प्रयोग सं. 6

उद्देश्य – **शीतलन वक्र खींच कर गर्म वस्तु के ताप तथा समय के मध्य संबंध का अध्ययन करना।**

उपकरण एवं सामग्री – न्यूटन के शीतलन नियम का उपकरण , दो तापमापी, विराम घड़ी, गर्म पानी।

उपकरण का वर्णन– यह लकड़ी का दोहरी दीवार वाला आयताकार पात्र है। दोहरी दीवारों के मध्य पानी का प्रवाह वातावरण के ताप को नियत रखने के लिए किया जाता है। पात्र के अंदर तांबे का एक केलोरीमीटर नुकीले लकड़ी के टुकड़ों (थर्मोकॉल) पर रखा जाता है। उपकरण के कुचालक ढ़क्कन में थर्मामीटर व विलोडक हेतु छिद्र बने होते है।

सिद्धान्त – न्यूटन के शीतलन के नियम से "जब किसी गर्म वस्तु तथा उसके वातावरण के मध्य तापांतर कम हो तो, वस्तु के ठण्डे होने की दर, वस्तु तथा वातावरण के तापान्तर के समानुपाती होती है।" अर्थात्–

ठण्डे होने की दर $\propto$ तापान्तर

यदि m द्रव्यमान व s विशिष्ट ऊष्मा की वस्तु का ताप θ तथा वातावरण का ताप θ_0, वस्तु के द्वारा dQ ऊष्मा ह्रास (दी गई) अल्प समय dt में है तो वस्तु के शीतलन की दर $\frac{dQ}{dt}$ होगी। न्यूटन के शीतलन

नियम से $\propto -(\theta-\theta_0)$

या $= -k(\theta-\theta_0)$ ...(1)

परन्तु $= ms$ $\frac{dQ}{dt}$ $\int \frac{d\theta}{(\theta-\theta_0)} = k'$ ...(2)

समी. (1) व (2) से ms $= -k(\theta-\theta_0)$

या $= -$ $(\theta-\theta_0)$ ...(3)

यहाँ k एक समानुपाती नियतांक है। ऋणात्मक चिन्ह यह बताता है कि समय के साथ ताप गिरने की दर घटती है।

समी. (3) = नियतांक रखने पर

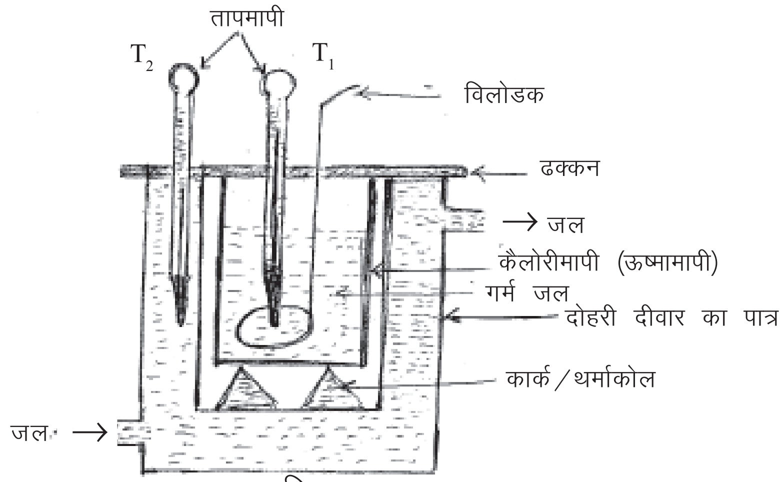
$d\theta = -k'(\theta-\theta_0)\,dt$ दोनों पक्षों का समाकलन करने पर

$= -k'\int dt$

या $ln(\theta-\theta_0) = \log_e(\theta-\theta_0) = k't + c$

या $ln(\theta-\theta_0) = 2.303\log_{10}(\theta-\theta_0) = k't + c$ ...(4)

समी. (4) व्यक्त करता है कि $\log_{10}(\theta-\theta_0)$ व समय t में ग्राफ एक सरल रेखा होगी जिसका ढाल ऋणात्मक है।



चित्र–1

विधि –

(1) तापमापी T_1 व T_2 का लघुत्तममाप ज्ञात करके नोट करें।

(2) विराम घड़ी का लघुत्तम माप ज्ञात कर नोट करें।

(3) दोहरी दीवार के पात्र में चित्रानुसार पानी (कमरे के ताप पर) प्रवाहित करते हैं जिसका ताप, तापमापी T_2 द्वारा नोट करते हैं। यही कमरे (वातावरण) का ताप θ_0 है।

(4) कमरे के ताप से लगभग 30ºC अधिक ताप तक पानी गर्म करके कैलोरी मापी में भाग से अधिक लेते हैं। इस कैलोरी मापी को दोहरी दीवार के पात्र में रखकर विलोडक से हिलाते हैं।

(5) विराम घड़ी शुरू कर तापमापी T_1 से $\frac{\theta_1+\theta_2}{2}$ ताप प्रत्येक मिनट बाद नोट करे। विलोडक से पानी को धीरे–धीरे निरंतर हिलाते है एवं तापमापी T_1 से ताप नोट करते हैं। अंत में ताप प्रत्येक एक मिनट बाद व इसके बाद दो–दो मिनट बाद ताप नोट करें।

