# प्रयोग – 10

**उद्देश्य** – स्वरमापी की सहायता से प्रत्यावर्ती धारा की आवृति ज्ञात करना।

**उपकरण –** स्वरमापी जिस पर नर्म लोहें का तार खिंचा हो, एक विद्युत चुम्बक, एक अपचायी ट्रांसफार्मर, एक हैंगर, ½–½ किग्रा के बाट, भौतिक तुला, बाट बाक्स, ऊपरी सिरो से तीखे दो सेतु।

**सिद्धान्त –** दृढ़ सिरों के मध्य तने हुये तार के मूल स्वर की आवृति निम्न सम्बन्ध द्वारा दी जाती है।

$$n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}} \qquad \text{.......... 10.1}$$

यहाँ $l$ तने हुये तार की लम्बाई, $T$ तार पर तनाव बल व $m$ तार की एकांक लम्बाई का द्रव्यमान का है।

विद्युत चुम्बक की कुण्डली में धारा प्रवाहित करने पर इसका चुम्बकत्व तात्क्षणिक धारा के अनुक्रमानुपाती होता है। प्रत्यावर्ती धारा के एक चक्र में चुम्बक का एक सिरा आधे चक्र के लिये उत्तरी ध्रुव बनता है तो वही सिरा अगले आधे चक्र मे दक्षिणी ध्रुव बन जाता है। यदि स्वरमापी के तार का मध्य भाग विद्युत चुम्बक के किसी एक ध्रुव के निकट हो तो धारा के एक चक्र में तार चुम्बक के ध्रुव से दो बार खिंचता है एवं दो बार मुक्त होता है। क्योंकि नर्म लोहे का तार चुम्बकीय क्षेत्र से आकर्षित होता है, इसलिये चुम्बक का तार के निकट सिरा उत्तरी ध्रुव बने या दक्षिणी ध्रुव बने दोनों ही अवस्थाओं में तार आकर्षित होता है। अनुनाद की अवस्था में तार प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति की दुगनी आवृति से कम्पन करता है। स्वरमापी तार की आवृति $n$ होने पर प्रत्यावर्ती धारा की आवृति $(f)$

$$f = \frac{n}{2} = \frac{1}{4l}\sqrt{\frac{T}{m}} \qquad \text{.......... 10.2}$$

समीकरण 10.2 से – $4n^2 l^2 m = T$

$$l^2 = \frac{1}{4n^2 m}\,\mathrm{T} \qquad \text{.......... 10.3}$$

$l^2$ के मान $Y$ अक्ष पर व $T$ के मान $X$ अक्ष पर लेकर $l^2$ व $T$ के मध्य ग्राफ खींचते है, ग्राफ

सीधी रेखा प्राप्त होती है।

सीधी रेखा का ढाल $= \frac{1}{4n^2m}$ होगा।

$$\therefore\ n^2 = \frac{1}{4m \times \text{ढाल}}$$

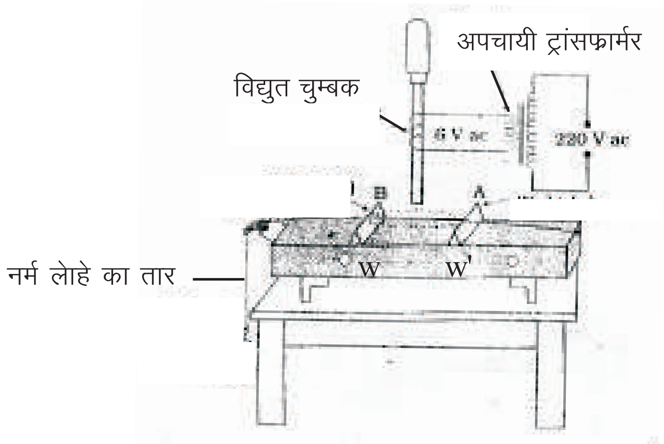
$$n = \frac{1}{2\sqrt{m \times \text{ढाल}}}$$

प्रत्यावर्ती धारा की आवृति

$$f = \frac{n}{2} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{\sqrt{m \times \text{ढाल}}}$$

**विधि –** 1. स्वरमापी तार पर हैंगर में बाट लटकाकर तनाव उत्पन्न करते है।

2. स्टैण्ड पर विद्युत चुम्बक लगाकर इसकी कुण्डली का सम्बन्ध अपचायी ट्रासफार्मर की द्वितीयक कुण्डली से करते है स्टैण्ड को इस प्रकार व्यवस्थित करते हैं कि विद्युत चुम्बक का कोई एक ध्रुव (सिरा) सेतु के मध्य स्वरमापी तार के मध्य भाग के निकट रहे।




