क्रियाकलाप 6

उद्देश्य

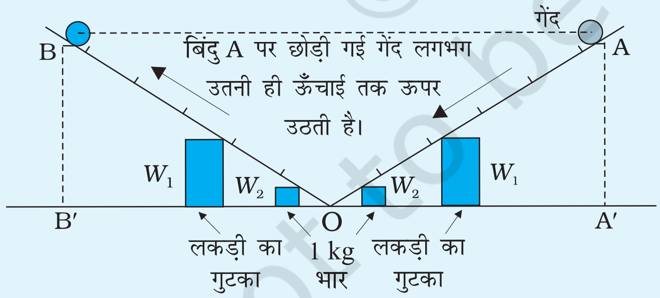
किसी आनत समतल (द्विआनत समतल का उपयोग करके) पर लुढ़कने वाली गेंद की ऊर्जा संरक्षण का अध्ययन करना।

उपकरण तथा सामग्री

कठोर पृष्ठ वाला एक द्विआनत समतल (द्विआनत समतल पर गेंद की निर्देशित गति प्राप्त करने के लिए यह सुझाव दिया जाता है कि इस पर ऐलुमिनियम चैनेल स्टील के तारों की दो पटरियाँ लगाई जाएँ), लगभग 2.5 cm व्यास की स्टील की एक गेंद, लकड़ी के दो गुटके, स्पिरिट लेविल, टिशू पेपर या रूई तथा आधा मीटर का एक स्केल।

सिद्धांत

ऊर्जा संरक्षण नियम के अनुसार, 'ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है और न ही नष्ट की जा सकती है, लेकिन यह केवल एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित की जा सकती है'।



चित्र A 6.1 स्टील की गेंद की द्विआनत समतल पर गति

किसी यांत्रिक निकाय के लिए, जैसे–किसी आदर्श चिकने आनत समतल पर लुढ़कती स्टील की गेंद। इस गेंद की ऊर्जा गतिज तथा स्थितिज ऊर्जाओं के रूप में रहती है तथा इसकी गति के समय इन ऊर्जाओं के बीच में लगातार रूपांतरण होता रहता है। गतिज तथा स्थितिज ऊर्जाओं का योग अचर रहता है बशर्ते कि वायु प्रतिरोध, घर्षण आदि में ऊर्जा का क्षय न हो।

इस प्रयोग में, द्विआनत समतल पर स्टील की गेंद के लुढ़कने की गति के उदाहरण द्वारा ऊर्जा संरक्षण के नियम को समझाया गया है। आनत समतल के कठोर पृष्ठ पर लुढ़कती स्टील की गेंद निम्न घर्षण के साथ गति का एक उदाहरण है। जब आनत समतल AO के बिंदु A से गेंद को छोड़ा जाता है, यह ढलान पर नीचे लुढ़केगी तथा विरुद्ध दिशा में समतल OB पर लगभग उसी ऊँचाई h तक जाएगी जिससे इसे छोड़ा गया था। यदि दाएँ हाथ की ओर के समतल के ढलान के कोण को बदल दिया जाए, तो भी गेंद तब तक गति करेगी जब तक कि वह उसी ऊर्ध्वाधर ऊँचाई तक न पहुँच जाए।

© NCERT not to be republished

बाएँ हाथ की ओर के आनत समतल के बिंदु A पर मुक्त करने पर स्टील की गेंद में केवल स्थितिज ऊर्जा है जो कि गेंद को मुक्त करने के बिंदु की ऊर्ध्वाधर ऊँचाई, h, के अनुक्रमानुपाती है तथा इसकी गतिज ऊर्जा शून्य है। जब स्टील की गेंद लुढ़ककर द्विआनत समतल के निम्नतम बिंदु O तक पहुँचती है, तो यह स्थितिज ऊर्जा पूर्णतया गतिज ऊर्जा में रूपांतरित हो जाती है। अब यह दूसरे आनत समतल पर ऊपर की ओर चढ़ना प्रारंभ करती है और इस समय गतिज ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तित होती है। बिंदु B पर जहाँ यह दाएँ हाथ की ओर के समतल OB पर रुकती है, इसमें केवल स्थितिज ऊर्जा होती है और गतिज ऊर्जा शून्य होती है। दो ऊर्ध्वाधर ऊँचाइयों AA' तथा BB' की समानता द्वारा यांत्रिक ऊर्जा के संरक्षण के नियम को सत्यापित किया जा सकता है।

कार्यविधि

1. स्पिरिट लेविल की सहायता से प्रायोगिक मेज़ को क्षैतिजत: समायोजित कीजिए।
2. स्टील की गेंद तथा आनत समतलों को रुई या टिशू पेपर से साफ कीजिए। गेंद या समतल पर धूल या दाग का एक छोटा-सा कण भी काफी अधिक घर्षण का कारण बन सकता है।
3. साफ़ किए हुए द्विआनत समतल को क्षैतिज मेज़ पर रखिए।

   टिप्पणी– घर्षण को कम करके ताकि ऊर्जा का ह्रास न्यूनतम किया जा सके एक न टूटने वाला द्विआनत समतल बनाया जा सकता है जिसमें स्टील की गेंद स्टेनलेस स्टील तार से बने एक पथ पर लुढ़कती है। इस प्रकार के उपकरण का प्रयोग करने पर यह पाया गया कि इस उपकरण में लोटनिक घर्षण बहुत ही कम है और यह इस क्रियाकलाप के लिए बहुत अच्छा है। विद्यालयों में प्रयोग होने वाले दूसरे उपकरणों की भाँति इसके केंद्र अर्थात् निम्नतर बिंदु या संधिस्थान पर कोई विभंग (kink) भी उत्पन्न नहीं होता।
4. द्विआनत समतल के निम्नतर बिंदु O से समान दूरी पर प्रत्येक समतल के सिरों के नीचे लकड़ी के दो बराबर साइज़ के गुटके W_1 तथा W_2 निवेशित कीजिए। चित्र A 6.1 में दर्शाए अनुसार दोनों समतल लगभग समान रूप से झुके हुए होंगे। आनत समतल क्षैतिज मेज़ पर सुदृढ़त: स्थिर रहने चाहिए अन्यथा आनत समतल की गति (हिलने-डुलने) के कारण ऊर्जा का ह्रास होगा।
5. बाएँ हाथ की ओर के समतल के बिंदु A से स्टील की गेंद को छोड़िए।
6. स्केल का उपयोग करके मेज से बिंदु A की ऊर्ध्वाधर ऊँचाई AA′ (x) ज्ञात कीजिए।
7. दाएँ हाथ की ओर के समतल पर गेंद जिस निशान B तक जाती है, उसे नोट कीजिए तथा ऊर्ध्वाधर ऊँचाई BB′ (y) ज्ञात कीजिए (चित्र A. 6.1)। प्रेक्षणों को अंकित कीजिए। दाएँ हाथ की ओर के समतल पर स्टील की गेंद की उच्चतम स्थिति देखते समय प्रेक्षक को अत्यंत सावधान रहने की आवश्यकता है, क्योंकि गेंद उच्चतम स्थिति पर केवल एक क्षण के लिए ही रुकती है।
8. दोनो में से किसी भी समतल के नीचे रखे लकड़ी के गुटके W_1 और W_2 को केंद्र बिंदु

© NCERT not to be republished

O की ओर थोड़ी-सी दूरी तक खिसकाइए। अब दाएँ हाथ की ओर के समतल के ढाल का कोण (प्रवणता) बाएँ हाथ की ओर के समतल के कोण से अधिक होगा।

9. गेंद को बिंदु A से मुक्त कीजिए तथा दाएँ हाथ के समतल की ओर चिह्न B को नोट कीजिए (जहाँ तक स्टील की गेंद लुढ़ककर पहुँचती है)। ऊर्ध्वाधर ऊँचाई BB′ भी ज्ञात कीजिए।

10. दाएँ हाथ की ओर के आनत समतल के ढाल के एक ओर कोण के लिए चरण (8) तथा (9) को दोहराइए।

11. बाएँ हाथ की ओर के आनत समतल के किसी अन्य बिंदु से गेंद को छोड़कर प्रेक्षणों को दोहराइए।

प्रेक्षणों

सारणी A 6.1- आनत समतल पर लुढ़कती गेंद की ऊर्जा

क्रम संख्या	बाएँ हाथ की ओर के आनत समतल पर मापें		दाएँ हाथ की ओर के आनत समतल पर मापें			अंतर $(x-y)$ (cm)
	चिह्न A की स्थिति	ऊर्ध्वाधर ऊँचाई AA′ x (cm)	उस चिह्न की स्थिति जहाँ तक गेंद लुढ़कती है (ऊपर)	ऊर्ध्वाधर ऊँचाई y (cm)	औसत y (cm)	
1			B =			
2			C =			
3			D =			
1			B =			
2			C =			
3			D =			

© NCERT not to be republished

परिणाम

यह प्रेक्षित किया गया कि प्रारंभिक ऊर्ध्वाधर ऊँचाई (बाएँ हाथ की ओर के समतल पर) तथा अंतिम ऊर्ध्वाधर ऊँचाई (दाएँ हाथ की ओर के समतल पर) लगभग समान हैं। अतः लुढ़कती हुई स्टील की गेंद की प्रारंभिक तथा अंतिम स्थितिज ऊर्जाएँ समान हैं, यद्यपि गति के दौरान ऊर्जा का रूप परिवर्तित होता है। कुल यांत्रिक ऊर्जा (गतिज तथा स्थितिज ऊर्जाओं का योग) उतनी ही रहती है। यह ऊर्जा संरक्षण के नियम का सत्यापन है।