(6) ये सभी पाठ्यांक सारिणी में नोट करें। तापान्तर (तापाधिक्य = $\theta-\theta_0$) एवं $\log_{10}(\theta-\theta_0)$ भी प्रत्येक पाठ्यांक के लिए ज्ञात करें।

(7) X - अक्ष पर समय (मिनट में) व Y - अक्ष पर तापान्तर ($\theta-\theta_0$) लेकर ग्राफ खीचें। जो चित्र 2 (a) के अनुसार होगा।

प्रेक्षण – तापमापी T_1 व T_2 का अल्पतमांक = ...ºC

विराम घड़ी का अल्पतमांक = ... सेकण्ड

T_2 तापमापी द्वारा मापा गया प्रा. ताप θ_1 = ..ºC व अंतिमताप θ_2 = ...ºC

प्रवाहित पानी (वातावरण) का माध्यताप θ_0 = = ...ºC

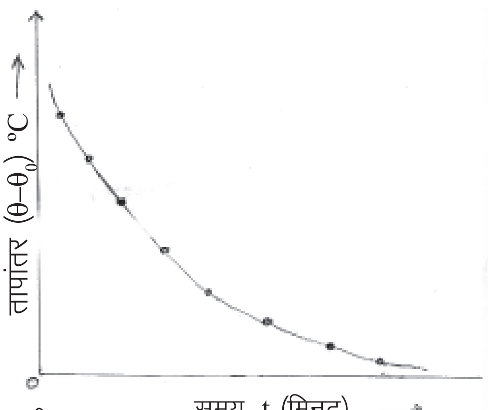
सारिणी –

क्रम संख्या	समय t (मिनट)	गर्म पानी का ताप T_1 से	तापांतर $(\theta-\theta_0)$ °C	समय t (सेकण्ड में)	$\log_{10}(\theta-\theta_0)$
1.	.........मिनट	.......°C	........°C	.........से.	....
2.	.........मिनट	.......°C	........°C	.........से.	....
.	....	....	....	....	....
.	....	....	....	....	....
.	....	....	....	....	....
20.	.........मिनट	.......°C	........°C	.........से.	....

गणना – (1) तापांतर = $(\theta-\theta_0)$ की गणना करें।

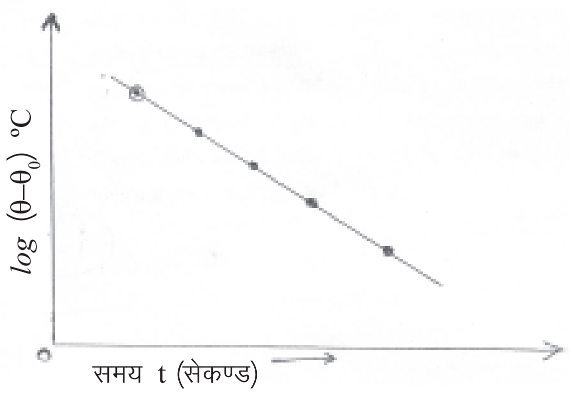
(2) लघुगुणक सारिणी से $\log_{10}(\theta-\theta_0)$ का मान नोट करे।

(3) तापांतर $(\theta-\theta_0)$ °C व समय t (मिनट) में ग्राफ बनावें। इस ग्राफ को शीतलन वक्र कहते हैं।



शीतलन वक्र

चित्र 2 (a)



चित्र 2 (b)

(4) $\log_{10}(\theta-\theta_0)$ को Y - अक्ष व समय t (सेकण्ड) को X- अक्ष पर लेकर ग्राफ बनावें।

परिणाम – (1) शीतलन वक्र चित्रानुसार एक चर घातांकी क्षय वक्र प्राप्त होता है।

(2) तापाधिक्य के लघुगुणक $\log_{10}(\theta-\theta_0)$ एवं समय (t) के मध्य ऋणात्मक ढाल की सरल रेखा प्राप्त होती है। चित्र 2 (b)

सावधानियाँ– (1) कैलोरीमापी के जल को विलोडक से धीरे–धीरे निरंतर हिलाते रहना चाहिये।

(2) दोहरी दीवार वाले पात्र में कमरे के ताप के समान ताप वाला जल प्रवाहित करना चाहिये।

(3) गर्म जल का ताप वातावरण के ताप से लगभग 30°C अधिक होना चाहिये।

(4) कैलोरीमापी किसी कुचालक आवरण से ढका होना चाहिये।

(5) चालन व संवहन द्वारा ऊष्मा की हानि को रोकना चाहिये।

(6) कैलोरीमापी की बाहरी सतह काले रंग से पुती होनी चाहिये।

संभावित त्रुटि –(1) चालन तथा संवहन द्वारा ऊष्मा की हानि हो सकती है।

(2) समय (t) व ताप (θ) को एक ही समय में नोट करने में त्रुटि हो सकती है। अतः इसमें विशेष सर्तकता रखनी है।

(3) तापमापी T_1 को लगाने का छिद्र वायुरोधी हो जिससे ऊष्मा का उससे ह्रास न हो।

मौखिक प्रश्न

1. न्यूटन का शीतलन नियम क्या है ?

