली मध्यम गति से चले।

© NCERT not to be republished



चित्र P 3.3 एक नियत बल के अधीन चाल तथा समय में ग्राफ़

6. ट्रॉली को टाइमर के निकट पकड़कर रखिए। जाँच लीजिए कि टेप कार्बन पेपर डिस्क के नीचे ठीक से खिसकता है। टिकर-टाइमर को चालू कर दीजिए और ट्रॉली को छोड़ दीजिए। देखिए कि ट्रॉली की गति बढ़ती जाती है जब तक कि हैंगर जमीन पर नहीं जा लगता इसके बाद यह बंपर से टकरा कर रुक जाती है।
7. टेप पर उस बिंदु के चारों ओर छोटा वृत्त बनाइए जो ठीक उस समय कम्पित्र के आलेखक बिंदु के नीचे था जब हैंगर जमीन को स्पर्श करता है क्योंकि इसके बाद ट्रॉली पर आरोपित बल शून्य हो जाता है, इस बिंदु को P से निरूपित कीजिए। वृत्त से घिरा यह बिंदु P वह सीमांत स्थिति दर्शाता है जहाँ तक ट्रॉली एक नियत बल के प्रभाव में त्वरित होती है और जो हैंगर के जमीन को स्पर्श के साथ ही कार्य करना बंद कर देता है।
8. टाइमर से टेप का वह भाग निकाल लीजिए जिस पर बिंदु चिह्न अंकित हैं।
9. प्रारंभिक स्थिति के निकट एक बिंदु चिह्न चुनिए, इस पर A अंकित कीजिए और विस्थापनों के मापन के लिए इसे संदर्भ बिंदु की तरह उपयोग कीजिए।
10. ट्रॉली की संपूर्ण गति को लगभग 10 समान समय अंतरालों में विभाजित कीजिए। इसके लिए ट्रॉली की संपूर्ण गति में टेप पर अंकित कुल बिंदु चिह्नों की संख्या गिनिए। A से प्रारंभ करके प्रत्येक 10 चिह्नों के बाद स्थितियाँ B,C,D आदि अंकित कीजिए।
11. दूरी AB, BC, CD आदि को मापिए और उनको सारणी P 3.1. में दर्शाए अनुसार अंकित कीजिए। विभिन्न समय अंतरालों में औसत चाल की गणना कीजिए और सारणी P 3.1. में लिखिए। इसको उस समय अंतराल के मध्य बिंदु पर तात्क्षणिक वेग माना जा सकता है। सारणी में औसत चालों के परिकलित मानों को समय अंतराल के मध्य बिंदु के सामने दर्शाइए।
12. समय अंतरालों के मध्य बिंदु पर तात्क्षणिक चाल का मान लगभग वही होगा जो प्रत्येक प्रकरण में समय अंतराल में औसत चाल है।
13. चाल के मानों तथा समय में ग्राफ़ आलेखित कीजिए जो नियत बल के अधीन ट्रॉली की गति निरूपित करता है। तात्क्षणिक त्वरण की गणना करने के लिए चाल समय ग्राफ़ की प्रवणता ज्ञात कीजिए (चित्र P 3.3)।

प्रेक्षण

(a) हैंगर का द्रव्यमान = ... g

(b) हैंगर का द्रव्यमान + इस पर रखे भारों का द्रव्यमान = ... g

(c) ट्रॉली का द्रव्यमान + इस पर रखे द्रव्यमान = ... g

© NCERT not to be republished

सारणी P 3.1 – पिंड की तात्क्षणिक चाल

क्रम संख्या	समय अंतराल (दो टिकों के बीच अंतराल के मात्रकों में) (s)	दूरी (cm)	औसत वेग $v_{av} = s/t$ ($cm\ s^{-1}$)	अंतराल के मध्य का क्षण, t (टिकों के बीच का अंतराल) (s)
1	0 – 10	S_1	...	5
2	10 – 20	S_2	...	15
3	20 – 30	S_3	...	25

सारणी P 3.2 – पिंड का त्वरण

क्रम संख्या	चयनित बिंदु	समय, t (टिकों की संख्या)	अंतराल		प्रवणता, $\frac{ML}{NM}$ = त्वरण $cm/$ टिक$^{-2}$
			ML (cm/ टिक)	NM (टिक)	

परिणाम

1. समय के साथ ट्रॉली की चाल में वृद्धि होती है क्योंकि इस पर एक नियत बल कार्य करता है।
2. ट्रॉली का त्वरण ... पाया जाता है जो प्रयोग की सीमाओं में लगभग अचर है।

सावधानियाँ

1. सावधानी बरतें कि टिकर-टाइमर और बंपर G-क्लैंप की सहायता से अपनी स्थिति में दृढ़तापूर्वक है।
2. ट्रॉली की गति के प्रारंभ का बिंदु चिह्न और अंत का वह चिह्न जहाँ बल लगना बंद हो जाता है वृत्त द्वारा घेर दिए जाने चाहिए ताकि दूरी का मापन और वेग एवं त्वरण की गणना उचित रूप से की जा सके।

स्व-मूल्यांकन

क्या परिकलित त्वरण का मान g के बराबर है? यदि नहीं, तो क्यों नहीं? क्या हैंगर पर द्रव्यमान बढ़ाने से त्वरण g के निकट मान प्राप्त करने की ओर उन्मुख होता है?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. ट्रॉली पर रखे विभिन्न द्रव्यमानों के लिए नियत बल के अधीन त्वरण में होने वाले परिवर्तन का अध्ययन कीजिए।
2. हैंगर पर द्रव्यमान बदल कर ट्रॉली पर लगने वाले बल को परिवर्तित कीजिए और विभिन्न बलों के प्रभाव में ट्रॉली के त्वरण में होने वाले परिवर्तन का अध्ययन कीजिए।

© NCERT not to be republished

परियोजना 4

उद्देश्य

ऊष्मारोधी के रूप में विभिन्न पदार्थों की प्रभावशीलता की तुलना करना।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