सावधानियाँ

1. स्टील की गेंदों तथा आनत समतलों को रूई/टिशू पेपर से ठीक प्रकार साफ कर लेना चाहिए।
2. आनत समतल के दोनों भाग एक ही ऊर्ध्वाधर तल में होने चाहिए।
3. दोनों समतल स्थिर रहने चाहिए और गेंद के लुढ़कने के कारण उनमें किसी प्रकार की गति नहीं होनी चाहिए।
4. ऊपर चढ़ने वाले समतल के उच्चतम बिंदु पर गेंद की स्थिति शीघ्रता तथा सावधानीपूर्वक नोट करनी चाहिए।

त्रुटि के स्त्रोत

1. घर्षण के कारण कुछ ऊर्जा सदैव क्षयित होती है।
2. दोनों आनत समतलों के संधिस्थान पर सांतत्य की कमी के कारण, लुढ़कती हुई गेंद प्राय: दूसरे समतल से संघट्ट करती है जिसके परिणामस्वरूप ऊर्जा का ह्रास होता है।

परिचर्चा

1. ऊर्जा संरक्षण नियम के सत्यापन की सफलता की कुंजी स्टील की गेंद तथा आनत समतल के बीच निम्न लोटनिक घर्षण का होना है। इसलिए गेंद तथा आनत समतल की सतहें साफ तथा शुष्क होनी चाहिए।
2. घर्षण के कारण ऊर्जा क्षय को स्टील की गेंद तथा आनत समतल के बीच संपर्क क्षेत्रफल को कम-से-कम करके न्यूनतम किया जा सकता है। इसलिए यह परामर्श दिया जाता है कि आनत समतल संकीर्ण खाँचे वाले ऐलुमिनियम चैनल के बनाए जाएँ (परदे की पटरी या रेल)।
3. आनत समतल की सतहें कठोर तथा चिकनी होनी चाहिए जिससे कि घर्षण का प्रभाव न्यूनतम रहे।
4. यदि समतलों का झुकाव अधिक होगा तो ऊर्जा क्षय भी अधिक होगा (कैसे?)। इसलिए समतलों का झुकाव कम रखना चाहिए।

स्व-मूल्यांकन

1. क्या इस क्रियाकलाप को कम व्यास की स्टील के गेंद से सफलतापूर्वक किया जा सकता है?
2. यदि गेंद आनत समतल की दूसरी भुजा पर ठीक उसी ऊँचाई तक नहीं पहुँच रही है तो इस प्रेक्षण पर टिप्पणी कीजिए।

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. गेंद के द्रव्यमान तथा साइज़ का आनत समतल पर लुढ़कने पर पड़ने वाले प्रभावों का अध्ययन कीजिए।
2. लोटनिक घर्षण गुणांक पर समतलों के झुकाव के प्रभाव का अध्ययन कीजिए।

not to be republished © NCERT

क्रियाकलाप 7

उद्देश्य

समय के साथ सरल लोलक के ऊर्जा क्षय का अध्ययन करना।

उपकरण तथा सामग्री

भारी धात्विक हुक लगी हुई एक गोलीय गेंद, एक दृढ़ आधार, एक लंबा, बारीक और मज़बूत सूती धागा (1.5 m से 2m); मीटर स्केल, तुला, कागज़ की शीट, रूई, सेलोफ़ेन।

सिद्धांत

जब कोई सरल लोलक सरल आवर्त गति करता है, तो प्रत्यानयन बल F होता है–

(E 7.1) $$F(t) = -kx\,(t)$$

जहाँ $x\,(t)$, t समय पर विस्थापन है तथा $k = mg/L$ है। k, m, g तथा L जैसे प्रतीकों की व्याख्या पहले ही एक प्रयोग में [देखिए प्रयोग E 6] की जा चुकी है। विस्थापन प्राप्त होगा

(E 7.2) $$x\,(t) = A_0 \cos\,(\omega t - \theta)$$

जहाँ ω (कोणीय) आवृति है तथा θ एक स्थिरांक है। A_0 प्रत्येक दोलन में अधिकतम विस्थापन है, जिसे आयाम कहते हैं। लोलक की कुल ऊर्जा होती है–

(E 7.3) $$E_0 = \frac{1}{2}\,k\,A_0^2$$

किसी आदर्श लोलक में कुल ऊर्जा अचर रहती है, क्योंकि इसका आयाम अचर रहता है। लेकिन वास्तविक लोलक में आयाम कभी भी अचर नहीं रहता। यह अनेक कारकों के कारण समय के साथ कम होता जाता है। ये कारक हैं वायु का कर्षण बल, निलंबन बिंदु पर कुछ हलचल, धागे तथा निलंबन आदि की दृढ़ता में कमी। इसलिए आयाम A_0 प्रत्येक उत्तरोत्तर दोलन में समय के साथ कम होता जाता है। आयाम समय का फलन बन जाता है और प्राप्त होता है।

(E 7.4) $$A(t) = A_0 e^{-\lambda t/2}$$

जहाँ A_0 प्रारंभिक आयाम है तथा λ एक स्थिरांक है जो अवमंदन तथा गोलक के द्रव्यमान पर निर्भर करता है। t समय पर लोलक की कुल ऊर्जा होती है–

© NCERT not to be republished

$$E(t) = \frac{1}{2} kA^2(t)$$

$$= E_0 e^{-\lambda t}$$ (A 7.5)

इस प्रकार ऊर्जा समय के साथ कम होती जाती है, क्योंकि कुछ ऊर्जा का परिवेश में ह्रास हो जाता है। किसी अवमंदित दोलित्र की आवृत्ति आयाम पर बहुत अधिक निर्भर नहीं करती। इसलिए समय मापने के बजाय हम दोलनों की संख्या n भी माप सकते हैं। n दोलनों के पश्चात् $t = n$T, जहाँ T आवर्त काल है। तब समीकरण (A7.5) को निम्न रूप में लिखा जा सकता है–

$$E_n = E_0 e^{-\alpha n}$$ (A 7.6)

जहाँ $\alpha = \lambda t$

जहाँ E_n, n दोलनों के पश्चात दोलित्र की ऊर्जा है।

कार्यविधि

1. लोलक के गोलक का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।

2. प्रयोग संख्या E 6 के चरण 1 से 5 को दोहराइए।

3. लोलक के ठीक नीचे मेज पर एक मीटर स्केल इस प्रकार जड़िए कि यह लोलक के दोलनों के तल में रहे तथा स्केल का शून्य चिह्न गोलक की विराम अवस्था के समय इसके ठीक नीचे रहे।

4. जब लोलक दोलन करता है तो आपको स्केल पर उस बिंदु को प्रेक्षित करना है जहाँ तक गोलक अपने अधिकतम विस्थापन के समय ऊपर उठ कर आता है। ऐसा करते समय मिलीमीटर के चिह्नों के बारे में चिंता करने की आवश्यकता नहीं है। केवल 0.5 cm तक ही प्रेक्षण लीजिए।

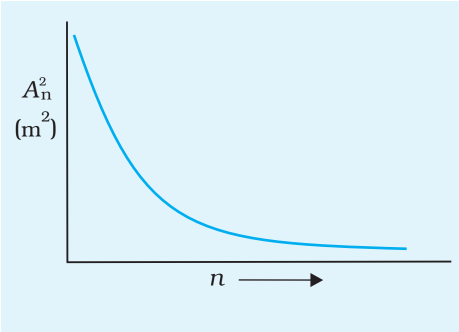
5. लोलक के गोलक को एक ओर खींचिए जिससे कि यह 15 cm के चिह्न के ऊपर आ जाए। इस प्रकार $n = 0$ पर प्रारंभिक आयाम होगा A_0 = 15 cm । गोलक को धीरे से छोड़िए जिससे कि यह दोलन करना प्रारंभ कर दे।

6. जब गोलक उसी ओर अधिकतम विस्थापन की स्थिति में आए तब दोलनों की संख्या गिनते रहिए।

7. n दोलनों के पश्चात् आयाम A_n अंकित कीजिए जबकि n = 5, 10, 15, ..., अर्थात् प्रत्येक 5 दोलनों के पश्चात् आप A_n को प्रत्येक 10 दोलनों के पश्चात् भी नोट कर सकते हैं।

© NCERT not to be republished

8. A_n^2 तथा n के बीच ग्राफ़ आलेखित कीजिए तथा ग्राफ़ की व्याख्या कीजिए (चित्र A7.1)।



चित्र *A 7.1* *किसी सरल लोलक के लिए* A_n^2 *तथा* n *के बीच ग्राफ़*

9. अवमंदन बढ़ाने के लिए गोलक पर थोड़ी-सी रूई या कागज़ की छोटी पट्टी चिपकाइए तथा प्रयोग को दोहराइए।

प्रेक्षण

तुला की अल्पतमांक = ... g

मीटर स्केल की अल्पतमांक = ...cm

लोलक के गोलक का द्रव्यमान. m = ...g

लोलक के गोलक की त्रिज्या (r) (दी गई) = ... cm

गोलक के शीर्ष की निलंबन बिंदु से लंबाई, l =... cm

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

बल नियतांक, $k = mg/L$ = ... N m^{-1}

दोलन का प्रारंभिक आयाम, A_0 = ... cm

प्रारंभिक ऊर्जा, $E_0 = 1/2\ k A^2$ = ... J

सारणी A 7.1– समय के साथ सरल लोलक के आयाम का क्षय तथा ऊर्जा का क्षय

क्रम संख्या	आयाम A_n (cm)	दोलनों की संख्या n	A_n^2	दोलित्र की ऊर्जा E_n (J)	ऊर्जा का ह्रास $(E_n–E_o)$ (J)
1					
2					
3					
4					

परिणाम

ग्राफ़ से हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि सरल लोलक की ऊर्जा समय के साथ क्षयित होती है।

सावधानियाँ

1. प्रयोग को प्रयोगशाला के उस भाग में करना चाहिए जहाँ वायु का प्रवाह न्यूनतम हो।
2. लोलक के आयाम पर विचार करने से पहले इसके कुछ दोलन पूरे हो जाने चाहिए, इससे सुनिश्चित होगा कि लोलक केवल एक ही तल में गति कर रहा है।

© NCERT not to be republished

03/05/2018

त्रुटि के स्रोत

1. प्रयोगशाला में वायु का कुछ प्रवाह सदैव रहता है।
2. आयाम का परिशुद्ध मापन कठिन है।

परिचर्चा

1. सरल लोलक के लिए समय के साथ ऊर्जा क्षय का अध्ययन करने के लिए आप A–n ग्राफ़ या A^2–n ग्राफ़ में से किसको वरीयता देंगे और क्यों?
2. लोलक के गोलक के (a) साइज़ तथा (b) द्रव्यमान में परिवर्तन तथा (c) लोलक की लंबाई में परिवर्तन से दोलन का आयाम समय के साथ कैसे परिवर्तित होता है?