उ. किसी गर्म वस्तु के ठण्डे होने की दर उस वस्तु तथा वातवरण के तापांतर के समानुपाती होती है जबकि वस्तु एवं वातावरण के बीच तापांतर कम हो।

2. न्यूटन का शीतलन नियम किन–किन परिस्थितियों में लागू होता है?

उ. (1) वस्तु से ऊष्मा की हानि केवल विकिरण द्वारा होनी चाहिये।

(2) वस्तु तथा वातावरण का तापांतर लगभग 30ºC होना चाहिये।

3. यदि तापांतर अधिक हो तो कौनसा नियम लागू होता है?

उ. स्टीफन–बोल्ट्जमैन का नियम।

4. विकिरण द्वारा ऊष्मा की हानि को बढ़ाने के लिए क्या करना चाहिये?

उ. कैलोरी मापी की बाहरी सतह को काला कर देना चाहिये।

5. ठण्डे होने की दर से आप क्या समझते हैं?

उ. वस्तु के ताप में प्रति सेकण्ड कमी, को ठण्डे होने की दर कहते हैं।

6. ठण्डे होन की दर तथा ऊष्मा ह्रास की दर में क्या संबंध है?

उ. वस्तु के ठण्डे होने की दर = $\frac{\text{ऊष्मा ह्रास की दर}}{\text{वस्तु की ऊष्मा धारिता}}$

7. शीतलन के नियम को गणितीय रूप में कैसे व्यक्त कर सकते हैं?

उ. $\frac{d\theta}{dt} \propto -(\theta-\theta_0)$

8. किसी तप्त वस्तु ऊष्मा हानि की दर किन–किन बातों पर निर्भर करती है?

उ. वस्तु से ऊष्मा हानि की दर, उसके पृष्ठ के क्षेत्रफल, प्रकृति तथा वस्तु के समीपवर्ती माध्यम से तापांतर पर निर्भर करती है।

9. किसी तप्त द्रव की ऊष्मा हानि की दर तथा ठण्डा होने की दर में क्या अंतर है?

उ. एकांक समय में ऊष्मीय ऊर्जा में कमी की दर को ऊष्मा हानि की दर कहते हैं। ताप गिरने की दर को ठण्डा होने की दर कहते हैं।

10. ताप नोट करते समय पानी को निरंतर हिलाते क्यों है?

उ. जिससे कि कैलोरीमापी में रखे सम्पूर्ण जल का ताप सभी स्थानों पर समान हो।

11. पात्र की दोहरी दीवार के बीच जल क्यों प्रवाहित करते हैं?

उ. समीपवर्ती माध्यम (वातावरण) का ताप स्थिर बनाये रखने के लिए।

12. $\log_{10}(\theta-\theta_0)$ और t के मध्य ग्राफ कैसा होता है?

उ. प्राप्त ग्राफ एक सरल रेखा होता है जिसका ढाल ऋणात्मक होता है।

13. स्टीफन का नियम क्या है?

उ. किसी कृष्ण पृष्ठ के एकांक क्षेत्रफल से प्रतिसेकण्ड विकिरित होने वाली ऊष्मा उस वस्तु के परम ताप के चतुर्थ घात के समानुपाती होती है। अर्थात् $E \propto T^4$ या $E = \sigma T^4$

14. आदर्श कृष्णिका से आप क्या समझते हैं?

उ. वह पिण्ड जो कि ठण्डी अवस्था में उस पर आपतित सभी तरंगदैर्ध्य के विकिरणों को अवशोषण कर लेता हैं, उसे आदर्श कृष्णिका कहते है।

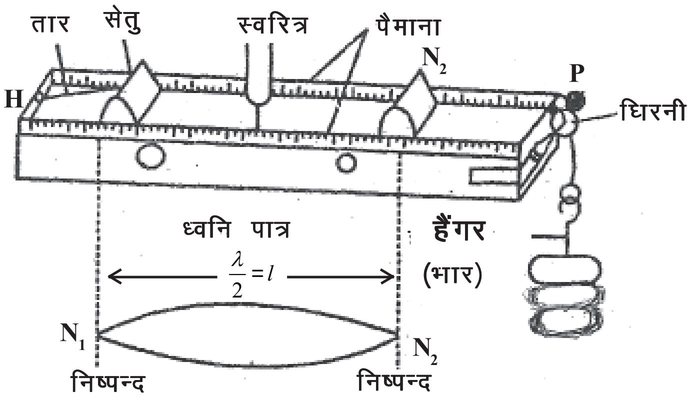
प्रयोग सं. 7 (i)

उद्देश्य – स्वरमापी की सहायता से स्थिर तनाव के अधीन तार की आवृति (n) तथा लम्बाई ( ) के बीच संबंध का अध्ययन करना।

उपकरण एवं सामग्री – स्वरमापी, भिन्न–भिन्न आवृति के द्विभुज स्वरित्र, रबर पेड, राइडर, मीटर स्केल, बाट (हेंगर सहित), दो सेतु।

स्वरमापी – कम्पित तंतु के कम्पन का अध्ययन हेतु जिस उपकरण का उपयोग होता है उसे स्वरमापी कहते हैं।