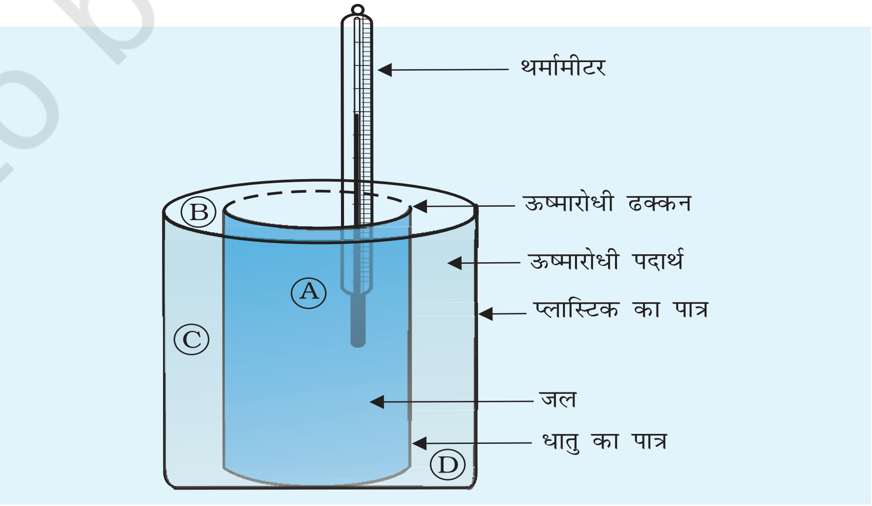
धातु का एक बेलनाकार पात्र (कैलोरीमीटर), प्लास्टिक का एक बेलनाकार पात्र (जिसकी ऊँचाई धातु के पात्र जितनी ही हो लेकिन व्यास उससे बड़ा हो), एक थर्मामीटर, प्लास्टिक पात्र के लिए एक उष्मारोधी ढक्कन जिसमें थर्मामीटर लगाने के लिए छिद्र बना हो, पाउडर या द्रव रूप में विभिन्न ऊष्मारोधी पदार्थ।

पद एवं परिभाषाएँ

ऊष्मारोधी पदार्थ ऐसे पदार्थ होते हैं जिनसे होकर ऊष्मा का प्रवाह सरलता से नहीं हो पाता है।

सिद्धांत

विभिन्न पदार्थों की ऊष्मारोधी प्रभावशीलता की तुलना करने में आधारभूत सिद्धांत यह है कि



चित्र P 4.1

© NCERT not to be republished

उनकी ऊष्मा चालकताओं की तुलना की जाए। जिस पदार्थ की ऊष्माचालकता जितनी कम होगी वह उतना ही प्रभावी ऊष्मारोधी होगा।

कार्यविधि

1. धातु के पात्र A को प्लास्टिक के पात्र B के अंदर इस प्रकार रखिए कि उसके चारों ओर समान रिक्त रहे। दोनों पात्रों के बीच की रिक्ति को समान रूप से उस ऊष्मारोधी पदार्थ से भर दीजिए जिसके विषय में आपको अध्ययन करना है (चित्र P 4.1)
2. पात्र A में 60 ^{0}C का गर्म जल डाल दीजिए।
3. दोनों पात्रों को ऊष्मारोधी ढक्कन लगाकर बंद कर दीजिए।
4. ढक्कन में बने छिद्र में थर्मामीटर को इस प्रकार लगाइए कि थर्मामीटर का बल्ब अच्छी तरह पानी में डूबा रहे।
5. ताप में प्रत्येक 5 ^{0}C गिरावट के लिए समय नोट कीजिए।
6. उपरोक्त कार्यविधि को विभिन्न ऊष्मारोधी पदार्थों के लिए दोहराइए।
7. एक ही ग्राफ़ पेपर पर विभिन्न ऊष्मारोधी पदार्थों के लिए ताप–समय ग्राफ़ बनाइए।

प्रेक्षण

थर्मामीटर का अल्पतमांक = ... ^{0}C

सारणी P 4.1 – विभिन्न पदार्थों के लिए समय के साथ ताप में गिरावट

क्रम संख्या	पदार्थ का नाम	समय के साथ ताप में परिवर्तन								
1.		ताप								
		समय								
2.		ताप								
		समय								
3.		ताप								
		समय								
4.		ताप								
		समय								

© NCERT not to be republished

ग्राफ़ खींचना और उसकी व्याख्या करना

एक ही ग्राफ़ पेपर पर विभिन्न पदार्थों के लिए समय t एवं ताप θ में ग्राफ़ खींचिए। इसके लिए समय को x-अक्ष पर तथा ताप को y-अक्ष पर लीजिए।

ग्राफ़ की प्रवणता जितनी अधिक होगी उतनी ही अधिक दर से शीतलन होगा। अतः जल पात्र को घेरने वाला ऊष्मारोधी पदार्थ उतना ही कम प्रभावी होगा।

परिणाम

विभिन्न ऊष्मारोधी पदार्थों से घिरे जल पात्र के शीतलन-वक्र ग्राफ़ों के आधार पर निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि विभिन्न पदार्थों के ऊष्मारोधी व्यवहार की प्रभावशीलता घटते क्रम में निम्नवत् है–

a)

b)

c)

d)

सावधानियाँ

1. यह सुनिश्चित कीजिए कि C एवं D रिक्तियाँ सभी पदार्थों के लिए समान हों।
2. यह विधि केवल उन पदार्थों के लिए लागू की जा सकती है जो पाउडर/द्रव रूप में उपलब्ध हैं। इससे वायु का प्रभाव कम हो जाता है।
3. सभी पदार्थों के लिए C एवं D रिक्तियों में ऊष्मारोधी पदार्थों को एकसमान रूप से भरा जाना चाहिए।
4. ऊष्मा की हानि रोकने के लिए ऊष्मारोधी ढक्कनों को कसकर बंद रखना चाहिए।

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. उपरोक्त प्रयोग को ठंडे जल का (गर्म जल के स्थान पर) उपयोग करके दोहराइए।
2. उपरोक्त प्रयोग में जिन ऊष्मारोधी पदार्थों का उपयोग किया गया है उनके अतिरिक्त अन्य पदार्थ लेकर प्रयोग दोहराइए।

© NCERT not to be republished

परियोजना 5

उद्देश्य

विभिन्न पदार्थों की ध्वनि अवशोषक के रूप में प्रभावशीलता का अध्ययन करना।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

एक श्रव्य आवृत्ति दोलित्र, एक केथोड किरण आसिलोस्कोप (CRO), दो ट्रांसफॉर्मर, एक माइक्रोफोन, एक स्पीकर (8 Ω), अवशोषक पदार्थ जैसे काँच, गत्ता, प्लाईवुड एवं फ़ाइबर बोर्ड जिनमें प्रत्येक लगभग समान मोटाई का हो। कार्ड बोर्ड के अलग-अलग मोटाई के 4 टुकड़े, स्क्रू गेज़, वर्नियर कैलिपर्स तथा एक मीटर पैमाना।