स्व-मूल्यांकन

1. आपके द्वारा सरल लोलक के लिए A^2 तथा n के बीच खींचे गए ग्राफ़ की व्याख्या कीजिए।
2. जाँच कीजिए कि दोलनों का आयाम समय के साथ कैसे परिवर्तित होता है।
3. समय के साथ दोलन के आयाम का घटना समय के साथ सरल लोलक की ऊर्जा परिवर्तन के पदों में क्या इंगित करता है?
4. आपके द्वारा खींचे गए A तथा n के बीच का ग्राफ़, A^2-n ग्राफ़ से किस प्रकार भिन्न है?
5. A^2–n ग्राफ़ की निम्न के लिए तुलना कीजिए।
   (a) कम अवमंदन के दोलन।
   (b) अधिक अवमंदन के दोलन।

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

प्लास्टिक की एक गेंद (5 cm व्यास) लीजिए तथा इसके व्यास के अनुदिश इसमें दो छिद्र कीजिए। इसे रेत से भरिए। रेत से भरी हुई गेंद से 100 cm लंबाई का एक लोलक बनाइए।

लोलक का दोलन कराइए तथा रेत को छिद्र से बाहर गिरने दीजिए। आयाम के कम होने की दर नोट कीजिए तथा इसकी तुलना उस लोलक से करिए जिसके गोलक का द्रव्यमान नियत है।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 8

उद्देश्य

अवस्था परिवर्तन को प्रेक्षित करना तथा पिघले हुए मोम के लिए शीतलन वक्र आलेखित करना।

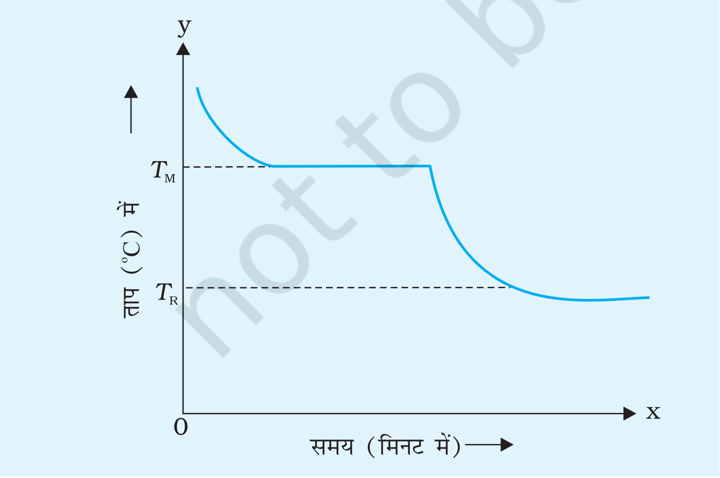
उपकरण तथा सामग्री

500 mL का बीकर, त्रिपाद स्टैंड, तार की जाली, क्लैंप स्टैंड, क्वथन नली (ताप सह काँच की), थर्मामीटर (अल्पतमांक 0.5 ^{0}C), विराम घड़ी, बर्नर, पैराफिन मोम, एक छिद्र युक्त कॉर्क जो क्वथन नली में फिट हो जाए तथा थर्मामीटर को ऊर्ध्वाधरत: रोक सके।

सिद्धांत

पदार्थ तीन अवस्थाओं में रहता है–ठोस, द्रव तथा गैस।

किसी ठोस को गरम करने पर उसमें प्रसार होता है तथा उसका ताप बढ़ता है। यदि हम ठोस को गरम करते रहें, तो यह अपनी अवस्था परिवर्तित कर लेता है।

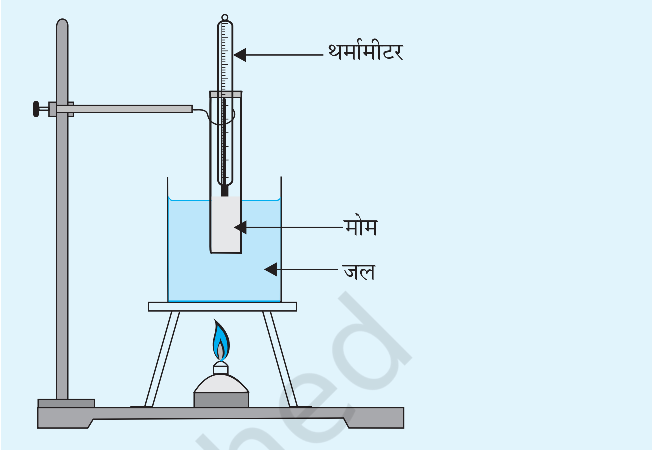


चित्र A 8.1 शीतलन वक्र

ठोस के द्रव अवस्था में परिवर्तित होने के प्रक्रम को गलन (पिघलना) कहते हैं। जिस ताप पर यह परिवर्तन होता है उसे गलनांक कहते हैं। संपूर्ण ठोस का गलन एक साथ अर्थात् तात्क्षणिक नहीं होता। जब तक संपूर्ण ठोस–द्रव में परिवर्तित नहीं हो जाता, तब तक ठोस द्रव का ताप स्थिर रहता है। गलन के लिए लिया गया समय ठोस की प्रकृति तथा द्रव्यमान पर निर्भर करता है। द्रव को ठंडा करने पर वह गलनांक ताप पर ही ठोस अवस्था में परिवर्तित हो जाता है। इस स्थिति में भी जब तक संपूर्ण द्रव ठोस में परिवर्तित नहीं हो जाता, तब तक द्रव ठोस का ताप स्थिर रहता है। पैराफिन मोम दैनिक जीवन में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। हम शीतलन वक्र आलेखित करके मोम का गलनांक ज्ञात कर सकते हैं। पिघले हुए मोम का ताप समान समय अंतरालों में अंकित किया जाता है। पहले मोम

© NCERT not to be republished

का ताप समय के साथ कम होता है और फिर गलनांक T_M पर यह स्थिर हो जाता है। जब यह ठोस बन जाता है (जम जाता है) तो और अधिक ठंडा करने पर ठोस मोम का ताप चित्र A 8.1 में दर्शाए गए अनुसार कमरे के ताप T_R तक नीचे गिर जाता है।



चित्र A 8.2 प्रायोगिक व्यवस्था

कार्यविधि

1. थर्मामीटर का अल्पतमांक तथा परास नोट कीजिए।
2. विराम घड़ी का अल्पतमांक नोट कीजिए।
3. कमरे का ताप अंकित कीजिए।
4. चित्र A 8.2 में दर्शाए अनुसार गर्म करने के प्रबंध, त्रिपाद, बर्नर को लगाइए।
5. क्वथन नली तथा थर्मामीटर को इस प्रकार समायोजित कीजिए कि आप थर्मामीटर का पाठ्यांक सुविधापूर्वक नोट कर सकें।
6. जल को गरम कीजिए तथा मोम की अवस्था को प्रेक्षित कीजिए। जब तक सारा मोम पिघल न जाए, तब तक गरम करते रहिए तथा सन्निकट गलनांक नोट कीजिए।
7. जल कुंडिका में मोम को तब तक गर्म कीजिए, जब तक कि मोम का ताप चरण 6 में प्रेक्षित किए गए सन्निकट गलनांक से कम-से-कम 20 °C अधिक न हो जाए।
8. बर्नर को बंद कर दीजिए तथा क्वथन नली को जल कुंडिका से हटाने के लिए क्लैंप को सावधानीपूर्वक ऊपर उठाइए।
9. 2 मिनट के अंतराल पर ताप की मापों को अंकित कीजिए तथा सारिणी को पूरा कीजिए।
10. मोम के ताप तथा समय के बीच ग्राफ़ आलेखित कीजिए (ताप y–अक्ष पर लें)।
11. ग्राफ़ से –
   (i) मोम के गलनांक को ज्ञात कीजिए।
   (ii) उस समय अंतराल को चिह्नित कीजिए जिसके लिए मोम द्रव अवस्था/ठोस अवस्था में रहता है।

प्रेक्षण

थर्मामीटर की अल्पतमांक =... °C

थर्मामीटर का परास ...°C से ...°C

कमरे का ताप =... °C

विराम घड़ी की अल्तमांक =... s

© NCERT not to be republished

सारणी A 8.1– पिघले हुए मोम के ताप में समय के साथ परिवर्तन

क्रम संख्या	समय (s)	ताप (°C)
1		
2		
3		
4		

परिणाम

पिघले हुए मोम का शीतलन वक्र खींचा गया तथा ग्राफ़ से मोम का गलनांक... °C है।

मोम द्रव अवस्था में ...s तथा ठोस अवस्था में ...s रहता है।

सावधानियाँ

1. मोम के साथ क्वथन नली को ज्वाला पर कभी-भी सीधा गरम नहीं करना चाहिए।
2. विराम घड़ी को उपकरण के दाएँ हाथ की ओर रखना चाहिए, क्योंकि इससे घड़ी को देखना आसान रहता है।
3. पिघले हुए मोम को गलनांक से 20 °C से अधिक ताप तक गर्म नहीं करना चाहिए।