**चित्र 10.1 : सोनोमीटर से प्रत्यावर्ती धारा की आवृत्ति ज्ञात करना**

3. विद्युत चुम्बक की कुण्डली में प्रत्यावर्ती धारा प्रवाहित करते हैं सेतु W व W' को दांये बांये विस्थापित कर ऐसी स्थिति लाते हैं कि सेतुओं के मध्य तार के भाग AB के कम्पनों का आयाम अधिकतम हो।

4. स्वरमापी पर लगे मीटर पैमाने पर W व W' की स्थितियाँ नोट कर कम्पित तार AB की अनुनादित लम्बाई ज्ञात करते है।

5. हैंगर में $\frac{1}{2} - \frac{1}{2}$ किलो के बाट बढ़ाकर तार पर तनाव परिवर्तित कर प्रत्येक तनाव के संगत

अनुनादित लम्बाई ($l$) ज्ञात करते हैं।

6. अनुनादित लम्बाई के प्रेक्षण लेने पश्चात् स्वरमापी से नर्म लोहे के तार को निकालकर भौतिक तुला से इसका द्रव्यमान ज्ञात करते हैं। तार की लम्बाई मीटर पैमाने से ज्ञात करते है। प्राप्त द्रव्यमान में लम्बाई का भाग देकर तार की एकांक लम्बाई का द्रव्यमान m ज्ञात करते है।

**प्रेक्षण –**

1. स्वरमापी तार की लम्बाई = ............ m
2. तार का द्रव्यमान = .......... g = .......... kg
3. तार की एकांक लम्बाई का द्रव्यमान m= ........... kg/m

**प्रेक्षण सारणी**

| क्र. सं. | बाट+हेन्गर का द्रव्यमान M kg | तार पर तनाव T=Mg N | अनुनादित लम्बाई $l$ | | | माध्य $l$ (m) | $n=\frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}}$ Hz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 प्रथम बार cm | 2 द्वितीय बार cm | माध्य cm | | |
| 1 | ....... kg | .........N | ....... cm | ...... cm | ...... cm | ...... m | ...... Hz |
| 2 | ....... kg | .........N | ....... cm | ...... cm | ...... cm | ...... m | ...... Hz |
| 3 | ....... kg | .........N | ....... cm | ...... cm | ...... cm | ...... m | ...... Hz |
| 4 | ....... kg | .........N | ....... cm | ...... cm | ...... cm | ...... m | ...... Hz |
| 5 | ....... kg | .........N | ....... cm | ...... cm | ...... cm | ...... m | ...... Hz |

**गणना –**

1. स्वरमापी तार की अनुनादी आवृति प्रत्येक पाठ्यांक के लिये $n=\frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}}$ = ........... Hz

2. माध्य $n$ = .................. $H_Z$

3. प्रत्यावर्ती धारा की आवृति $f = \frac{n}{2} =$ .................. $H_Z$

4. $l^2$ के मान $Y$ अक्ष पर व $T$ के मान $X$ अक्ष पर लेकर $l^2$ व T मे एक ग्राफ खींचते है। ग्राफ सरल रेखा प्राप्त होता है। ग्राफ का ढाल ज्ञात करते हैं। ग्राफ से ढाल $= \frac{PQ}{QR}$

सूत्र–

$$f = \frac{1}{4} \times \frac{1}{\sqrt{m \times \text{ढाल}}} = \text{...............} H_Z$$

## परिणाम –

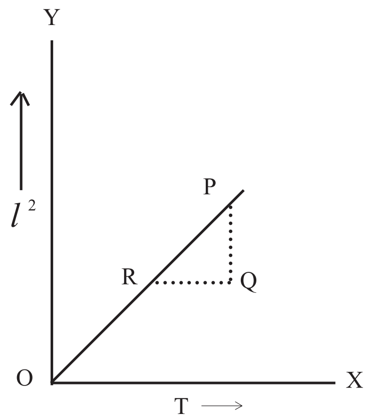
1. $l^2$ व T के मध्य ग्राफ सरल रेखा प्राप्त होता है।

2. ग्राफ का ढाल $\frac{l^2}{T} = \frac{1}{4n^2 m}$ = ...................

3. प्रत्यावर्ती धारा की आवृति $f = \frac{n}{2}$

   (i). गणना से ............ $H_Z$ प्राप्त हुयी।

   (ii) ग्राफ से .................. $H_Z$ प्राप्त हुयी।




## सावधानियॉ –

1. स्वरमापी की घिरनी घर्षण रहित होनी चाहिये।
2. सेतुओंके ऊपरी सिरे तीक्ष्ण होने चाहिये।
3. स्वरमापी तार का काट क्षेत्र समरूप होना चाहिये एवं इसमें कोई ऐंठन नहीं होनी चाहिये।
4. विद्युत चुम्बक का ध्रुव स्वरमापी तार के मध्य भाग के निकट होना चाहिये।
5. प्रत्येक प्रेक्षण के पश्चात् कुछ मिनट के लिये प्रत्यावर्ती धारा बंद रखनी चहिए।

## त्रुटियों के स्त्रोत –

1. स्वरमापी की घिरनी घर्षण रहित न होने पर।
2. प्रत्यावर्ती धारा की आवृति अचर न होने पर।

## मौखिक प्रश्न –

प्र.1. अनुप्रस्थ तंरग किसे कहते हैं?