सिद्धांत

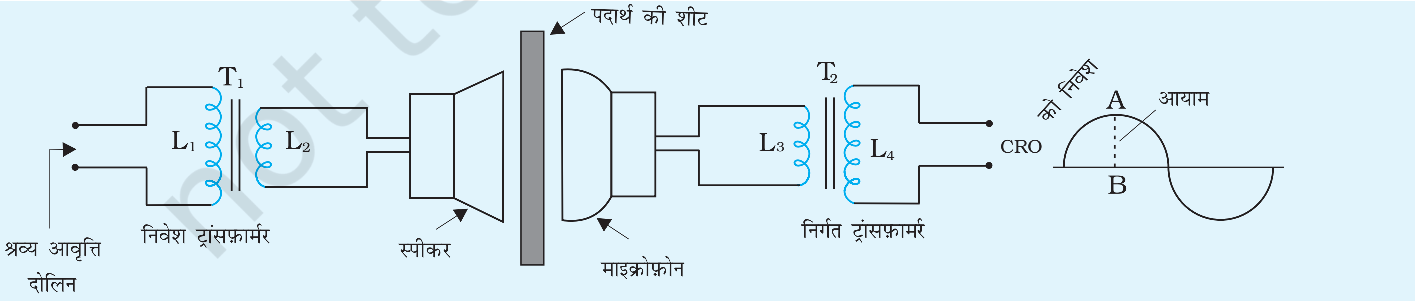
जब ध्वनि किसी पदार्थ से होकर गुज़रती है तो इसकी यांत्रिक ऊर्जा का एक अंश उस पदार्थ द्वारा अवशोषित हो जाता है। पदार्थ द्वारा अवशोषित ध्वनि ऊर्जा के अवशोषण की कोटि निर्भर करती है:

(i) पदार्थ की प्रकृति पर तथा

(ii) उस पदार्थ की मोटाई पर जिसमें होकर ध्वनि गुज़ारी जाती है।

कार्यविधि

1. काँच, कार्ड बोर्ड, प्लाईवुड और फ़ाइबर बोर्ड जैसी विभिन्न अवशोषक पदार्थों की शीटें लीजिए।



चित्र P. 5.1 *विभिन्न पदार्थों की ध्वनि अवशोषक के रूप में उनकी प्रभावकारिता का तुलनात्मक अध्ययन के लिए परिपथ व्यवस्था*

© NCERT not to be republished

2. प्रत्येक शीट की मोटाई स्क्रू गेज़/वर्नियर कैलिपर्स/मीटर पैमाने की सहायता से ज्ञात कीजिए।

3. चित्र P 5.1 में दर्शाए अनुसार विभिन्न अवयवों को व्यवस्थित कर परिपथ संयोजित कीजिए। दो ट्रांसफार्मरों की उच्च प्रतिबाधा कुंडलियाँ L_1 एवं L_4 क्रमशः श्रव्य आवृत्ति दोलित्र तथा CRO से जोड़ी जाती है। स्पीकर तथा माइक्रोफोन को इन ट्रांसफॉर्मरों की निम्न प्रतिरोध कुंडलियों L_2 एवं L_3 के साथ जोड़ा जाता है ताकि कुंडलियों की प्रतिबाधा समतुल्यता सुनिश्चित की जा सके।

4. CRO को समंजित कीजिए ताकि पर्दे पर एक उपयुक्त तरंग रूप बन जाए।

5. श्रव्य दोलित्र से स्पीकर को ज्ञात आवृत्ति का श्रव्य (ऑडियो) सिग्नल प्रदान कीजिए तथा स्पीकर एवं माइक्रोफोन के बीच कोई शीट रखे बिना CRO पर तद्नुरूपी ऑडियो सिग्नल का आयाम नोट कीजिए।

6. स्पीकर एवं माइक्रोफोन के बीच की दूरी बदले बिना विभिन्न पदार्थों अर्थात् काँच, कार्ड बोर्ड, प्लाईवुड, फ़ाइबर बोर्ड (समान मोटाई) की शीट एक-एक कर स्पीकर एवं माइक्रोफोन के बीच रखिए और प्रत्येक बार CRO के अंशांकित पर्दे पर तद्नुरूपी श्रव्य सिग्नल का आयाम नोट कीजिए।

7. प्रेक्षणों को सारणी के रूप में रिकॉर्ड कीजिए ताकि अवशोषक पदार्थ की प्रकृति तथा ध्वनि ऊर्जा के अवशोषण की कोटि का विश्लेषण कर उनमें संबंध स्थापित किया जा सके।

8. एक ही पदार्थ (कार्ड बोर्ड) की चार अलग-अलग मोटाइयों की शीट एक-एक कर स्पीकर एवं माइक्रोफोन के बीच लाइए।

9. प्रयोग के चरण 5 एवं 6 दोहराइए।

10. प्रेक्षणों को सारणीबद्ध कीजिए ताकि अवशोषक पदार्थ की मोटाई और ध्वनि अवशोषण की कोटि में संबध विश्लेषण द्वारा ज्ञात किया जा सके।

प्रेक्षण

1. स्क्रू गेज़/वर्नियर कैलिपर्स का अल्पतमांक = ... mm

2. कार्ड बोर्ड की मोटाई = ... mm

   काँच की शीट की मोटाई = ... mm

   फ़ाइबर बोर्ड की शीट की मोटाई = ... mm

   प्लाईवुड शीट की मोटाई = ... mm

3. प्रयुक्त श्रव्य सिग्नल की आवृत्ति = ... Hz

© NCERT not to be republished

सारणी P 5.1 – समान मोटाई के विभिन्न अवशोषक पदार्थों की ध्वनि अवशोषण कोटि

प्रेक्षण क्रमांक	अवशोषक पदार्थ	CRO पर तरंग का आयाम (mm)		
		अवशोषक पदार्थ बीच में रखने से पहले A_0	अवशोषक पदार्थ बीच में रखने के बाद A_1	$\frac{A_1}{A_0}$
1.	काँच			
2.	कार्ड बोर्ड			
3.	फाइबर बोर्ड			
4.	प्लाईवुड			

सारणी P 5.2 – एक ही अवशोषक पदार्थ (कार्ड बोर्ड) की विभिन्न मोटाइयों के लिए ध्वनि अवशोषण कोटि

प्रेक्षण क्रमांक	अवशोषक पदार्थ की मोटाई	CRO पर तरंग का आयाम (mm)		
		अवशोषक पदार्थ बीच में रखने से पहले A_0	अवशोषक पदार्थ बीच में रखने के बाद A_1	$\frac{A_1}{A_0}$
1.				
2.				
3.				
4.				

