प्रयोग संख्या - 06

उद्देश्य :- विक्षेप तथा दोलन चुम्बकत्व मापी की सहायता से पृथक प्रथ्वी के चुम्कीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक H का निरपेक्ष मान ज्ञात करना।

आवश्यक उपकरण (Apparatus Required):- विक्षेप चुम्बकत्वमापी दोलन चुम्बकीय मापी, दण्ड चुम्बक, पीतल की छड़, कम्पास सुई, विराम घड़ी, स्पिरिट लेविल, वर्नियर, कैलीपर्स, भौतिक तुला।

उपकरण का वर्णन (Description of the Apparatus):- विक्षेप चुम्बकत्वमापी - चित्र 57 मे विक्षेप चुम्बकत्वमापी प्रदर्शित है इनमे लकड़ी का एक कम्पास बॉक्स O होता है जिसके केन्द्र पर NS एक छोटी चुम्बकीय सुई है जो एक अंशांकित वृत्तीय पैमाने के केन्द्र पर कीलकित होती है। वृत्तीय पैमाना चार भागो मे बाँटा होता है जिसमे 0° से 90° तक के अंश अंकित होते है।

Scanned with CamScanner

Page No.

चुम्बकीय सुई ns के लम्बवत् एक लम्बा एवं हल्का
ऐलुमिनियम (अनुचुम्बकीय पदार्थ) का
संकेतक PQ लगा रहता है जो पैमाने पर विक्षेप
पढ़ सकता है।
चुम्बकीय सुई एवं संकेतक एक साथ कीलकित होने के
कारण एक लगा क्षैतिज तल मे स्वतन्त्रतापूर्वक
घूम सकते है। संकेतक के नीचे एक समतल
दर्पण लगा होता है,
जिसकी सहायता से संकेतक का विक्षेप पढ़ते
समय संकेतक तथा दर्पण मे बने इसके प्रतिबिम्ब
के बीच विस्थापनाभास की त्रुटि दूर कर
सकते है। कम्पास बॉक्स ऊपर से कॉच के ढक्कन
द्वारा बन्द होता है।
ताकि चुम्बकीय सुई तथा संकेतक पर वायु आदि
का प्रभाव न पड़ सके। इस कम्पास बॉक्स को
लकड़ी की एक आयताकार पट्टी के ठीक मध्य मे बने
खाँचे मे रख देते है।
जिसके दोनो ओर लगभग एक-एक मीटर लम्बी
भुजाएँ A व B होती है।
कम्पॉस बॉक्स के केन्द्र को शून्य मानकर
A व B भुजाओ पर स्केल S_2 व S_2'
सेन्टीमीटर तथा मिलीमीटर मे
चिह्नित होते है।

दोलन चुम्बकत्वमापी :- चित्र 58 मे दोलन

लगे रहते हैं जिनकी सहायता से उपकरण को क्षैतिज किया जा सकता है।

सिद्धान्त (Theory):- जब विक्षेप चुम्बकत्वमापी की भुजाएँ पूर्व-पश्चिम दिशा मे समंजित करके एक छड़ चुम्बक को एक भुजा पर भुजा के समान्तर रखते हैं जो इसे चुम्बकत्वमापी की $\tan A$ स्थिति कहते है। इस स्थिति मे चित्र 59 की भाँति चुम्बकीय सुई पर दो परस्पर लम्बवत् चुम्बकीय क्षेत्र एक तल मे आरोपित होते है —

(1) चुम्बक के कारण उसकी अक्षीय स्थिति मे उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र B (पूर्व-पश्चिम दिशा के अनुदिश), तथा

(2) पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक H (उत्तर-दक्षिण दिशा मे)। यदि सन्तुलन अवस्था मे चुम्बकीय सुई, चुम्बकीय याम्योत्तर (H की दिशा) से कोण θ बनाती है, तो स्पर्शज्या नियम से

$$B = H \tan\theta \quad \text{— (1)}$$

अब यदि चुम्बक की प्रभावकारी लम्बाई $2l$ मीटर है

तथा चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण m ऐम्पियर × मीटर^2 है तो इसके मध्य बिन्दु से d मीटर दूरी पर अक्षीय स्थिति मे चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता

$$B = \frac{2md}{(d^2-l^2)^2} \times 10^{-7} \quad \frac{\text{न्यूटन}}{\text{ऐम्पियर} \times \text{मीटर}} \quad \text{— (2)}$$

समीकरण (1) व (2) से

$$\frac{2md}{(d^2-l^2)^2} \times 10^{-7} = H \tan\theta$$

व

$$\frac{M}{H} = \frac{(d^2-l^2)^2}{2d} \times 10^7 \tan\theta \quad \text{— (3)}$$

अब यदि चुम्बक को दोलन चुम्बकत्वमापी मे चुम्बकीय याम्योत्तर मे लटकाकर इस स्थिति से कोण ϕ विस्थापित कर दिया जाता है, तो उस पर प्रत्यानयन बलयुग्म $MH\sin\phi$ (या $MH\phi$ यदि कोण ϕ छोटा है) लगने लगता है जो चुम्बक को प्रारम्भिक स्थिति मे लाने की चेष्टा करता है लेकिन प्रारम्भिक स्थिति तक आते-आते चुम्बक का वेग इतना बढ़ जाता है कि

Scanned with CamScanner

यह इस स्थिति मे न रुककर, दूसरी ओर विस्थापित होजाता है। इस प्रकार चुम्बक अपनी साम्य स्थिति के दोनो ओर सरल आवर्त गति मे दोलन करने लगता है।

यदि छड़ चुम्बक का कोणीय त्वरण α है जबकि उसका कोणीय विस्थापन ϕ है तो साम्यावस्था मे