उ. तरंग, जिसमें माध्यम के विक्षुब्ध कण तरंग संचरण के लम्बवत् कम्पन करते हैं अनुप्रस्थ तरंग कहलाती है।

प्र.2. अप्रगामी तरंगे किन्हें कहते हैं?

उ. तरंगे जिनके द्वारा उर्जा का संचरण नहीं होता है एवं तरंगाग्र आगे की ओर संचारित होते हुये प्रतीत नहीं होते हैं, अप्रगामी तरंगें कहलाती है।

प्र.3. निस्पन्द व प्रस्पन्द बिन्दु किन्हें कहते हैं ?

उ. (i) निस्पन्द बिन्दु – अप्रगामी तरंग प्रतिरूप में न्यूनतम विस्थापन के बिन्दु को निस्पन्द बिन्दु कहते है।

(ii) प्रस्पन्द बिन्दु – अप्रग्रामी तरंग प्रतिरूप में अधिकतम विस्थापन के बिन्दुओं को प्रस्पन्द बिन्दु कहते है।

प्र.4. दो क्रमागत निस्पन्द बिन्दुओं के मध्य दूरी कितनी होती है ?

उ. $\frac{\lambda}{2}$

प्र.5. स्वरमापी तार के किस भाग में अनुनाद की अवस्था प्राप्त होती है ?

उ. सेतुओंके मध्य।

प्र.6. स्वरमापी तार में कौन सी तरंगे बनती है ?

उ. अनुप्रस्थ अप्रगामी तरंगे।

प्र.7. निस्पन्द व प्रस्पन्द कहॉ बनते है ?

उ. सेतुओं पर निस्पन्द व तार के ठीक बीच में प्रस्पन्द।

प्र.8. स्वरमापी तार में कौनसा स्वर उत्पन्न होता है ?

उ. मूल स्वर

प्र.9. तार में मूल स्वर ही क्यों लेते है ?

उ. तार मे मूल स्वर बनने पर स्वरमापी के तार का कम्पन आयाम अधिकतम होता है एवं अनुनाद की सही अवस्था प्राप्त होती है।

प्र.10. प्रत्यावर्ती धारा की आवृति किसे कहते है ?

उ. प्रत्यावर्ती धारा की दिशा एक नियत समय अन्तराल में विपरीत हो जाती है। प्रति सैकण्ड प्रत्यावर्ती धारा के चक्रों की संख्या को आवृति कहते है।

प्र.11. घरों में आने वाली प्रत्यावर्ती धारा की आवृति कितनी होती है ?

उ. 50 हर्ट्ज

प्र.12. अपचायी ट्रांसफार्मर किसे कहते हैं ?

उ. उच्च प्रत्यावर्ती वोल्टता को निम्न प्रत्यावर्ती वोल्टता में रूपान्तरित करने वाले ट्रांसफार्मर को अपचायी ट्रांसफार्मर कहते है।

प्र.13. प्रत्यावर्ती धारा किसे कहते है ?

उ. धारा जिसके तात्क्षणिक मान व दिशा समय के साथ परिवर्तित होते है एवं प्रतिचक्र धारा का औसत मान शून्य होता है।

प्र.14. क्या स्वरमापी तार प्रत्यावर्ती धारा की आवृति से कम्पन्न करता है ?

उ. नहीं। प्रत्यावर्ती धारा की आवृति की दुगनी आवृति से।

प्र.16. स्वरमापी तार किस पदार्थ का बना होता है ?

उ. नर्म लोहे के तार का जो चुम्बकीय पदार्थ होता है।

प्र.17. प्रत्यावर्ती धारा के कारण विद्युत चुम्बक के ध्रुव किस प्रकार बनते है ?

उ. विद्युत चुम्बक का कोई भी सिरा यदि प्रत्यावर्ती धारा के किसी अर्ध चक्र के लिये उत्तरी ध्रुव बनता है तो अगले अर्ध चक्र के लिये दक्षिणी ध्रुव बनेगा।

प्र.18. स्वरमापी तार उत्तरी ध्रुव व दक्षिणी ध्रुव में से किस ध्रुव से आकर्षित होता है ?

उ. दोनों ध्रुवों से।