© NCERT not to be republished

परिकलन

1. सारणी P 5.1 में रिकॉर्ड किए गए प्रायोगिक आँकड़ो का उपयोग करके तरंग रूप के अवशोषक पदार्थ रखने के बाद और पहले के तंरगरूप के आयामों का अनुपात ज्ञात कीजिए।
2. विभिन्न मोटाई के अवशोषक पदार्थ रखने के बाद और पहले के तंरगरूप के आयामों का अनुपात ज्ञात कीजिए। ध्वनि के अवशोषण में इसकी निर्भरता पर निष्कर्ष निकालें।

परिणाम

1. ध्वनि तरंगों के अवशोषण की कोटि .... के लिए अधिकतम तथा .... के लिए न्यूनतम है।
2. ध्वनि तरंगों के अवशोषण की कोटि अवशोषक पदार्थ (कार्डबोर्ड) की मोटाई में वृद्धि के साथ बढ़ती/घटती है।

सावधानियाँ

1. समान मोटाई के विभिन्न अवशोषक पदार्थों से प्रयोग करते समय निवेशी श्रव्य सिग्नल का आयाम अपरिवर्तित रखा जाना चाहिए।
2. अवशोषक पदार्थ की मोटाई इतनी अधिक नहीं होनी चाहिए कि इसके संगत निर्गत सिग्नल CRO के पर्दे पर माप्य न रहे।
3. प्रयोग के सभी समुच्चयों के लिए स्पीकर, माइक्रोफोन एवं अवशोषक पदार्थ की शीटों की स्थिति अपरिवर्तित रहनी चाहिए।

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. अवशोषक पदार्थ के घनत्व (x-अक्ष के अनुदिश) तथा इसको बीच में रखने से पूर्व एवं पश्चात् के तरंग आयामों के अनुपात (y-अक्ष के अनुदिश) में ग्राफ़ खींचिए (सारणी P 5.1)। ग्राफ की प्रकृति का अध्ययन कीजिए और इसकी व्याख्या कीजिए।
2. अवशोषक पदार्थ की मोटाई (x-अक्ष के अनुदिश) तथा इसको बीच में रखने से पूर्व एवं पश्चात् के तरंग आयामों के अनुपात (y-अक्ष के अनुदिश) में ग्राफ़ खींचिए (सारणी P 5.2)। ग्राफ़ की प्रकृति का अध्ययन कीजिए और इसकी व्याख्या कीजिए।

© NCERT not to be republished

परियोजना 6

उद्देश्य

रबर के विभिन्न नमूनों के यंग प्रत्यास्थता गुणांकों की तुलना करना और उनके लिए प्रत्यास्थ शैथिल्य वक्र खींचकर उनकी तुलना करना।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

लगभग 10 cm लंबे रबड़ बैंडों के दो नमूने, एक दृढ़ आधार, कुछ झिरी युक्त भार (10 g), एक हैंगर (10g), एक पैमाना और एक बारीक संकेतक।

पद एवं परिभाषाएँ

1. **प्रत्यास्थ शैथिल्य**– जब विकृति को वापस लौटाने पर प्रतिबल–विकृति वक्र अपने पूर्व पथ पर पुनः अनुरेखन नहीं करता है तो यह घटना प्रत्यास्थ शैथिल्य कहलाती है।
2. **अवशिष्ट विकृति**– विरूपक बल को हटा लेने के बाद यदि प्रतिदर्श की लंबाई इसकी मूल लंबाई के बराबर नहीं हो पाती है तो परिणामी विकृति अवशिष्ट विकृति कहलाती है।

सिद्धांत

1. प्रतिबल–विकृति (अथवा लंबाई वृद्धि) ग्राफ़ सरल रेखा नहीं होता है। अतः रबर के लिए यंग प्रत्यास्थता गुणांक को परिभाषित कर उसका अद्वितीय मान प्राप्त नहीं किया जा सकता। दिए गए प्रतिबल के लिए प्रतिबल–विकृति वक्र के विशिष्ट बिंदु पर खींची गई स्पर्श रेखा की प्रवणता के रूप में इसको परिभाषित किया जा सकता है।
2. शैथिल्य वक्र से घिरा क्षेत्र भारण एवं अनभारण चक्र के दौरान ऊर्जा हानि का माप होता है।

कार्यविधि

1. रबर बैंड को एक दृढ़ आधार से लटकाइए और इसके स्वतंत्र सिरे पर (10 g) द्रव्यमान का एक हैंगर लटकाइए जिसके निचले सिरे पर एक संकेतक जुड़ा हो।
2. एक मीटर पैमाना ऊर्ध्वाधरतः इस प्रकार खड़ा किया जाता है कि संकेतक स्वतंत्रतापूर्वक पैमाने के सम्मुख गति कर सके और पैमाने पर पाठ्यांक लिए जा सके।

© NCERT not to be republished

3. 10 g का झिरी युक्त भार हैंगर पर रखिए और तब तक प्रतीक्षा कीजिए जब तक कि रबर बैंड स्थिर न हो जाए। संकेतक की स्थिति का पाठ लीजिए।
4. चरण 3 को 10-10 ग्राम द्रव्यमान बढ़ाकर तब तक दोहराइए जब तक कि हैंगर पर कुल भार 80-100 g न हो जाए।
5. 10 g के चरण में हैंगर पर भार कम कीजिए और संकेतक का संगत पाठ नोट कीजिए (पाठ लेने से पहले रबर बैंड को अपना स्थाई संतुलन ग्रहण करने के लिए समय दीजिए)।
6. रबर बैंडों के विभिन्न नमूनों के लिए चरण 1 से 5 दोहराइए।

प्रेक्षण

i) पैमाने का अल्पतमांक = ... cm

ii) रबर बैंड की मूल लंबाई L = ... cm

सारणी P 6.1 - रबर बैंड का भारण करने पर उसकी लंबाई में वृद्धि

	क्रम संख्या	लटकाया गया भार = लगाया गया बल = F (N)	संकेतक का पठन r (cm)		लंबाई वृद्धि	
			भार वृद्धि पर	भार कम करने पर	भार वृद्धि पर	भार कम करने पर
नमूना A	1					
	2					
	3					
नमूना B	1					
	2					
	3					

परिकलन

1. लंबाई वृद्धि x-अक्ष के अनुदिश और भार y-अक्ष के अनुदिश लेकर भार एवं लंबाई वृद्धि में, भार वृद्धि करने के क्रम में तथा उसे कम करते हुए, दोनों स्थितियों के ग्राफ़ बनाइए।
2. शैथिल्य लूप का क्षेत्रफल नमूने A के लिए = ...

   शैथिल्य लूप का क्षेत्रफल नमूने B के लिए = ...

   (यह शैथिल्य लूप के अंदर वर्गों की संख्या गिनकर ज्ञात किया जा सकता है।)

© NCERT not to be republished

परिणाम

नमूने A के शैथिल्य लूप का क्षेत्रफल ... (कम/अधिक है) नमूने B के शैथिल्य लूप के क्षेत्रफल से।

सावधानियाँ

1. हैंगर पर भार बहुत धीरे-से रखने या हटाने चाहिए।
2. भार रखने या हटाने और पाठ लेने से पहले कुछ देर प्रतीक्षा करनी चाहिए।

स्व-मूल्यांकन

1. शैथिल्य लूप का क्षेत्रफल क्या निरूपित करता है?
2. नमूने A एवं B के प्राप्त शैथिल्य लूपों की व्याख्या कीजिए।
3. भारण एवं अनभारण के वक्र कब एक दूसरे के संपाती होते हैं?
4. भारण एवं अनभारण के वक्र एक दूसरे के संपाती कब नहीं होते?
5. अधिक शैथिल्य लूप क्षेत्रफल की रबर को किस कार्य के लिए उपयोग करते हैं?
6. कम शैथिल्य लूप क्षेत्रफल की रबर का उपयोग कहाँ करते हैं?
7. क्या ग्राफ़ सरल रेखीय है जैसा हुक के नियमानुसार अपेक्षित है? क्या होगा यदि प्रतिबल प्रत्यास्थता सीमा पार कर जाए।
8. आपको कैसे पता चलेगा कि प्रत्यास्थता सीमा पार हो गई है?