त्रुटि के स्त्रोत

ताप तथा समय के साथ-साथ प्रेक्षण कुछ त्रुटि उत्पन्न कर सकता है।

स्व-मूल्यांकन

1. हमें पिघले हुए मोम को सीधे ही ज्वाला पर गरम क्यों नहीं करना चाहिए?
2. जल कुंडिका बनाने के लिए जल का उपयोग क्यों किया जाता है?
3. किस अधिकतम ताप तक पिघले हुए मोम जल कुंडिका में गर्म किया जा सकता है?
4. क्या यह विधि प्लास्टिकों के गलनांक ज्ञात करने के लिए उपयुक्त होगी? अपने उत्तर के लिए एक कारण बताइए।
5. क्या गर्म जल का शीतलन वक्र पिघले हुए मोम के शीतलन वक्र से भिन्न होगा?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/कार्यकलाप

1. बर्फ़ का गलनांक ज्ञात कीजिए।
2. मोम के गलनांक पर रंग/सुगंध मिलाने के प्रभाव का अध्ययन कीजिए। रंग/सुगंध की विभिन्न मात्राओं में मिलाने से मोम के गलनांक पर प्रभाव का अध्ययन कीजिए।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 9

उद्देश्य

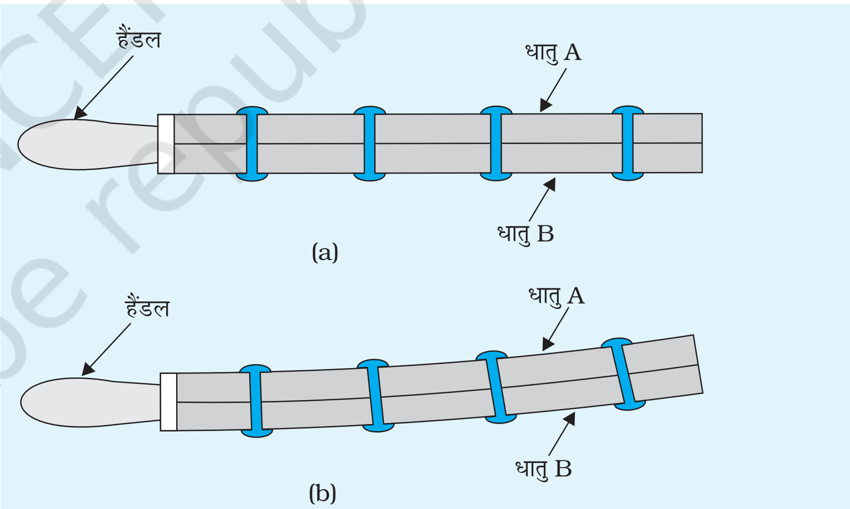
द्विधातु पत्ती को गरम करने के प्रभाव को प्रेक्षित करना तथा उसके प्रभाव की व्याख्या करना।

उपकरण तथा सामग्री

रोधी (लकड़ी) हैंडल के साथ लोहे-पीतल की एक द्विधातु पत्ती, हीटर/बर्नर।

युक्ति का वर्णन

द्विधातु पत्ती बनाने के लिए दो भिन्न-भिन्न धातुओं (पदार्थों) लेकिन समान विमाओं की दो पट्टियाँ/छड़ें उपयोग की जाती हैं। भिन्न धातुओं की दो पट्टियाँ/छड़ें लंबाई के अनुरूप रखी जाती हैं और उन्हें दृढ़ता से जकड़ दिया जाता है। द्विधातु पत्ती के एक सिरे पर एक रोधी (लकड़ी) हैंडल भी जड़ा होता है। द्विधातु पत्ती को पर्याप्त मात्रा में अलग तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार गुणांकों के मानों के धातुओं (पदार्थ) को चुनकर बनाया जा सकता है।



चित्र A 9.1 कोई द्विधातु पत्ती (a) सीधी तथा (b) मुड़ी हुई स्थिति में

द्विधातु पत्ती कमरे के ताप पर सीधी रहती है जैसा कि चित्र A 9.1 में स्थिति (a) में दर्शाया गया है। जब द्विधातु पत्ती को गरम किया जाता है तो धातु की दोनों पत्तियाँ (छड़ें) उनके भिन्न-भिन्न तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार के गुण के कारण अलग-अलग परिमाण में प्रसरित होती हैं, जिससे यह मुड़ जाती है जैसा कि चित्र A 9.1 की स्थिति (b) में दर्शाया गया है।

सिद्धांत

तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार, किसी छड़ को गरम करने पर उसकी लंबाई में परिवर्तन है। यदि t_1°C तथा t_2°C तापों पर (जबकि $t_2 > t_1$) किसी पट्टी/छड़ की लंबाइयाँ L_1 तथा L_2 है तो लंबाई

© NCERT not to be republished

में परिवर्तन (L_2-L_1), प्रारंभिक लंबाई L_1 तथा ताप में वृद्धि (t_2-t_1) के अनुक्रमानुपाती होता है।

(A 9.1) तब, $(L_2-L_1) = \alpha L_1 (t_2-t_1)$

(A 9.2) या $L_2 = L_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$

(A 9.3) तथा $\alpha = (L_2 - L_1)/(t_2 - t_1)$

जहाँ α पट्टी/छड़ के पदार्थ का तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार गुणांक है।

तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार गुणांक (α) किसी छड़ के ताप में इकाई डिग्री वृद्धि के लिए प्रति इकाई लंबाई में परिवर्तन है। SI मात्रकों में इसे K^{-1} से व्यक्त किया जाता है।

कार्यविधि

1. बर्नर जलाइए या विद्युत हीटर के स्विच को ऑन कीजिए।
2. धात्विक पत्ती के रोधी हैंडल को पकड़कर क्षैतिज स्थिति में रखिए और इसे बर्नर/हीटर की सहायता से एकसमान रूप से गरम कीजिए। ध्यान दीजिए कि द्विधातु पत्ती का कौन पार्श्व उष्मा स्रोत से सीधे संपर्क में है।
3. पत्ती को गरम करने के प्रभाव को प्रेक्षित कीजिए। द्विधातु पत्ती के स्वतंत्र सिरे के मुड़ने की दिशा को ध्यानपूर्वक नोट कीजिए। क्या यह ऊपर की ओर है या नीचे की ओर है?
4. उस धातु को पहचानिए (A या B) जो द्विधातु पत्ती के उत्तल सतह की ओर है तथा उसको भी जो इसकी अवतल सतह की ओर है। इनमें से कौन-से धातु/पदार्थ का तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार अधिक होने की संभावना है? (द्विधातु पत्ती के उत्तल की ओर के धातु में अधिक प्रसार हुआ है और इसलिए इसका तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार अधिक है)।
5. द्विधातु पत्ती के दो धातुओं (A तथा B) के तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार के ज्ञात मानों को नोट कीजिए। जाँच कीजिए कि क्या मुड़ने की दिशा (उपरिमुखी या अधोमुखी) उस धातु/पदार्थ की दिशा में है जिसके तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार का मान कम है।
6. द्विधातु पत्ती से ऊष्मा के स्रोत को दूर हटाइए। पत्ती को कमरे के ताप तक ठंडा होने दीजिए।
7. द्विधातु पत्ती के दूसरे पार्श्व को गर्म करने के लिए 1 से 6 चरणों को दोहराइए। द्विधातु पत्ती के मुड़ने की दिशा को प्रेक्षित कीजिए। चरण 3 में प्रेक्षित किए गए मुड़ने की दिशा के सापेक्ष इस बार आप क्या कोई परिवर्तन देखते हैं?

© NCERT not to be republished

परिणाम

गर्म करने पर द्विधातु पत्ती का बंकन धातुओं के तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार में अंतर के कारण होता है। अधिक प्रसरित होने वाला धातु (जिसके α का मान अधिक है) गरम करने पर मुड़ी हुई द्विधातु पत्ती का उत्तल पार्श्व (बाहरी पार्श्व) बनाता है।

सावधानियाँ

दोनों छड़ों (पत्तियों को उनके सिरों पर दृढ़ता से जकड़ा हुआ होना चाहिए।

परिचर्चा

द्विधातु पत्ती के बंकन (मुड़ने) की दिशा उस धातु के पार्श्व की ओर होती है, जिसके तापीय अनुदैर्घ्य प्रसार का मान कम होता है।

स्व-मूल्यांकन

1. आपको निम्न धातुओं/पदार्थों की समान विमाओं की छड़ें उनके α- के मान सहित, द्विधातु पत्ती बनाने के लिए दी गई हैं:

   ऐलुमिनियम ($\alpha = 23 \times 10^{-6}$ K^{-1}); निकेल ($\alpha = 13 \times 10^{-6}$ K^{-1})

   ताँबा ($\alpha = 17 \times 10^{-6}$ K^{-1}); इनवार ($\alpha = 0.9 \times 10^{-6}$ K^{-1})

   लोहा ($\alpha = 12 \times 10^{-6}$ K^{-1}); पीतल ($\alpha = 18 \times 10^{-6}$ K^{-1})

   बंकन के सुस्पष्ट प्रभाव के लिए द्विधातु पत्ती बनाने के लिए आप सर्वश्रेष्ठ विकल्प के रूप में किन धातुओं/पदार्थों के युगल का चयन करेंगे? क्यों?

2. द्विधातु पत्ती के बंकन पर उच्च ताप तक गरम करने का क्या प्रभाव होगा?