यह एक मुलायम लकड़ी का बना खोखला आयताकार बॉक्सनुमा होता है जिसकी साइड की दीवारों में दो गोल छिद्र होते हैं। इसी कारण इस बॉक्स को ध्वनि बॉक्स या अनुनाद बॉक्स कहते हैं। इस ध्वनि बॉक्स की ऊपरी सतह के एक किनारे पर स्थित हुक से एक लम्बा पतला धातु का तार बंधा होता है। इस तार का दूसरा सिरा घर्षण रहित घिरनी पर होता हुआ हैंगर से बंधा रहता है। इस बॉक्स पर दो सेतु लगे होते हैं। तार के हेंगर पर भार द्वारा इन दोनों सेतुओं के बीच तार को तनावयुक्त रखता है। इस सेतु को इधर–उधर बॉक्स पर चलाकर कम्पित तार की लम्बाई बदली जाती है। सेतुओं के बीच की दूरी ध्वनि बॉक्स पर लगे मीटर पैमाने से ज्ञात की जाती है। स्वरमापी की सहायता से स्वरित्र की आवृत्ति अनुनाद विधि से ज्ञात की जाती है। अर्थात् अनुनाद की अवस्था में तार की आवृति = स्वरित्र की आवृति।



सिद्धांत – जब कोई तना हुआ तार मूल स्वर में कम्पन करता है, तो उसकी आवृत्ति–

$$n = \frac{1}{2\ell}\sqrt{\frac{T}{m}} \qquad \text{......(1)}$$

परन्तु $T = Mg$

$$\therefore \qquad n = \frac{1}{2\ell}\sqrt{\frac{Mg}{m}}$$

M = हेंगर एवं लटकाया गया द्रव्यमान = तार पर लटकाया गया कुल द्रव्यमान

g = गुरूत्वीय त्वरण

ℓ = तार की अनुनादित लम्बाई

m = तार की एकांक लम्बाई का द्रव्यमान

n = तार की कम्पन आवृति

स्वरमापी के तार की लम्बाई में परिवर्तन कर उसे दिये हुए स्वरित्र के साथ अनुनादित किया जाता है। जब स्वरित्र की आवृति और तार की मूल आवृति बराबर हो जाती है तो यह अनुनाद की अवस्था कहलाती है। अतः अनुनाद की प्रथम स्थिति में स्वरित्र की आवृति = अनुनादी तार की आवृति

या

यहाँ M तार के सिरे से लटके हुए हैंगर और बाटों का द्रव्यमान एवं तार की इकाई लम्बाई का द्रव्यमान m स्थिर रहे तो

$$n \,\alpha\, \frac{1}{\ell}$$ यह लम्बाई का नियम है

जिसके अनुसार ''यदि तार पर तनाव T व उसकी इकाई लम्बाई का द्रव्यमान m नियत हो तो तार के अनुप्रस्थ कम्पन की आवृति उसकी लम्बाई के प्रतिलोमानुपाती होती है।''

विधि –

1. सर्वप्रथम ज्ञात एकांक लम्बाई द्रव्यमान m का लगभग डेढ़ मीटर लम्बा एक तार लेकर उसका एक सिरा स्वरमापी पर लगे हुके से व दूसरा सिरा घर्षण रहित (न्यूनतम घर्षण वाली) घिरनी से होते हुए हैंगर से सम्बन्धित करते हैं।
2. हैंगर पर कुछ बाट रखते हैं, जिससे तार में तनाव उत्पन्न हो। अनुनाद बॉक्स पर रखे हुए सेतुओं को निकट लाकर उनके मध्य तार पर राइडर R को रखते हैं।
3. ज्ञात आवृति के स्वरित्र को रबर के पैड से टकरा कर कम्पित कराते हैं और उसे राइडर के समीप अनुनाद बॉक्स पर धीरे से रखते हैं। दोनों सेतुओं के बीच की दूरी को इस प्रकार समंजित करते हैं कि तार अधिकतम आयाम से कम्पन करने लगे। $\frac{1}{\ell}$ $n = \frac{1}{2\ell}\sqrt{\frac{Mg}{m}}$ यदि कागज का राइडर काम में लिया गया हो तो वह तार से गिर जाएगा। यदि पतले तार का छल्ला राइडर के रूप में है तो तेजी से घूमेगा। इस अवस्था में तेज ध्वनि सुनाई देगी।
4. इस स्थिति में तार में जो तरंगें उत्पन्न होती है, (अनुप्रस्थ अप्रगामी तरंगें) उनकी आवृति स्वरित्र की आवृति के बराबर होती है। यह तार की अनुनादित अवस्था है।
5. दोनों सेतुओं के बीच की दूरी को मीटर पैमाने से (सेतुओं पर खड़ी रखते हुए) मापते हैं। यह तार की अनुनादित लम्बाई ℓ_1 है। अनुनादित लम्बाई ज्ञात करने के लिए यह बहुत सुग्राही विधि है। सेतुओं के मध्य की दूरी को अल्प परिवर्तित करे तो ध्वनि (तेज आवाज) एवं राइडर की गति में स्पष्ट अंतर आ जाता है।
6. इसी प्रकार उपरोक्त विधि को भिन्न–भिन्न आवृति के स्वरित्र n_2, n_3, ... लेकर दोहराते हैं एवं संगत अनुनादित लम्बाइयाँ ℓ_2, ℓ_3, ... ज्ञात करते हैं। इन सब पाठ्यांकों में तार पर तनाव T व तार की इकाई लम्बाई का द्रव्यमान m स्थिर रखते हैं।
7. प्रत्येक पाठ्यांक के लिए आवृति n व अनुनादित लम्बाई ℓ का गुणनफल ज्ञात करते हैं तो यह लगभग समान आता है। अतः $n_1\ell_1 = n_2\ell_2 = n_3\ell_3 =$ .... = नियतांक।
8. n व के मध्य ग्राफ खींचते हैं, यह एक सीधी रेखा प्राप्त होती है।