© NCERT not to be republished

परियोजना 7

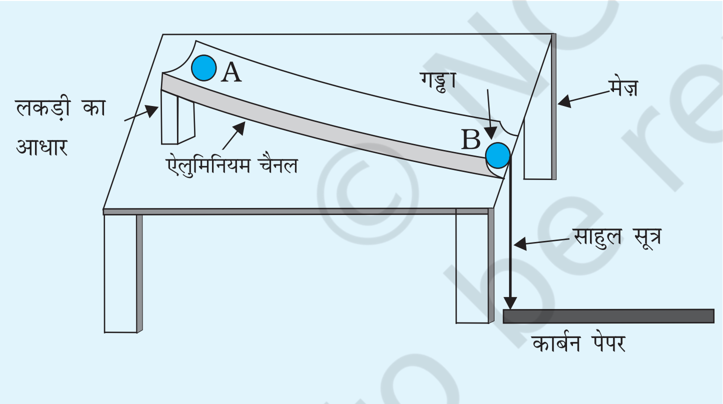
उद्देश्य

दो गेंदों के द्विविमीय संघट्ट का अध्ययन करना।

आवश्यक उपकरण एवं सामग्री

द्विविमीय संघट्ट के अध्ययन के लिए उपकरण, मीटर पैमाना, ट्रेसिंग पेपर, कार्बन पेपर, G-क्लैंप, एक समंजनीय पेंच, सेलोटेप, कोणमापी, दो स्टील के या काँच के सर्वसम गोले तथा एक साहुल सूत्र (प्लंब लाइन)।

उपकरण का विवरण



चित्र P 7.1 *दो गेंदो के द्विविमीय संघट्ट का अध्ययन करने के लिए प्रयोगिक व्यवस्था*

एक खाँचेदार पैमाने (या ऐलुमिनियम चैनल) को इस प्रकार मोड़ा गया है कि यह एक नत तल की तरह कार्य करे ताकि इसके शिखर पर रखी गई स्टील की बॉल सरल रेखा में लुढ़कती हुई नीचे आए। पैमाने के निचले सिरे पर एक समंजनीय पेंच लगा होता है जिसके शीर्ष में एक गड्ढा बना होता है। यह व्यवस्था स्टील की दूसरी बाल को रखने के लिए है जिस पर लुढ़कती हुई बाल आकर टकराएगी। पैमाना धातु के एक आधार पर टिका होता है जिसको प्रयोगशाला की मेज के किनारे के साथ क्लैंप किया जा सकता है। समंजनीय पेंच से एक साहुल सूत्र लटका होता है जैसा चित्र P 7.1 में दर्शाया गया है।

सिद्धांत

जब स्टील के दो गोले जिनके द्रव्यमान m एवं m' हैं क्रमशः वेग u एवं u' से गति करते हुए परस्पर टकराते हैं तो संघट्ट के पश्चात् उनके वेग बदल जाते हैं। यदि संघट्ट के पश्चात् उनके वेग क्रमशः υ एवं υ हों तो संवेग संरक्षण नियम के अनुसार,

$$m\mathbf{u} + m\mathbf{u}' = m\mathbf{v} + m\mathbf{v}'$$

प्रस्तुत कार्यकलाप में हम दो गेंदों के द्विविमीय संघट्ट का अध्ययन उपरिवर्णित उपकरण का उपयोग करके करेंगे और दो विमाओं में संवेग संरक्षण के नियम की जाँच करेंगे। हम स्टील

© NCERT not to be republished

की एक गेंद को नत तल पर लुढ़काएंगे तथा नत तल के तली में (विराम में) रखी दूसरी गेंद से इसे टकराने देंगे। सरलता के लिए हम दोनों गेंदें सर्वसम ले लेंगे।

संघट्ट के पश्चात् दोनों गेंदें विभिन्न दिशाओं में गति करती हुई नीचे गिरती हैं और भूमि से टकराती हैं। प्रत्येक गेंद का क्षैतिज वेग इसके द्वारा चलित क्षैतिज दूरी के समानुपाती होता है (ऐसा क्यों होना चाहिए?)। क्षैतिज दूरी फ़र्श पर गेंद की प्रारंभिक स्थिति के ठीक नीचे के बिंदु से उस बिंदु तक की भूतल दूरी है जहाँ यह जमीन से पहली बार टकराती है। यह क्षैतिज दूरी प्रत्येक गेंद के संवेग के परिमाण को निरूपित करने के लिए भी उपयोग में लाई जा सकती है क्योंकि गेंदें समान द्रव्यमान की हैं।

कार्यविधि

1. उपकरण को चित्र P 7.1 के अनुसार व्यवस्थित कीजिए। समंजनीय पेंच को इस प्रकार व्यवस्थित कीजिए कि इसमें बना गड्ढा पैमाने के खाँचे के ठीक सामने तथा खाँचे के सिरे से स्टील की गेंद की त्रिज्या के बराबर दूरी पर रहे। नत तल पर स्टील की एक गेंद लुढ़काइए और पेंच को ऊपर/नीचे करके इस प्रकार समंजित कीजिए कि स्वतंत्रतापूर्वक लुढ़कती हुई गेंद ठीक इसके ऊपर से गुजर जाए। पेंच के गड्ढे पर दूसरी गेंद रखिए। पेंच के साथ साहुल सूत्र लटकाइए।

2. अब समंजनीय पेंच की स्थिति इस प्रकार समंजित कीजिए कि प्रहारकारी गेंद लक्ष्य गेंद से एक कोण बनाते हुए टकराए। आपाती गेंद और लक्ष्य गेंद पर क्रमशः 1 एवं 2 अंकित करें। सुनिश्चित करें कि संघट्ट के समय दोनों गेंदें भूतल के ऊपर समान ऊँचाई पर हों।

3. फ़र्श पर एक बड़े आकार की ट्रेसिंग पेपर की शीट बिछाकर उसके ऊपर उसी साइज़ की कार्बन पेपर की शीट बिछाएँ। स्टील के गेंदें इस संयोजन के ऊपर गिरेंगी और अपनी स्थिति का चिह्न अंकित कर देंगी। यदि बड़े साइज़ की कागज़ या कार्बन पेपर की शीटें उपलब्ध न हों तो कई शीटों को सेलोटेप से जोड़कर बड़ी शीट बनायी जा सकती है।

4. कार्बन वाली साइड ऊपर करके कार्बन पेपर को फ़र्श पर रखिए। ट्रेसिंग पेपर ठीक इसके ऊपर रखिए। शीटों को इस प्रकार रखिए कि पेपर के एक किनारे का केंद्र साहुल सूत्र के ठीक नीचे रहे।