जड़त्वीय बलयुग्म आघूर्ण = - प्रत्यानयन बलयुग्म आघूर्ण

या $$k\alpha = -MH\phi$$

या $$\alpha = -\frac{MH}{k}\phi$$

(यहाँ ऋणात्मक चिह्न केवल यह बताता है कि $MH\phi$ प्रत्यानयन बलयुग्म आघूर्ण है)

अर्थात् ($\alpha \propto \phi$ या कोणीय त्वरण α, कोणीय विस्थापन ϕ के अनुक्रमानुपाती है। अतः चुम्बक कोणीय सरल आवर्त गति मे दोलन करता है, जिसका दोलनकाल

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\text{कोणीय विस्थापन}}{\text{कोणीय त्वरण}}}$$

$$= 2\pi\sqrt{\frac{\phi}{\alpha}} = 2\pi\sqrt{\frac{k}{MH}} \quad \text{— (4)}$$

जहाँ आयताकार चुम्बक के लिए जड़त्व आघूर्ण

$$k = \frac{M}{12}(a^2+b^2)$$

Scanned with CamScanner

Date

Expt. No. Page No.

यदि W चुम्बक का द्रव्यमान, a चुम्बक की लम्बाई तथा b चुम्बक की चौड़ाई है।

$$MH = 4\pi^2 \frac{k}{T^2} \quad \text{---} (5)$$

समीकरण (3) व (5) का गुणा करके वर्गमूल लेने पर चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण

$$M = \frac{2\pi (d^2 - l^2)}{T} \times \sqrt{\frac{10^7 k \tan\theta}{2d}} \quad \text{---} (6)$$

समीकरण (5) मे समीकरण (3) का भाग देकर वर्गमूल लेने पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक

$$H = \frac{2\pi}{T(d^2 - l^2)} \sqrt{\frac{2kd}{10^7 \tan\theta}} \quad \text{---} (7)$$

इसी प्रकार समीकरण (6) व (7) के चुम्बक के चुम्बकीय आघूर्ण M तथा पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र के क्षैतिज घटक H के निरपेक्ष मानो की गणना की जा सकती है।

प्रयुक्त सूत्र (formula used) :—

चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण $M = \frac{2\pi (d^2 - l^2)}{T}$

Teacher's Signature :

Scanned with CamScanner

Expt. No. _____ Page No. _____

(2) दोलन चुम्बकत्वमापी द्वारा चुम्बक के आवर्तकाल के लिए :-

विराम घड़ी की अल्पतमांक = सेकण्ड

क्रमांक	दोलन संख्या n	कुल समय t (सेकण्ड में)	आवर्तकाल $T = \frac{t}{n}$ (सेकण्ड)
1. 1.			
2. 2.			
3 3.			

माध्य आवर्तकाल T = सेकण्ड

(3) चुम्बक का द्रव्यमान W = ... ग्राम = ... किग्रा.

चुम्बक पश्चिमी भुजा पर				मध्य विक्षेप θ°	$\tan\theta$
चुम्बक का N ध्रुव कम्पास बॉक्स की ओर		चुम्बक का S ध्रुव कम्पास बॉक्स की ओर			
ϕ_5°	ϕ_6	ϕ_7°	ϕ_8°	ϕ_a°	ϕ_b°

Teacher's Signature : _____

Scanned with CamScanner

(4) वर्नियर कैलीपर्स की अल्पतांक = ... सेमी

चुम्बक की लम्बाई a = ... सेमी = ... मीटर

चुम्बक की चौड़ाई b = ... सेमी = ... मीटर

गणना :- (Calculations) :- चुम्बक की अर्द्ध लम्बाई $l = \frac{a}{2}$ = ...

विक्षेप चुम्बकत्वमापी मे चुम्बक के मध्य बिन्दु की दूरी

d = ... सेमी = ... मीटर

$\tan\theta$ का माध्य मान = ...

दोलन चुम्बकत्वमापी द्वारा चुम्बक का माध्य आवर्तकाल T = ... से.

चुम्बक का जड़त्व आघूर्ण $M = 2n$

$k = \frac{W}{12}(a^2+b^2)$ = ... किग्रा

(1) चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण $M = \frac{2\pi(d^2-l^2)}{T}\sqrt{\frac{10^7 \times k\tan\theta}{2d}}$

= .... ऐम्पियर × मीटर² ।

(2) पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक

$H = \frac{2\pi}{T(d^2-l^2)}\sqrt{\frac{2kd}{10^7 \times \tan\theta}}$ = ... $\frac{\text{न्यूटन}}{\text{ऐम्पियर × मीटर}}$

परिणाम (Result):- (1) दिये गये चुम्बक का चुम्बकीय आघूर्ण
M = ____ ऐम्पियर × मीटर² |

(2) स्थान (....) पर पृथ्वी के चुम्बकीय क्षेत्र का क्षैतिज घटक
H = ____ न्यूटन / ऐम्पियर × मीटर |

H का प्रामाणिक मान = ____ गॉस (प्रामाणिक सारणी में)

= ____ $\times 10^{-4}$ न्यूटन / ऐम्पियर × मीटर

∴ प्रतिशत त्रुटि = $\frac{\text{प्रायोगिक मान} \sim \text{प्रामाणिक मान}}{\text{प्रामाणिक मान}} \times 100\%$

= %

सावधानियाँ (Precautions):- (1) सभी चुम्बकीय पदार्थ चुम्बकत्वमापी से दूर रखने चाहिए|

(2) विक्षेप चुम्बकत्वमापी की भुजाएँ एक ही समतल में होने चाहिए जिससे कि चुम्बकत्व सुई कीलक पर स्वतन्त्रापूर्वक घूम सके |

(3) विक्षेप चुम्बकत्वमापी में संकेतक का विक्षेप पढ़ते समय

Scanned with CamScanner