3. कुछ युक्तियों के नाम लिखिए जिनमें द्विधातु पत्ती का उपयोग तापस्थापी की भाँति किया जाता हो।

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

द्विधातु पत्ती का उपयोग करके अग्नि संचेतक (fire alarm) परिपथ डिज़ाइन कीजिए।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 10

उद्देश्य

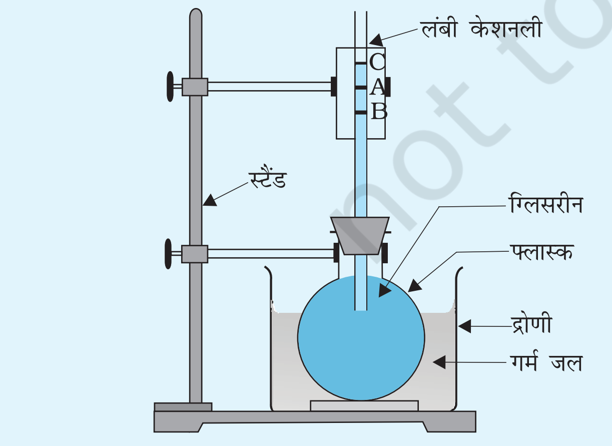
गरम करने पर किसी बर्तन में रखे हुए द्रव के तल में परिवर्तन नोट करना तथा प्रेक्षणों की व्याख्या करना।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

500 mL धारिता का गोल पेंदे का फ्लास्क, लगभग 200 cm लंबी तथा 2 mm आंतरिक व्यास की एक संकीर्ण केशनली, रबर की एक कॉर्क, ग्लिसरीन, गर्म जल, फ्लास्क को पकड़ने के लिए एक स्टैंड, ग्राफ़ पेपर की एक पट्टी, एक थर्मामीटर।

सिद्धांत

द्रव को रखने के लिए बर्तन की आवश्यकता होती है। जब हम द्रव को गरम करते हैं तो बर्तन भी गर्म होता है। गरम करने पर द्रव तथा बर्तन दोनों में प्रसार होता है। इसलिए, द्रव का प्रेक्षित प्रसार उसका आभासी प्रसार है, अर्थात् (द्रव का प्रसार)–(बर्तन का प्रसार)। द्रव का वास्तविक प्रसार ज्ञात करने के लिए हमें बर्तन के प्रसार को भी ध्यान में रखना होगा। वास्तविक प्रसार = आभासी प्रसार + बर्तन का प्रसार।



चित्र A 10.1 *द्रव (ग्लिसरीन) का प्रसार*

कार्यविधि

1. फ्लास्क को ग्लिसरीन से भरिए। इसके मुँह को कॉर्क से कसकर बंद कीजिए तथा कॉर्क में एक लंबी केशनली निविष्ट कीजिए। नली में ग्लिसरीन ऊपर चढ़ेगी। ग्लिसरीन के स्तर को A से चिह्नित कीजिए। उपकरण को चित्र A 10.1 के अनुसार व्यवस्थित कीजिए।
2. फ्लास्क को गर्म जल से भरी एक द्रोणी (Trough) में रखिए तथा फ्लास्क को एक स्टैंड की सहायता से दर्शाई गई स्थिति में कसकर रखिए।

© NCERT not to be republished

प्रेक्षण

यह प्रेक्षित किया गया कि जब फ्लास्क को गर्म जल में डुबोया जाता है तो केशनली में ग्लिसरीन का स्तर पहले नीचे गिरता है जैसे B तक और फिर ऊपर की ओर किसी निश्चित स्तर जैसे C तक आता है।

परिचर्चा

गर्म जल के संपर्क में आने पर फ्लास्क के प्रसार के कारण केशनली में ग्लिसरीन का तल पहले A से B तक नीचे गिरता है। तल की यह गिरावट बर्तन के प्रसार के बराबर है। कुछ समय के पश्चात् ग्लिसरीन भी गरम होती है और प्रसारित होती है। अंतत: ग्लिसरीन का तल एक स्थिर तल C पर पहुँच जाता है। स्पष्टतया ग्लिसरीन B से C तक प्रसारित हुई है। B C वास्तविक प्रसार बताता है तथा AC आभासी प्रसार को प्रदर्शित करता है।

स्व-मूल्यांकन

किसी फ्लास्क में जल लिया गया है तथा एक स्थिति में इसे 25°C से 45°C तक तथा दूसरी स्थिति में 50°C से 70°C तक गरम किया जाता है। क्या दोनों अवस्थाओं में आभासी प्रसार/वास्तविक प्रसार समान होगा?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

एक ग्लास के बर्तन में तथा उसी प्रकार के एक स्टील के बर्तन में समान परिमाण में जल लीजिए। इन दोनों को एक थर्मोकोल की शीट से ढकिए तथा प्रत्येक में एक जैसी केशनली निविष्ट कीजिए। दोनों को 25°C से 50°C तक गर्म कीजिए तथा दोनों दशाओं में आभासी/वास्तविक प्रसार का अध्ययन कीजिए। क्या वे समान हैं? अपने उत्तर का कारण बताइए।

© NCERT not to be republished

03/05/2018

क्रियाकलाप 11

उद्देश्य

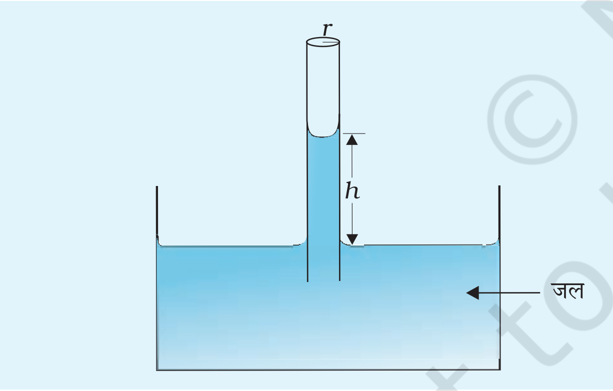
केशिकीय उन्नयन का प्रेक्षण करके जल के पृष्ठ तनाव पर अपमार्जक के प्रभाव का अध्ययन करना।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

एक केशनली, 250 mL का एक बीकर, अल्प मात्रा में ठोस/द्रव अपमार्जक, 15/30 cm, का प्लास्टिक स्केल, रबर बैंड, क्लैंप के साथ स्टैंड तथा जल।

सिद्धांत

ऐसा पदार्थ जिसका उपयोग किसी सतह में चिपके ग्रीज़, गंदगी तथा धूल को अलग करने के लिए होता है अपमार्जक (डिर्टजेंट) कहलाता है। अपमार्जक जब जल में मिलाए जाते हैं तो अतिरिक्त अंतरा-अणुक अन्योन्य क्रियाओं के कारण इसका पृष्ठ तनाव कम हो जाता है।



चित्र A 11.1 केशनली में जल का उन्नयन

जल में अपमार्जक मिलाने से पृष्ठ तनाव कम होने को केशिकीय उन्नयन विधि द्वारा प्रेक्षित किया जा सकता है।

जल से भरे उथले बर्तन में ऊर्ध्वाधरत: रखी r त्रिज्या की केशनली में जल का उन्नयन h (चित्र A11.1) होगा:

$$h = \frac{2S\cos\theta}{\rho g r}$$

या

$$S = \frac{h\rho g r}{2\cos\theta}$$

जहाँ S जल वाष्प परत का पृष्ठ तनाव है; θ स्पर्श कोण है (देखिए चित्र A11.1); ρ जल का घनत्व है तथा g गुरूत्वीय त्वरण है। स्वच्छ काँच की केशनली जब शुद्ध या आसुत जल के संपर्क में होती है तो $\theta \approx 8°$ अथवा $\cos\theta \approx 1$. अत:$S = \frac{1}{2}h\rho g r$

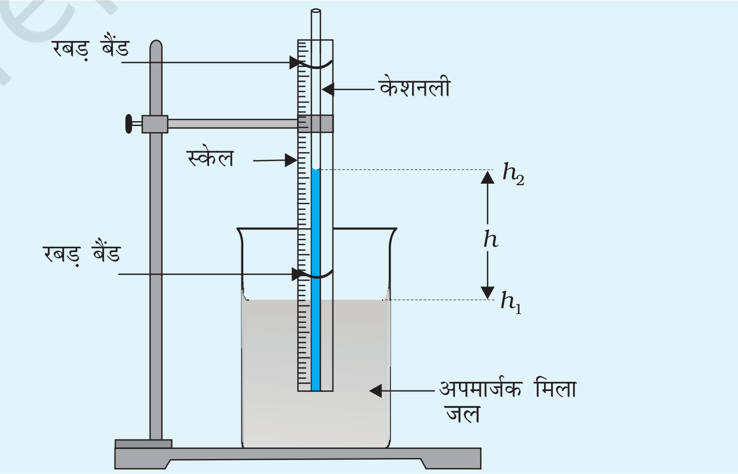
© NCERT not to be republished

इस परिणाम का उपयोग करके विभिन्न अपमार्जक विलयनों के पृष्ठ तनाव की तुलना की जा सकती है। किसी अपमार्जक विलयन के लिए केशिकीय उन्नयन (या पृष्ठ तनाव) शुद्ध तथा आसुत जल के लिए उन्नयन से कम होगा। अपमार्जक की सांद्रता बढ़ाने पर केशनली में विलयन की ऊँचाई कम हो जाएगी।

जल में घोलने पर जिस अपमार्जक के लिए केशिकीय उन्नयन न्यूनतम है (या न्यूनतम पृष्ठ तनाव) उसकी सफ़ाई का प्रभाव अधिक अच्छा होगा।