5. समंजनीय पेंच पर लक्ष्य गेंद रखे बिना गेंद 1 को लुढ़काइए। ट्रेसिंग पेपर पर वह बिंदु (P_0) अंकित कीजिए जहाँ गेंद टकराती है। इसको कई बार दोहराइए और बिंदु समूह P_{01}, P_{02}, P_{03}, आदि को अंकित कीजिए। इस बिंदु समूह का केंद्र ज्ञात कीजिए और इसे P_0 अंकित कीजिए।

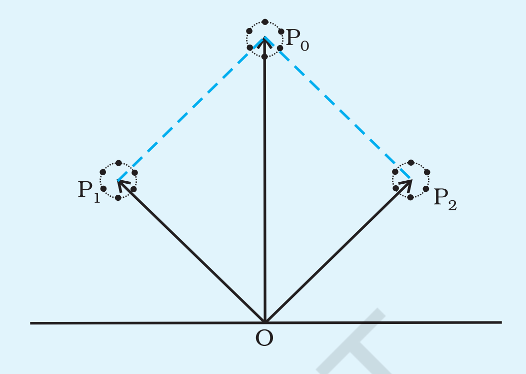
6. स्टील की सर्वसम गेंद 2, को लक्ष्य गेंद की तरह उपयोग करके कुछ संघट्ट कराके देखिए। यह सुनिश्चित कीजिए कि आपाती गेंद 1 सदैव एक ही ऊँचाई से लुढ़काई जाए। उन बिंदुओं को छोटे वृत्तों से घेरिए और इस प्रकार बने बिंदु समूहों को नामांकित कीजिए जहाँ आपाती गेंद एवं लक्ष्य गेंद पेपर से टकराती हैं। (बिंदु समूहों का केंद्र ज्ञात करने के लिए आप चर्तुभुज खींचकर उसके विकर्णों का काट-बिंदु से मध्य बिंदु चिह्नित कर सकते हैं)।

© NCERT not to be republished

(बिंदु समूहों का केंद्र प्राप्त करने के लिए आप इनके परित: एक चतुर्भुज खींच सकते हैं और उसके विकर्णों का कटान बिंदु ज्ञात करके माध्य बिंदु की स्थिति जान सकते हैं।)

पेपर पर बिंदु *'O'* जहाँ साहुल सूत्र इसे छूता है, ज्ञात कीजिए।

7. जिस बिंदु पर साहिल सूत्र उसके नीचे रखी कागज़ की शीट को स्पर्श करता प्रतीत होता है उसे बिंदु O अंकित कीजिए। बिंदु 0 से माध्य बिंदुओं P_0, P_1 एवं P_2 तक सदिश खींचिए।



चित्र *P* 7.2 *माध्य बिंदु की स्थिति ज्ञात करना*

8. (a) आपाती गेंद एवं लक्ष्य गेंद के संवेग को निरूपित करने वाले दोनों सदिशों $\overrightarrow{OP_1}$ एवं $\overrightarrow{OP_2}$ का योग ज्ञात करके (चित्र P 7.2) संघट्ट पश्चात् कुल संवेग P का मान प्राप्त कीजिए।

   (b) संघट्ट पश्चात् कुल संवेग की तुलना आपाती गेंद एवं लक्ष्य गेंद के $\overrightarrow{OP_0}$ द्वारा निरूपित प्रारंभिक संवेग से कीजिए।

परिणाम

संघट्ट पश्चात् दो गेंदों का कुल संवेग ...$gcms^{-1}$ है जो कि आपाती गेंद के प्रारंभिक संवेग के लगभग बराबर है।

सावधानियाँ

1. समंजनीय पेंच को समंजित करके सुनिश्चित कीजिए कि संघट्ट के क्षण दोनों गेंदें भूतल से बराबर ऊँचाई पर हों।
2. आपाती गेंद प्रत्येक बार समान ऊँचाई से लुढ़काई जानी चाहिए।

त्रुटि के स्रोत

गेंद और सतह के बीच घर्षण त्रुटि का कारण बन सकता है।

स्व-मूल्यांकन

1. प्रत्येक प्रयास के लिए अंतिम संवेग के दो सदिशों के बीच कोण मापिए। क्या आप कोई सामान्य निष्कर्ष निकाल सकते हैं?

© NCERT not to be republished

2. माना कि लक्ष्य गेंद को उस ही आकार की काँच की एक गोली से बदल दिया जाता है और हम वही आपाती गेंद लेकर प्रयोग दोहराते हैं। इस प्रकरण में क्षैतिज दूरियाँ वेग सदिश निरूपित करेंगी। क्या वे अभी भी संवेग सदिश को निरूपित करेंगी? आप चित्र P 7.2 में संवेग सदिश कैसे बनाएंगें और संवेग संरक्षण नियम कैसे जाँचेगे?

3. चित्र P 7.2 में OP_1 एवं OP_2 के OP_0 के लंबवत् दिशा में संगत संवेग सदिशों का क्या होगा?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

इस प्रयोग का उपयोग परिमाणात्मक रूप से संवेग संरक्षण नियम की पुष्टि के लिए किया जा सकता है किसी गेंद का संवेग इसके द्रव्यमान एवं वेग के ज्ञान से परिकलित किया जा सकता है। प्रत्येक गेंद का द्रव्यमान तुला द्वारा ज्ञात कीजिए। क्षैतिज वेग क्षैतिज दूरी को तय करने में लगे समय से भाग देकर ज्ञात किया जा सकता है। ध्यान दें कि यह समय गेंद को भूतल से जाकर टकराने में लगे समय के बराबर है। इस समय का मान ज्ञात करने के लिए समंजनीय पेंच के शीर्ष से भूतल तक की दूरी (d) ज्ञात करके सूत्र $d = (gt^2)/2$ का उपयोग किया जा सकता है। इस बात पर भी ध्यान दें कि सभी गणनाओं में t का मान समान रहेगा।

(1) समान गोलों के प्रकरण में और (2) असमान गोलों के प्रकरण में आपाती गोले के मूल संवेग तथा आपाती एवं लक्ष्य गोलों के अंतिम संवेग की गणना कीजिए। प्रत्येक प्रकरण में दोनों अंतिम संवेगों का परिणामी संवेग ज्ञात कीजिए और प्रारंभिक संवेग से इसकी तुलना कीजिए।

चैनल बनाने की वैकल्पिक विधि

प्लास्टिक का एक पाइप लीजिए जिसका आंतरिक व्यास गेंदों के व्यास से थोड़ा अधिक हो। पाइप को लंबाई के अनुदिश दो बराबर भागों में विभाजित कीजिए। कटे हुए पाइप के एक सिरे को हल्का-सा गर्म करके जरा-सा मोड़ दीजिए और चित्र में दर्शाए अनुसार मेज पर जड़ दीजिए। लक्ष्य गेंद को बैठाने के लिए एक मोटी कील/छड़ को गर्म करके पाइप के B सिरे के निकट हल्का गड्ढा बना दीजिए।