प्रेक्षण–

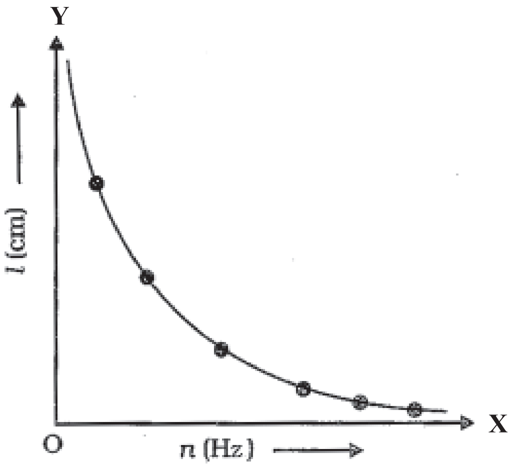
1. हेंगर का द्रव्यमान = ... किग्रा.
2. प्रयुक्त बाट का नियत मान (M) = ... किग्रा.

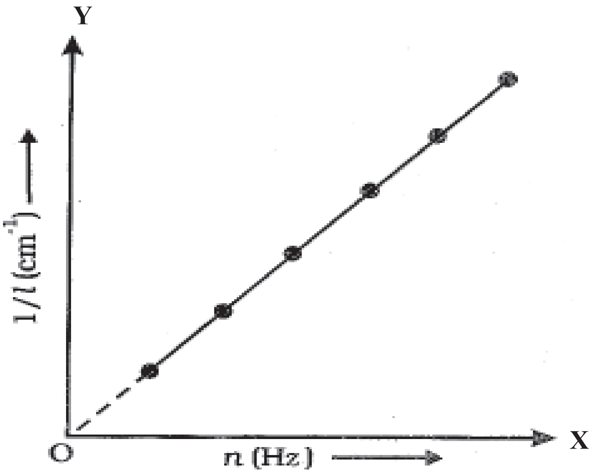
3. तनाव T का नियतमान Mg = ... न्यूटन

आवृति (n) और तार की अनुनादी लम्बाई (ℓ) के लिए सारिणी

क्रं.सं.	स्वरित्र की आवृति (n) हर्ट्ज	अनुनादी लम्बाई (ℓ)	$\frac{1}{\ell}$	$n\times\ell$
1.	.... हर्ट्ज	.... सेमी.	.... (सेमी.)$^{-1}$	.... हर्ट्ज सेमी.
2.	.... हर्ट्ज	.... सेमी.	.... (सेमी.)$^{-1}$	.... हर्ट्ज सेमी.
3.	.... हर्ट्ज	.... सेमी.	.... (सेमी.)$^{-1}$	.... हर्ट्ज सेमी
4.	.... हर्ट्ज	.... सेमी.	.... (सेमी.)$^{-1}$	.... हर्ट्ज सेमी.
5.	.... हर्ट्ज	.... सेमी.	.... (सेमी.)$^{-1}$	.... हर्ट्ज सेमी.
6.	.... हर्ट्ज	.... सेमी.	.... (सेमी.)$^{-1}$	.... हर्ट्ज सेमी.

आवृति का SI मात्रक – कम्पन /सैकण्ड = हर्ट्ज (Hertz)





गणना – प्रत्येक प्रेक्षण के लिए $n\times\ell$ का मान ज्ञात करते हैं। n व ℓ के मध्य ग्राफ खींचते हैं तो यह चित्रानुसार समकोणीय अतिपरवलयिक होगा। अब $\frac{1}{\ell}$ का मान ज्ञात कर n व $\frac{1}{\ell}$ में ग्राफ बनाते हैं तो यह एक सरल रेखा प्राप्त होती है जो कि मूल बिन्दु 0 से गुजरती है।

परिणाम –
1. सारिणी से स्पष्ट है कि $n\times\ell$ का मान लगभग समान प्राप्त होता है।
2. n व $\frac{1}{\ell}$ के मध्य खींचा गया ग्राफ एक सीधी रेखा प्राप्त होती है। अतः तनाव T व तार की इकाई लम्बाई का द्रव्यमान m स्थिर रहे तो ''किसी तार की आवृति उसकी अनुनादी लम्बाई के प्रतिलोमानुपाती होती है।''

सावधानियां –
1. तार ऐंठन रहित एवं समान अनुप्रस्थ काट का होना चाहिये।
2. स्वरित्र को उसके स्तम्भ से पकड़ना चाहिये जिससे उसकी स्वाभाविक आवृति में अंतर नहीं आये।
3. घिरनी और उसकी धुरी में घर्षण नहीं होना चाहिये।