कार्यविधि

1. एकसमान व्यास की एक केशनली लीजिए। इसे साफ़ कीजिए तथा इसका आसुत जल से प्रक्षालन कीजिए। बीकर को भी साफ करके जल से प्रक्षलन कीजिए। बीकर को पानी से आधा भरिए। सुनिश्चित कीजिए कि केशनली सूखी है तथा इस पर किसी प्रकार का ग्रीज़, तेल आदि नहीं लगा है। यह भी जाँच कीजिए कि केशनली का शीर्ष खुला है और इसमें किसी तरह की रुकावट नहीं है।
2. प्लास्टिक का एक स्केल लीजिए तथा एक रबर बैंड की सहायता से केशनली को इसके साथ आरोपित कीजिए।
3. एक क्लैंप स्टैंड की सहायता से केशनली के साथ स्केल को ऊर्ध्वाधर स्थिति में रखिए।
4. स्केल के निचले सिरे के नीचे जल से भरे बीकर को रखिए तथा धीरे-धीरे स्केल को नीचे लाइए जिससे कि इसका निचला सिरा बीकर के जल की सतह के नीचे डूब जाए। जैसा कि चित्र A 11.2 में दिखाया गया है।
5. स्केल पर केशनली के अंदर तथा बाहर जल के तल को पढ़िए। मान लीजिए यह स्थितियाँ क्रमशः h_2 तथा h_1 हैं। केशनली में जल का उन्नयन $h = h_2 - h_1$ है।
6. केशनली को बहते हुए जल में अच्छी प्रकार प्रक्षालित कीजिए।
7. दिए गए अपमार्जक की थोड़ी-सी मात्रा को बीकर के जल में घोलिए।
8. अपमार्जक विलयन के साथ प्रयोग को दोहराइए तथा पुनः केशनली में उन्नयन ज्ञात कीजिए। मान लीजिए यह h' है।



चित्र A 11.2 *केशनली में अपमार्जक मिले हुए जल के उन्नयन का अध्ययन।*

टिप्पणी–

विलयन की सांद्रता बहुत अधिक नहीं होनी चाहिए अन्यथा विलयन (कोलाइड) का घनत्व जल की तुलना में अत्यधिक परिवर्तित हो जाएगा। इसी के साथ-साथ काँच तथा विलयन के बीच संपर्क कोण का मान भी बहुत अधिक बदल जाएगा।

03/05/2018

प्रेक्षण

केशनली में जिस ऊँचाई तक जल ऊपर चढ़ा $h = ...$ cm

केशनली में जिस ऊँचाई तक अपमार्जक युक्त जल ऊपर चढ़ा $h' = ...$ cm

परिणाम

अपमार्जक विलयन के लिए केशकीय उन्नयन h' जल के लिए केशिकीय उन्नयन h से कम है।

सावधानियाँ

1. एक बार साफ़ कर लेने के पश्चात् बीकर के अंदर का भाग तथा केशनली का वह भाग जो बीकर के विलयन में डूबा रहता है, हाथ से नहीं छूना चाहिए। इससे हाथों की ग्रीज़ के संदूषण से बचा जा सकता है।
2. केशनली के अंदर के भाग को अच्छी प्रकार गीला करने के लिए इसे पहले जल में नीचे तक ले जाना चाहिए और तब ऊपर उठाकर निश्चित स्थान पर कस देना चाहिए। विकल्पत: बीकर को ऊपर उठाया जा सकता है और फिर उसे नीचे रखा जाना चाहिए।

त्रुटि के स्रोत

1. द्रव के पृष्ठ तथा साथ ही केशनली के संदूषण को पूरी तरह समाप्त नहीं किया जा सकता।
2. हो सकता है, नली का शीर्ष खुला न हो तथा उसमें कुछ रुकावट हो।

परिचर्चा

क्या आप ऐसे पदार्थों के बारे में सोच सकते हैं, जिनमें द्रव के पृष्ठ तनाव को बढ़ाने का गुण होता है? यदि हाँ, तो ये क्या हैं?

[**संकेत**– कुछ बहुलक पदार्थ ऐसे हैं जो जल के पृष्ठ तनाव को बढ़ा सकते हैं। ऐसे पदार्थों को जलरागी कहा जाता है। इनका बड़े पैमाने पर कम शक्ति खर्च करके भूतल से खनिज तेल को निकालने के लिए प्रयोग किया जाता है।]

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 12

उद्देश्य

किसी द्रव की ऊष्मा हानि दर को प्रभावित करने वाले कारकों का अध्ययन करना।

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

ताँबे के दो कैलोरीमीटर जिनमें एक छोटा और एक बड़ा हो; ताँबे के एक ही साइज़ के दो कैलोरीमीटर जिनमें से एक काला पुता हुआ तथा दूसरा अत्यंत पॉलिशदार, एक ही साइज़ के दो गिलास जिनमें एक धातु का तथा दूसरा प्लास्टिक का, - 10°C से 110°C परिसर के 0.5°C अल्पतमांक के दो थर्मामीटर, विराम घड़ी, कैलोरीमीटरों के लिए गत्ते के ढक्कन, 2 स्टैंड, जल गरम करने के लिए एक बर्तन, मापक सिलिंडर तथा प्लास्टिक का एक मग।

सिद्धांत

गर्म पिंड जब भी ठंडे परिवेश में रखे जाते हैं, तो वे ठंडे होते हैं।

ऊष्मा हानि की दर होती है $\frac{dQ}{dt}$

Q = द्रव्यमान × विशिष्ट ऊष्मा (s) × ताप (θ) = $ms\theta$

$$\frac{dQ}{dt} = ms\frac{d\theta}{dt}$$

अत: ऊष्मा हानि की दर ताप परिवर्तन की दर के अनुक्रमानुपाती होती है।

किसी पिंड की ऊष्मा हानि दर निम्न कारकों पर निर्भर करती है।

(a) गर्म पिंड तथा उसके परिवेश में तापान्तर।

(b) ऊष्मा का ह्रास करने वाले पृष्ठ का क्षेत्रफल।

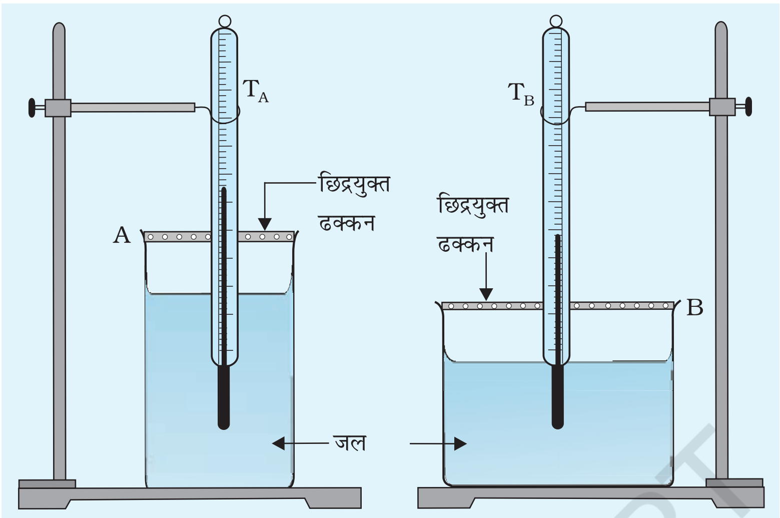
(c) ऊष्मा का ह्रास करने वाले पृष्ठ की प्रकृति।

(d) बर्तन का पदार्थ।

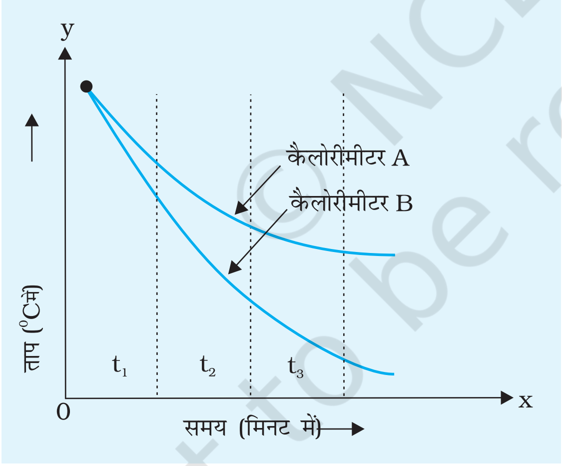
© NCERT not to be republished

कार्यविधि

(A) ऊष्मा की हानि की दर पर पृष्ठ के क्षेत्रफल का प्रभाव।



चित्र A 12.1 *शीतलन की दर पर पृष्ठ के क्षेत्रफल के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए प्रायोगिक व्यवस्था*



चित्र A 12.2 *कैलोरीमीटर A तथा B में जल के शीतलन के लिए शीतलन ग्राफ़। कैलोरीमीटर A की अपेक्षा कैलोरीमीटर B का पृष्ठ क्षेत्रफल अधिक है*

1. दोनों थर्मामीटरों (T_A तथा T_B) की अल्पतमांक नोट कीजिए। कमरे का ताप भी नोट कीजिए।
2. बड़ा (A) तथा छोटा (B) कैलोरीमीटर लीजिए।
3. एक बर्तन में जल को लगभग 80 °C तक गरम कीजिए (जल को उबालने की आवश्यकता नहीं है)।
4. प्लास्टिक के मग की सहायता से प्लास्टिक के मापक सिलिंडर में 100 mL गर्म जल लीजिए। कैलोरीमीटर (A) तथा कैलोरीमीटर (B), प्रत्येक में 100 mL गर्म जल डालिए। इसे कम-से-कम समय नष्ट करके सावधानीपूर्वक करना चाहिए।
5. दोनों कैलोरीमीटर में थर्मामीटर T_A तथा T_B लगाइए। थर्मामीटरों को ऊर्ध्वाधर रखने के लिए स्टैंडों का उपयोग कीजिए। यह भी सुनिश्चित कीजिए कि थर्मामीटर के बल्ब कैलोरीमीटरों में गर्म जल के अंदर डूबे हैं (चित्र A 12.1)।
6. दोनों कैलोरीमीटरों में 1 मिनट के अंतराल पर जल का ताप नोट कीजिए जब तक कि कैलोरीमीटर में जल का ताप कमरे के ताप से लगभग 40–30°C ऊपर न रह जाए और इसके उपरांत 2 मिनट के अंतराल पर ताप नोट कीजिए जब तक कि गर्म जल का ताप कमरे के ताप से लगभग 20–10°C ऊपर न रह जाए।
7. अपने प्रेक्षणों को सारिणी A 12.1 में अंकित कीजिए। एक ही ग्राफ़ पेपर पर दोनों कैलोरीमीटरों के लिए θ_A तथा समय और θ_B तथा समय के बीच ग्राफ़ खींचिए (चित्र A 12.2)।
8. 5 मिनट के अंतराल पर θ विरुद्ध t ग्राफ़ के ढाल को ज्ञात कीजिए।