© NCERT not to be republished

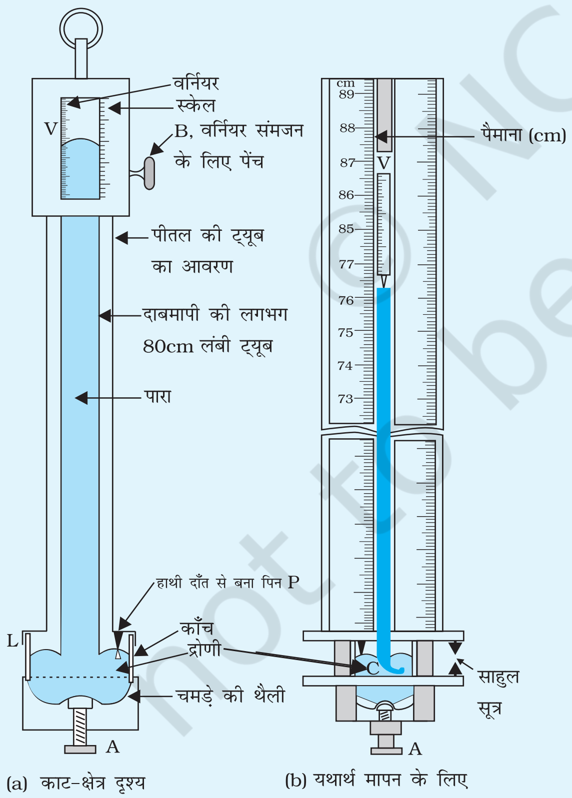
परियोजना 8

उद्देश्य

फ़ोर्टिन बेरोमीटर (दाबमापी) का अध्ययन करना और वायुमंडलीय दाब मापन के लिए इसका उपयोग करना।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

फ़ोर्टिन बेरोमीटर, थर्मामीटर।



(a) काट-क्षेत्र दृश्य

(b) यथार्थ मापन के लिए लगे वर्नियर की स्थिति दर्शाते हुए

चित्र P 8.1 *फ़ोर्टिन का बैरोमीटर*

उपकरण का विवरण

फ़ोर्टिन बेरोमीटर

इसमें लगभग 80 cm लंबी काँच की एक समान नली होती है जो एक सिरे पर खुली होती है। इसको पारे से भरकर सावधानी से पारे की द्रोणी C में उल्टा करके रखा जाता है। द्रोणी की तली चमड़े की बनी होती है और इसमें रखे पारे का तल एक पेंच A की सहायता से समंजित किया जा सकता है [चित्र P 8.1 (a)]। द्रोणी का ऊपरी सिरा चमड़े के एक टुकड़े L से इस प्रकार बंद किया जाता है कि द्रोणी में पारे के ऊपर की हवा बाहरी हवा के संपर्क में रहे। L में हाथी दाँत से बना एक पिन P लगा रहता है। पिन P का कार्य यह है कि पैमाने का शून्य द्रोणी में पारे के तल के अनुरूप समंजित किया जा सके। सुरक्षा की दृष्टि से काँच की नली के ऊपर पीतल की एक नली का आवरण लगा देते हैं। इस नली में ऊपर की ओर दो ऊर्ध्वाधर झिर्रियाँ नली के व्यास के विपरीत सिरों के पास बनायी जाती हैं ताकि नली में पारे का तल देखा जा सके [चित्र P 8.1 (b)]। पीतल की नली पर सामने की झिर्री के दोनों किनारों पर सेंटीमीटर पैमाना अंशांकित रहता है। पैमाने का अंशांकन शून्य से प्रारंभ नहीं होता। यह प्राय: 68 cm से 85 cm तक होता है क्योंकि वायुमंडलीय दाब इन सीमाओं में ही रहता है। पीतल का बना एक वर्नियर पैमाना सामने की झिर्री में खिसक सकता है और इसकी स्थिति का समंजन पेंच B का उपयोग करके कर सकते हैं।

© NCERT not to be republished

सिद्धांत

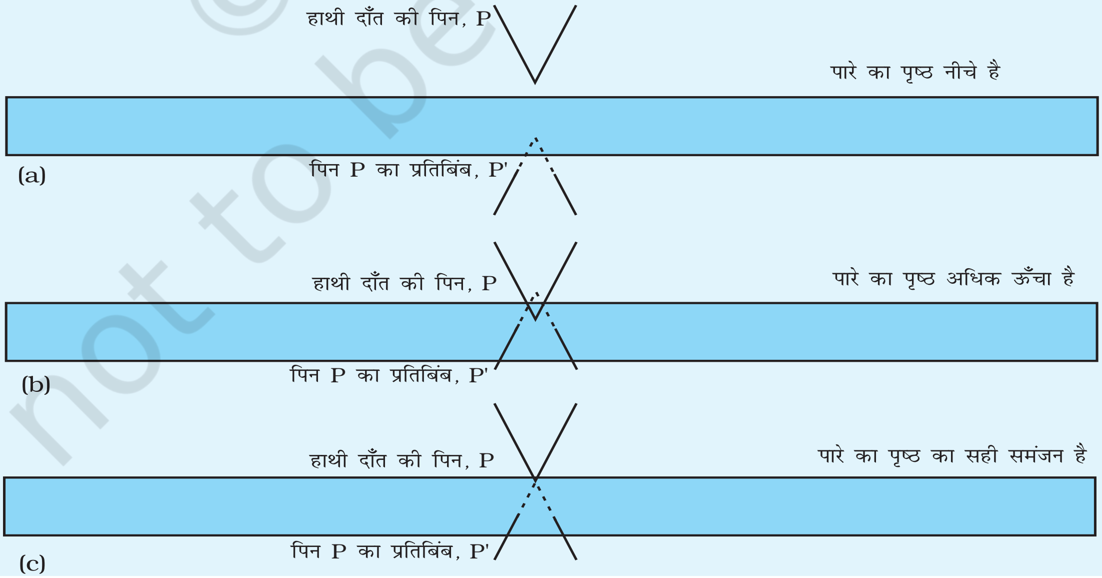
जब पूरी तरह पारे से भरी किसी नली को पारे की द्रोणी C में उल्टा किया जाता है तो इसमें से कुछ पारा द्रोणी में चला जाता है जिससे इसमें पारे के ऊपर के भाग में निर्वात हो जाता है। जब द्रोणी के पारे पृष्ठ पर लगने वाला वायुमंडलीय दाब नली में पारे के स्तंभ के कारण दाब के बराबर हो जाता है तो पारे का तल संतुलन में आ जाता है। वह ऊँचाई जिस तक पारा नली में ऊपर उठता है वायुमंडलीय दाब के समानुपाती होती है। सामान्य परिस्थिति में समुद्र तल पर पारा नली में 76 cm की ऊँचाई तक खड़ा होता है।