4. तनाव की गणना करते समय बाटों में हैंगर का भार भी सम्मिलित करना चाहिये।
5. राइडर यथा सम्भव भारहीन होना चाहिये।
6. सेतु तार के लम्बवत् होने चाहिये।
7. प्रयोग के बाद तार से तनाव हटा देना चाहिये।
8. यथासंभव कम आवृति का स्वरित्र अधिक उपयुक्त होता है। इससे तार की अनुनादी लम्बाई अधिक आती है। अनुनादी लम्बाई अधिक होने पर यथार्थता बढ़ेगी।
9. अनुनादी लम्बाई ज्ञात करते समय हैंगर स्थिर रहना चाहिये।

संभावित त्रुटियाँ –

1. तार को पूर्णतः लचीला माना जाता है, जबकि तार की दृढ़ता के कारण परिकलन में कुछ त्रुटि आ सकती है।
2. घिरनी में कुछ घर्षण हो सकता है। इस कारण तनाव वस्तुतः आरोपित तनाव की तुलना में कम हो सकता है।
3. ऐसा सम्भव है कि तार की सम्पूर्ण लम्बाई में तार के अनुप्रस्थ काट क्षेत्र एक समान न हो।

प्रयोग सं. 7 (ii)

उद्देश्य – स्वरमापी की सहायता से स्थिर आवृति के लिए दिए गए तार की लम्बाई (ℓ) और तनाव (T) के बीच संबंध का अध्ययन करना।

उपकरण एवं सामग्री – स्वरमापी, दी गई आवृत्ति का स्वरित्र द्विभुज, रबर पैड, राइडर, मीटर पैमाना, बाट (हैंगर सहित) दो सेतु।

सिद्धांत – जब कोई तना हुआ तार मूल स्वर में कम्पन करता है, तो उसकी आवृत्ति–

$$n = \frac{1}{2\ell}\sqrt{\frac{T}{m}}$$

n = तार की कम्पन आवृति

m = तार की एकांक लम्बाई का द्रव्यमान

T = तार पर तनाव बल (T = Mg)

यदि आवृति n और m अचर है तो

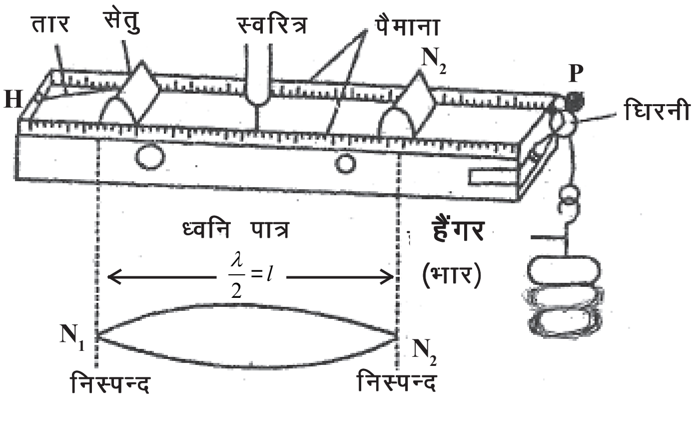
$$\frac{1}{\ell}\sqrt{T} = \text{स्थिरांक}$$

या $\ell \alpha \sqrt{T}$ अर्थात् यदि तने हुए तार की कम्पन आवृति n व इकाई लम्बाई का द्रव्यमान m अचर रहे तो तार की अनुनादी लम्बाई तनाव के वर्गमूल के समानुपाती होती है।

$\therefore \quad \ell \alpha \sqrt{T}$ जबकि n व m अचर है।

विधि –

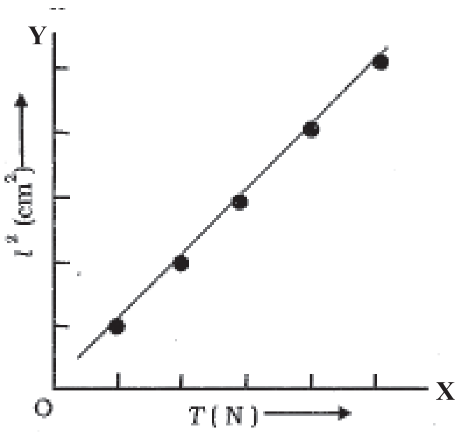
1. किसी दी गई आवृति का एक स्वरित्र द्विभुज लेते हैं और हैंगर पर 1 किग्रा. भार का बाट लटकाते हैं।
2. स्वरित्र को रबर पैड से टकरा कर कम्पित कराते हैं और राइडर के समीप अनुनाद बॉक्स पर धीरे से रखते हैं। दोनों सेतुओं के बीच की दूरी इस प्रकार समंजित करते हैं कि तार अधिकतम आयाम से कम्पन करने लगे। इस अवस्था में कागज का राइडर गिर जायेगा। यदि तार का छल्ला है तो तेजी से घूमेगा। ध्वनि की तीव्रता अधिकतम होगी।
3. दोनों सेतुओं के बीच की दूरी सेतुओं पर मीटर पैमाने को खड़ी रखते हुए मापते हैं। तार की यह लम्बाई अनुनादित लम्बाई है।
4. हैंगर पर आधा किग्रा भार का एक बाट और रखते हैं और पुनः उसी स्वरित्र की सहायता से तार की अनुनादी लम्बाई ज्ञात कर नोट करेंगे।
5. इस प्रकार स्वरमापी के तार पर प्रत्येक बार आधा आधा किग्रा. भार बढ़ाकर उसी स्वरित्र से तार की अनुनादी लम्बाई ज्ञात कर प्रेक्षण सारिणी में नोट करते हैं।