© NCERT not to be republished

प्रेक्षण

थर्मामीटर की अल्पतमांक = ... °C

कमरे का ताप = ... °C

सारणी A 12.1– शीतलन की दर पर पृष्ठ के क्षेत्रफल का प्रभाव

	कैलोरीमीटर A (बड़ा)			कैलोरीमीटर B (छोटा)	
क्रम संख्या	समय	ताप θ_A	क्रम संख्या	समय	ताप θ_B

B. द्रव के शीतलन की दर पर बर्तन के पृष्ठ की प्रकृति का प्रभाव

1. दो एक जैसे छोटे कैलोरीमीटर उपयोग कीजिए जिनमें एक का पृष्ठ काला (A) तथा दूसरे का पृष्ठ अत्यंत पॉलिशदार (सफ़ेद) (B) हो।
2. भाग A की भाँति चरणों 3 से 8 को दोहराइए। अपने प्रेक्षणों को सारिणी A 12.2 में रिकॉर्ड कीजिए।

सारणी 12.2– शीतलन की दर पर पृष्ठ की प्रकृति का प्रभाव

	काला कैलोरीमीटर (A)			सफ़ेद कैलोरीमीटर (B)	
क्रम संख्या	समय	ताप θ_A	क्रम संख्या	समय	ताप θ_B

C. द्रव के शीतलन की दर पर बर्तन के पदार्थ का प्रभाव

1. कैलोरीमीटर के स्थान पर धातु का गिलास (A) तथा प्लास्टिक का गिलास (B) उपयोग कीजिए।
2. भाग A की भांति चरणों 3 से 8 को दोहराइए तथा अपने प्रेक्षणों को सारणी A 12.2 के समान सारिणी में रिकॉर्ड कीजिए।

03/05/2018

not to be republished © NCERT

परिणाम

तीन ग्राफ़ पेपरों पर आलेखित छः ग्राफ़ों से निम्नलिखित को पूरा कीजिए:

1. बड़े कैलोरीमीटर में शीतलन दर ...^{0}C/min है, जो छोटे कैलोरीमीटर शीतलन की दर की अपेक्षा ... है।
2. शीतलन की न्यूनतम दर ... ^{0}C/min है, जो कैलोरीमीटर में प्रयोग के भाग A, B, C में प्रेक्षित की गई।
3. समान ताप तक गर्म किए जाने पर समान समय में सफ़ेद या पॉलिश किए हुए पृष्ठ की अपेक्षा काले पृष्ठ ... ऊष्मा विकिरित करते हैं।
4. प्लास्टिक के मगों में चाय पीने को वरीयता दी जाती है, क्योंकि उनमें द्रव के शीतलन की दर ... होती है।

सावधानियाँ

1. θ_A, θ_B तथा समय का अंकन एक साथ करना होता है। इसलिए उपकरण को इस प्रकार लगाना चाहिए कि दोनों थर्मामीटरों को जल्दी से एक ही समय पर देखा जा सके।
2. यह सुनिश्चित करने के लिए ऊष्मा का ह्रास (शीतलन का होना) केवल कैलोरीमीटर के पृष्ठ से हो, कैलोरीमीटर में गत्ते का एक ढक्कन रख देना चाहिए।
3. विभिन्न प्रयोगों को वायु तथा ताप की समान दशाओं में करना चाहिए जिससे कि परिवेश का प्रभाव शीतलन की दर तथा उसे प्रभावित करने वाले कारकों पर कम-से-कम पड़े।

परिचर्चा

1. गर्मियों में शीतलन की दर जाड़ों की अपेक्षा कम होती है। अपने उत्तर के लिए एक कारण बताइए।
2. चाय को अधिक समय तक गर्म रखने के लिए धातु की केतलियों को प्राय: पॉलिश किया जाता है।
3. जब द्रव का ताप कमरे के ताप के निकट है तो शीतलन की दर कम क्यों हो जाती है?

सुझाए गए अतिरिक्त प्रयोग/क्रियाकलाप

1. थर्मोकोल के फेंकने योग्य चाय के गिलासों की प्रभावशीलता की तुलना काँच के गिलास से कीजिए।
2. चीनी मिट्टी की चायदानी तथा स्टेनलेस स्टील की चायदानी में रखी चाय के शीतलन की दर का अध्ययन कीजिए।
3. किसी प्याले तथा एक प्लेट में रखी चाय के शीतलन की दर की तुलना कीजिए।

© NCERT not to be republished

क्रियाकलाप 13

उद्देश्य

किसी एक सिरे पर कसकर क्लैंप किए गए मीटर स्केल पर भार (लोड) के कारण अवनमन के प्रभाव का अध्ययन करना जबकि स्केल को (i) सिरे पर भारित किया गया है, (ii) मध्य में भारित किया गया है।

A. सिरे पर भारित मीटर स्केल का बंकन

उपकरण तथा आवश्यक सामग्री

मीटर स्केल (अथवा लकड़ी की 1 मीटर लंबी पट्टी), धागा, हैंगर सहित खाँचेदार भार (10g, 20g, 50g, 100g), ऊर्ध्वाधरतः अवनमन मापने के लिए एक अन्य अंशांकित स्केल, ऑलपिन, सेलोटेप, क्लैंप।

सिद्धांत

एक सिरे पर क्लैंप किए गए तथा स्वतंत्र सिरे पर लोड M (भार Mg) से भारित `L' लंबाई के किसी कैंटीलीवर में अवनमन 'y' निम्न संबंध से प्राप्त होता है–

$$y = \frac{MgL^3}{3Y(bd^3/12)}$$

जहाँ L, b तथा d आयताकार कैंटीलीवर की लंबाई, चौड़ाई तथा मोटाई हैं।

अथवा $y = \dfrac{4\,Mg.L^3}{Y\,bd^3}$

जहाँ Y छड़ के पदार्थ का यंग प्रत्यास्थता गुणांक है।

इस दशा में कैंटीलीवर के दूसरे सिरे पर लटके भार (लोड) में परिवर्तन से होने वाले अवनमन 'y' की मापों को लिया जाता है। अवनमन में लोड के साथ विचरण के रेखीय होने की अपेक्षा की जाती है।

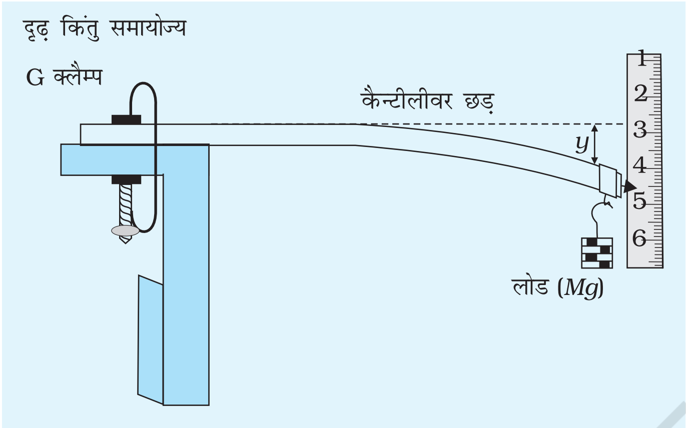
कार्यविधि

1. चित्र A 13.1 के अनुसार मीटर स्केल को मेज की एक कोर (किनारे) से कसकर क्लैंप कीजिए। सुनिश्चित कीजिए कि स्केल की लंबाई तथा चौड़ाई क्षैतिज तल में हों तथा स्केल की लंबाई का 90 cm भाग मेज से बाहर को प्रक्षेपित हो। स्केल के स्वतंत्र सिरे पर टेप की सहायता से एक आलपिन इस प्रकार लगाइए कि वह न केवल स्केल की

© NCERT not to be republished

लंबाई के अनुदिश हो, वरन् उसका नुकीला सिरा बाहर की ओर प्रक्षेपित हो। पिन का सिरा संकेतक के रूप में उपयोग किया जाता है।

2. क्लैंप किए गए मीटर स्केल के स्वतंत्र सिरे के निकट किसी अंशांकित स्केल को ऊर्ध्वाधर लगाइए तथा इस ऊर्ध्वाधर स्केल का अल्पतमांक नोट कीजिए। यह सुनिश्चित कीजिए कि संकेतक पिन 'p' का नुकीला सिरा ऊर्ध्वाधर स्केल के अंशांकनों के ठीक ऊपर है, परंतु उसे स्पर्श नहीं करता।



चित्र A 13.1 किसी मीटर स्केल (कैंटीलीवर के रूप में) के स्वतंत्र सिरे को भारित करने पर उसके अवनमन का अध्ययन करने के लिए प्रायोगिक व्यवस्था

3. जब मीटर स्केल कैंटीलीवर पर कोई लोड न हो, तो संकेतक 'p' का पाठ्यांक नोट कीजिए।

4. कैंटीलीवर के सिरे को अवनमित करने के लिए खाँचेदार भार रखने के लिए ज्ञात भार के हैंगर को लटकाइए।

5. ऊर्ध्वाधर स्केल पर संकेतक को पढ़िए तथा प्रेक्षण को अंकित कीजिए।

6. हैंगर पर 20 g के द्रव्यमानों को रखते जाइए तथा प्रत्येक बार जब यह कंपन करना बंद कर दे, तो संकेतक के माप को अंकित कीजिए।