सैद्धांतिक दृष्टि से तो बैरोमीटर किसी भी द्रव का उपयोग करके बनाया जा सकता है। पारे का चुनाव कई कारणों से किया जाता है जिसमें मुख्य यह है कि इसका घनत्व इतना अधिक (13600 kg/m^3) है कि वायुमंडलीय दाब से संतुलित हो सकने वाले इसके स्तंभ की ऊँचाई व्यवहार में उपयुक्त है।

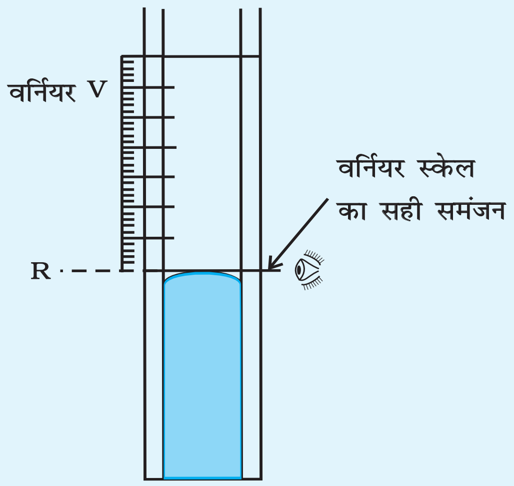
जल बैरोमीटर की ऊँचाई 10 m से अधिक होगी।

कार्यविधि

1. साहुल सूत्र का उपयोग करके बैरोमीटर को ऊर्ध्वधरतः लटकाइए।
2. पेंच A, B, पिन P एवं वर्नियर V की जाँच पड़ताल कीजिए।
3. वर्नियर पैमाने का अल्पतमांक ज्ञात कीजिए।
4. बैरोमीटर की द्रोणी में पेंच A की सहायता से पारे के पृष्ठ (सतह) को समंजित कीजिए ताकि हाथी दाँत के पिन की नोंक और द्रोणी के पारे की सतह पर इसके प्रतिबिंब की नोक ठीक एक दूसरे को स्पर्श करती प्रतीत हों (चित्र P 8.2)।



चित्र P 8.2 द्रोणी में पारे के पृष्ठ का सही समंजन



चित्र P 8.3 नली में पारे के मेनिस्कस के तल पर आँख का समंजन

5. पेंच B का उपयोग कर वर्नियर को समंजित करें ताकि वर्नियर का शून्य नली में पारे के उत्तल पृष्ठ को स्पर्श करे। आँख को मेनिस्कस के तल में रखा जाना चाहिए(चित्र P 8.3)।
6. मुख्य पैमाने तथा वर्नियर का पाठ लीजिए।
7. थर्मामीटर द्वारा ताप रिकॉर्ड कीजिए।
8. संपूर्ण कार्यविधि को दोहराइए और वायुमंडलीय दाब का औसत मान ज्ञात कीजिए।

प्रेक्षण

(i) वर्नियर नियतांक या अल्पतमांक,

वर्नियर पर भागों की संख्या = ...

मुख्य पैमाने पर भागों की संख्या = ...

मुख्य पैमाने का अल्पतमांक (1 MSD) = ... cm

वर्नियर पैमाने का अल्पतमांक $= \dfrac{1\ \text{MSD}}{(\text{वर्नियर में भागों की संख्या})} = \ldots$ cm

(ii) कमरे का ताप = ... °C

परिणाम

प्रयोगशाला में ...(तिथि) को ...(बजे) ...°C पर वायुमंडलीय दाब का मान = ... cm पारे के (पारद) स्तंभ मापा गया।

वायुमंडलीय दाब = ...N/m^2

सारणी P 8.1 - बैरोमीटर में पारे के स्तंभ की ऊँचाई का मापन

क्रम संख्या	वर्नियर पैमाने के शून्यांक से नीचे मुख्य पैमाने का पाठ्यांक S (cm)	वर्नियर पैमाने का पाठ्यांक n	पारे के स्तंभ की ऊँचाई $h = (S + n \times$ अल्पतमांक)
1			
2			
3			

सावधानियाँ

1. बैरोमीटर एक अत्यंत भंगुर उपकरण है। इसका रख-रखाव बहुत सावधानीपूर्वक किया जाना चाहिए।

© NCERT not to be republished

2. इसको प्रयोगशाला कक्ष में ऐसी दीवार पर दृढ़तापूर्वक लगाया जाना चाहिए जो आवाजाही के मार्ग/रास्ते में न हो।
3. हाथी दाँत की पिन और वर्नियर पैमाने पर पर्याप्त प्रकाश पड़ना चाहिए।
4. अल्पतमांक की गणना सावधानीपूर्वक की जानी चाहिए।
5. पेंच A को सावधानीपूर्वक धीरे-धीरे घुमाना चाहिए।

त्रुटि के स्रोत

1. बैरोमीटर की नली में भरे पारे में हवा के बुलबुले रह सकते हैं।
2. हो सकता है हाथी दाँत का पिन ठीक से न लगा हो।
3. कमरे का ताप बदलने से प्रेक्षणों में अंतर आ सकता है।

परिचर्चा

1. बैरोमीटर दीवार पर इस प्रकार लगा होना चाहिए कि पेंच A को हाथी दाँत के पिन को देखते हुए आसानी से समंजित किया जा सके। वर्नियर का पाठ्यांक दृष्टि पथ के लंबवत् लेने के लिए यदि आवश्यक हो तो खड़े होने के लिए उचित ऊँचाई के प्लेटफार्म का उपयोग करना चाहिए।
2. जब भी आप प्रेक्षण लेते हैं तो हर बार बैरोमीटर का समंजन क्यों आवश्यक होता है?

स्व-मूल्यांकन

1. निम्नलिखित का क्या प्रभाव होगा:
   (a) हाथी दाँत का पिन इस प्रकार समंजित न किया गया हो जैसे अपेक्षित है?
   (b) बैरोमीटर ऊर्ध्वाधर न होकर तिरछा हो?
   (c) पिन P एवं पैमाने S को आँख के तल में लाकर न देखा जाए।
2. यदि पारे के स्थान पर जल का उपयोग करें तो आपको क्या समस्या आएगी?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. एक सप्ताह तक अलग-अलग समय पर बैरोमीटर एवं ताप के पाठ लें और उनमें परिवर्तन के पैटर्न का अध्ययन करें।
2. एक महीने के लिए वायुमंडलीय दाब एवं सापेक्ष आर्द्रता (समाचार पत्र से मान लेकर) में ग्राफ़ खींचे। क्या हम सापेक्ष आर्द्रता एवं वायुमंडलीय दाब में कोई संबंध देख सकते हैं?

© NCERT not to be republished