प्रेक्षण— प्रयुक्त स्वरित्र की आवृति = ... हर्ट्ज गुरूत्वीय त्वरण (g) = 9.8 मी./से.^{2}

तनाव (T) तथा अनुनादी लम्बाई ( ) के लिए सारिणी

क्रं.सं.	हेंगर सहित बाट कुल द्रव्यमान (M)	तनाव T=Mg	अनुनादी लम्बाई	ℓ^2	$\frac{T}{\ell^2}$
1.	.... किग्रा.	.... न्यूटन	.... (सेमी.)	.... सेमी.^{2}	.... न्यूटन/सेमी.^{2}
2.	.... किग्रा.	.... न्यूटन	.... (सेमी.)	.... सेमी.^{2}	.... न्यूटन/सेमी.^{2}
3.	.... किग्रा.	.... न्यूटन	.... (सेमी.)	.... सेमी.^{2}	.... न्यूटन/सेमी.^{2}
4.	.... किग्रा.	.... न्यूटन	.... (सेमी.)	.... सेमी.^{2}	.... न्यूटन/सेमी.^{2}
5.	.... किग्रा.	.... न्यूटन	.... (सेमी.)	.... सेमी.^{2}	.... न्यूटन/सेमी.^{2}



गणना — 1. प्रत्येक प्रेक्षण के लिए ℓ^2 ज्ञात कर, $\frac{T}{\ell^2}$ का मान ज्ञात करते हैं।

2. तनाव T को X-अक्ष पर तथा ℓ^2 को Y-अक्ष पर लेकर T व ℓ^2 में ग्राफ खींचते हैं जो कि चित्रानुसार एक सरल रेखा प्राप्त होती है।

परिणाम — 1. $\frac{T}{\ell^2}$ का मान लगभग एक समान प्राप्त होता है।

2. T व ℓ^2 के मध्य ग्राफ एक सरल रेखा प्राप्त होती है। इससे स्पष्ट है कि $\ell^2 \alpha T$ या $\ell \alpha \sqrt{T}$ अर्थात् किसी तने हुए तार में आवृति व इकाई लम्बाई का द्रव्यमान अचर रहे तो तार की अनुनादी लम्बाई तनाव के वर्गमूल के समानुपाती होती है।

सावधानियां — पूर्व प्रयोग 7 (i) के समान।

संभावित त्रुटियाँ — पूर्व प्रयोग 7 (i) के समान।

मौखिक प्रश्न

प्र.1 अनुनाद किसे कहते हैं?

उ. जब चालक की आवृति चलित वस्तु की प्राकृतिक आवृति के बराबर हो तो चलित वस्तु का आयाम अधिकतम होगा। इस स्थिति को अनुनाद कहते हैं।

2. तरंग गति किसे कहते हैं?

उ. तरंग गति एक ऊर्जा विक्षोभ है जो हलचल के रूप में एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक एक निश्चित वेग से आगे बढ़ता है।

3. तरंगें कितनी प्रकार की होती है?

उ. तरंगें दो प्रकार की होती है– (1) अनुप्रस्थ तरंगें (2) अनुदैर्ध्य तरंगें।

4. अनुप्रस्थ तरंगें क्या होती है?

उ. जब किसी माध्यम से तरंग संचरित होने पर माध्यम के विक्षुब्ध कण तरंग संचरण की दिशा के लम्बवत कम्पन करते हैं तो उसे अनुप्रस्थ तरंग कहते हैं।

5. अनुदैर्ध्य तरंग किसे कहते हैं?

उ. जब किसी माध्यम से तरंग संचरित होने पर माध्यम के विक्षुब्ध कण तरंग संचरण की दिशा में कम्पन करते हैं तो उसे अनुदैर्ध्य तरंग कहते हैं।

6. क्या वायु में अनुप्रस्थ तरंगें उत्पन्न की जा सकती है?

उ. नहीं क्योंकि वायु में अपरूपण प्रत्यास्थता नहीं होती है।

7. स्वरमापी के तार में किस प्रकार की तरंगें उत्पन्न होती है?

उ. अनुप्रस्थ अप्रगामी तरंगें।

8. स्वरमापी के अनुनाद बाक्स में किस प्रकार की तरंगें उत्पन्न होती है?

उ. अनुदैर्ध्य अप्रगामी तरंगें।

9. स्वरमापी के तार के चारों तरफ किस प्रकार की तरंगें होती है?

उ. तार के चारों ओर वायु में अनुदैर्ध्य प्रगामी तरंगें होती है।

10. स्वरमापी खोखला क्यों बनाया जाता है?

उ. जिससे खोखले बॉक्स की वायु अनुनादित हो जाये तथा ध्वनि स्वर की तीव्रता में वृद्धि हो जाये।

11. स्वरमापी के बॉक्स में छेद क्यों होते हैं?