7. बढ़ते हुए लोड के साथ 6-7 प्रेक्षण लेने के पश्चात् खाँचेदार भारों को धीरे-धीरे एक-एक करके हटाइए तथा इन्हें उतारते समय मापों को अंकित कीजिए।

8. अवनमन तथा लोड के बीच ग्राफ़ आलेखित कीजिए।

प्रेक्षण

कैंटीलीवर की लंबाई L = ... cm

कैंटीलीवर के मीटर स्केल की चौड़ाई b = ... cm

मीटर स्केल की मोटाई d = ... cm

बगैर लोड के कैंटीलीवर के स्वतंत्र सिरे की माप, l_0=... cm

© NCERT not to be republished

सारणी A 13.1 – भार के कारण कैंटीलीवर का अवनमन

क्रम संख्या	लोड M (g)	कैंटीलीवर के स्वतंत्र सिरे की माप			अवनमन $y = l_m - l_o$
		l_1 (cm) जब लोड बढ़ रहा है।	l_2 (cm) जब लोड घट रहा है।	औसत $l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$ (cm)	
1		-	-		
2					
3					
4					
5					
6					
7					

परिणाम

अवनमन 'y' लोड M के अनुक्रमानुपाती है।

सावधानियाँ

1. मीटर स्केल का एक सिरा दृढ़तापूर्वक क्लैंप होना चाहिए।
2. खाँचेदार बाटों को रखते समय तथा उतारते समय यह ध्यान रखना चाहिए कि कैंटीलीवर विक्षुब्ध न हो।
3. ऊर्ध्वाधर स्केल संकेतक के निकट होना चाहिए, ताकि वह आसानी से गति कर सके।

त्रुटि के स्रोत

1. छड़ को प्रत्यास्थता सीमा से परे भारित नहीं करना चाहिए। (इसकी जाँच मीटर स्केल कैंटीलीवर पर बगैर कोई लोड रखे प्रारंभ की माप तथा अधिकतम लटकाए गए लोड को हटा लेने के पश्चात् अंतिम माप की तुलना करके की जा सकती है)।
2. माप अंकित करते समय छड़ में किसी प्रकार की कंपन गति नहीं होनी चाहिए।
3. प्रेक्षण लेते समय आँख ऑलपिन की नोक तथा मीटर स्केल के लंबवत् होनी चाहिए।
4. द्रव्यमानों को हटाते समय प्रेक्षणों को दोहराना चाहिए।

B. मीटर स्केल को मध्य में लोड करने पर अवनमन

उपकरण तथा सामग्री

मीटर स्केल, मीटर स्केल को टिकाने के लिए दो फ़न्नियाँ, धागा, खाँचेदार भार (प्रत्येक 200 ग्राम), खाँचेदार भारों के लिए हैंगर, स्केल को ऊर्ध्वाधर रखने के लिए स्टैंड के साथ एक अन्य मीटर स्केल, एक समतल दर्पण, एक संकेतक तथा प्लास्टीसीन।

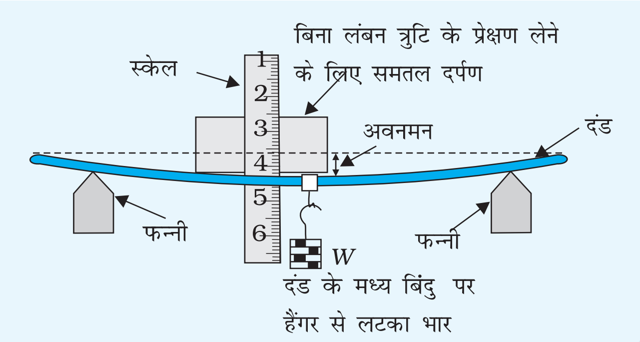
© NCERT not to be republished

युक्ति का वर्णन

चित्र A 13.2 प्रायोगिक व्यवस्था को दर्शाता है। एक क्षैतिज मीटर स्केल दो फन्नियों पर टिका है। लोड लगाने के लिए मीटर स्केल के मध्य में एक हैंगर लगाया गया है। अवनमन को मापने के लिए मध्य बिंदु पर एक संकेतक रखा गया है। क्षैतिज मीटर स्केल के पीछे एक अन्य अंशाकित स्केल (अल्पतमांक 1mm) जिसमें समतल दर्पण की एक पट्टी जड़ी है, किसी स्टैंड में ऊर्ध्वाधर स्थिति में लगाया गया है।

सिद्धांत

मान लीजिए चित्र के अनुसार दो सिरों पर टिकी कोई दंड (बीम) मध्य में भारित की जाती है। लंबाई 'L', चौड़ाई 'b' तथा मोटाई 'd' की कोई छड़ लोड 'W' से केंद्र पर भारित की जाती है, तो इसमें होने वाला अवनमन होगा:



चित्र A 13.2 किसी दंड के मध्यबिंदु से लटके भार के कारण उसमें होनेवाले अवनमन का अध्ययन करने के लिए प्रायोगिक व्यवस्था।

$$y = \frac{W l^3}{4 b d^3 Y}$$

जहाँ 'Y' छड़/दंड के पदार्थ का यंग प्रत्यास्थता गुणांक है। लोड $W, = mg$, जहाँ 'm' बाटों सहित हैंगर का द्रव्यमान है।

अवनमन 'y' लोड के अनुक्रमानुपाती है।

कार्यविधि

1. मीटर स्केल को दो फन्नियों पर इस प्रकार रखिए कि इसकी कुछ लंबाई (5–10 cm) दोनों ओर बाहर की तरफ प्रक्षेपित रहे।
2. स्केल के बीच में धागे का एक लूप इस प्रकार बाँधिए कि खाँचेदार बाट सहित हैंगर इस पर लटकाया जा सके। सुनिश्चित कीजिए कि धागा स्केल से कस कर बँधा हो और यह खिसक न पाए।
3. दंड की भाँति उपयोग किए गए मीटर स्केल के पीछे एक अंशाकित स्केल (अल्पतमांक 1mm) ऊर्ध्वाधर रखिए। पाठ्यांक नोट करने को सुगम बनाने के लिए ऊर्ध्वाधर स्केल को मीटर स्केल के दूसरी ओर रखा जाना चाहिए। हैंगर में एक ऑलपिन इस प्रकार लगाइए कि उसकी नोक 0.1 cm अंशांकन वाले ऊर्ध्वाधर स्केल के सिरे के सन्निकट हो।
4. 200 g का हैंगर लटकाइए तथा हैंगर से जड़े संकेतक की स्थिति अंकित कीजिए।

   लंबन दूर करने के लिए ऊर्ध्वाधर स्केल पर एक समतल दर्पण की पट्टी कसकर लगाइए।
5. 200 g के खाँचेदार द्रव्यमानों को क्रमवार हैंगर पर लगाते जाइए तथा प्रत्येक बार संकेतक की स्थिति को अंकित कीजिए।
6. लगभग 6 प्रेक्षण लीजिए।

© NCERT not to be republished

7. अब 200g के द्रव्यमानों को एक-एक करके हटाइए तथा इन्हें उतारते समय प्रत्येक बार संकेतक की स्थिति को अंकित करते जाइए।
8. M ग्राम लोड के लिए अवनमन ज्ञात करके प्रति इकाई लोड के लिए अवनमन परिकलित कीजिए।
9. अवनमन y के मानों के सापेक्ष लोड के संगत मानों के बीच ग्राफ़ आलेखित कीजिए तथा परिणामों की व्याख्या कीजिए।

प्रेक्षण

दंड की चौड़ाई, b =

दंड की मोटाई, d =

फन्नियों के बीच दंड की लंबाई, L =

सारणी A 13.2– विभिन्न लोडों के लिए दंड के अवनमन

क्रम संख्या	लोड M (g)	कैंटीलीवर के केंद्र की माप: बढ़ता हुआ लोड r_1' (cm)	कैंटीलीवर के केंद्र की माप: घटता हुआ लोड r_2' (cm)	कैंटीलीवर के केंद्र की माप: औसत लोड $r = \frac{r_1' + r_2'}{2}$ (cm)	लोड M (g) के लिए अवनमन y (cm)	प्रति इकाई लोड के लिए अवनमन y/M (cm/g)	औसत y/M (cm/g)
1	0			r_0	0		
2	200			r_1	$r_1 - r_0$		
3	400			r_2	$r_2 - r_0$		
4							
5							
6							

परिणाम

मध्य में दंड का अवनमन ... mm/g है। अवनमन 'y' लोड M के अनुक्रमानुपाती है।

त्रुटि के स्रोत

1. दंड को प्रत्यास्थता सीमा से परे भारित नहीं करना चाहिए।
2. माप अंकित करते समय छड़ में किसी प्रकार की कंपन गति नहीं होनी चाहिए।

© NCERT not to be republished

3. प्रेक्षण लेते समय आँख संकेतक के शीर्ष तथा मीटर स्केल के लंबवत् होनी चाहिए।
4. दंड उसकी पूरी लंबाई के अनुदिश एकसमान मोटाई तथा घनत्व का होना चाहिए।
5. प्रयोग किए जाने वाले द्रव्यमान, उन पर उल्लिखित मानों के अनुसार मानक होने चाहिए।

सावधानियाँ

1. दंड क्षुर धारों पर सम्मित होनी चाहिए।
2. खाँचेदार बाटों को रखते समय तथा उतारते समय यह ध्यान रखना चाहिए कि केंद्र बिंदु विक्षुब्ध न हो।
3. यह ध्यान रखें कि लंबन त्रुटि के विलोपन के लिए उपयोग की जाने वाली दर्पण की पट्टी प्रायोगिक व्यवस्था में बाधा न डालें।

© NCERT not to be republished