उ. जिससे कि खोखले बॉक्स की वायु का संबंध बाहर की वायु से हो तथा स्वरों की ध्वनि सुनाई दे।

12. निस्पंद व प्रस्पंद से क्या समझते हो? $\frac{\lambda}{4}$ $n \alpha \frac{1}{\ell}$

उ. अप्रगामी तरंग में माध्यम के कुछ बिन्दु सदैव स्थिर रहते हैं अर्थात् उनका विस्थापन सदैव शून्य रहता है। इन बिन्दुओं को निस्पंद कहते हैं। कुछ बिन्दुओं पर विस्थापन सदैव अन्य बिन्दुओं की अपेक्षा अधिकतम रहता है। इन बिन्दुओं को 'प्रस्पन्द' कहते हैं।

13. दो क्रमागत प्रस्पंदों या दो क्रमागत निस्पन्दों के बीच की दूरी कितनी होती है?

उ. $\frac{\lambda}{2}$

14. एक निस्पन्द से उसके निकटतम प्रस्पंद के बीच की दूरी कितनी होती है?

उ.

15. स्वरमापी के तार के कम्पन नियम क्या है?

उ. तार (डोरी) के तीन कम्पन नियम हैं–

(1) लम्बाई का नियम – यदि तार का तनाव (T) व उसकी इकाई लम्बाई का द्रव्यमान (m) नियत रहे तो तार की आवृति उसकी लम्बाई के प्रतिलोमानुपाती होती है।

अर्थात् जबकि T व m अचर हो

या $n \times \ell =$ नियतांक

(2) तनाव का नियम– यदि किसी तार की लम्बाई तथा एकांक लम्बाई का द्रव्यमान नियत रहे तो तार की आवृति उसके तनाव बल के वर्गमूल के समानुपाती होती है।

अर्थात् $n \alpha \sqrt{T}$ जबकि ℓ व m अचर हो।

या $\frac{n}{\sqrt{T}}$ = नियतांक

(3) द्रव्यमान का नियम– यदि तार की लम्बाई तथा तनाव नियत रहे तो तार की आवृति उसके एकांक लम्बाई के द्रव्यमान के वर्गमूल के प्रतिलोमानुपाती होती है।

अर्थात् $n \alpha \frac{1}{\sqrt{m}}$ जबकि ℓ व T नियत हो।

या $n\sqrt{m}$ = नियतांक

16. यदि तार का तनाव बल 4 गुना कर दें तो तार में उत्पन्न कम्पनों की आवृति पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उ. दुगुनी हो जायेगी।

17. स्वरमापी में किस प्रकार का तार उपयोग में लाते हैं?

उ. स्वरमापी का तार पतला, समान अनुप्रस्थ काट, प्रत्यास्थ व दृढ़ होना चाहिये।

18. स्वरमापी में सेतुओं का क्या उपयोग है?

उ. तीक्ष्ण किनारे वाले सेतु तार में उत्पन्न तरंगों को परावर्तित करते हैं। जिससे कि तार में अनुप्रस्थ अप्रगामी तरंगें बनती है।

19. प्रणोदित कम्पन क्या है?

उ. जब किसी वस्तु पर कोई बाहय आवर्त बल लगाया तो वस्तु आरोपित बल की आवृति से ही कम्पन करती है। इन कम्पनों को प्रणोदित कम्पन कहते हैं।

20. क्या स्वरमापी के तार के स्थान पर रबर की डोरी प्रयुक्त कर सकते हैं?

उ. नहीं, क्योंकि रबर की डोरी अधिक समय तक कम्पन नहीं कर सकती है क्योंकि इसकी प्रत्यास्थता कम होती है।

21. यदि स्वरमापी में खोखले तार का उपयोग करें तो आवृति पर क्या प्रभाव होगा?

उ. तार के प्रति इकाई लम्बाई का द्रव्यमान (m) कम हो जायेगा, इस कारण तार की कम्पन आवृति में वृद्धि हो जायेगी।

22. इस उपकरण को स्वरमापी क्यों कहते हैं?

उ. यह उपकरण स्वर की आवृति मापने के काम आता है।

23. यदि स्वरमापी के तार पर तनाव बढ़ाया तो उसी स्वरित्र से अनुनादित लम्बाई पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उ. तार की अनुनादित लम्बाई बढ़ जायेगी। क्योंकि $\ell \alpha \sqrt{T}$

24. यदि तार की त्रिज्या बढ़ा दी जाए तो उसी स्वरित्र से अनुनादित लम्बाई पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उ. अनुनादित लम्बाई घट जायेगी। क्योंकि $\ell \alpha \frac{1}{\sqrt{m}}$ तथा $m = \pi r^2 d$ $\therefore \ell \alpha \frac{1}{r}$

25. यदि तार की त्रिज्या दो गुनी, तनाव चार गुना कर दिया जाए तो समान स्वरित्र के लिए अनुनादित लम्बाई पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

उ. अनुनादित लम्बाई अप्रभावित रहेगी।

26. तने हुए तार का मूल स्वरक किसे कहते हैं?

उ. जब तना हुआ तार एक पाश (loop) में कम्पन करता है तब उसके स्वर की आवृति उसका मूल स्वरक कहलाती है।

27. घिरनी घर्षण रहित क्यों होनी चाहिए?

उ. तार से लटकाया गया भार तनाव माना जाता है। भार के तनाव के रूप संप्रेषित होने के लिये घिरनी का घर्षण रहित होना आवश्यक है।