# प्रयोग क्रं. 02

दिनांक : .....

**उद्देश्य** - केटर के उत्क्रमणीय लोलक कि सहायता से गुरुत्वीय $g$ का मान ज्ञात करना।

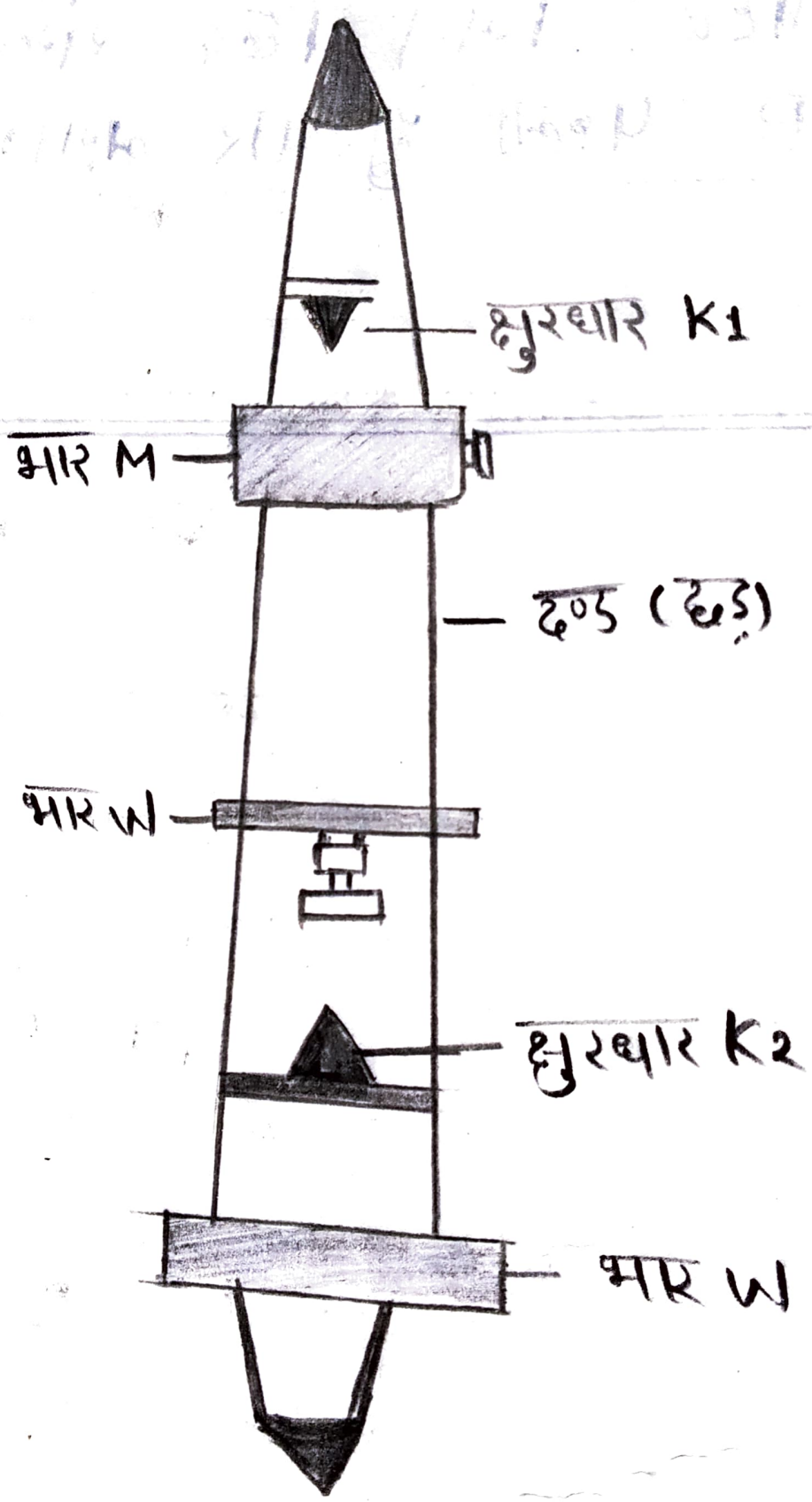
**आवश्यक उपकरण** - केटर का लोलक, तेज क्षुरधार, विराम घड़ी तथा मीटर स्केल

**उपकरण का वर्णन** - केटर का लोलक एक यौगिक लोलक होता है। यह एक लम्बी धात्विक छड़ होती है, जो मोटाई में सामान्यतः असमान होती है इसके गुरुत्व केन्द्र के दोनो ओर दो क्षुरधार इस प्रकार लगे होते हैं कि उनके तीक्ष्ण किनारे एक-दूसरे के आमने-सामने होते है इन क्षुरधारों को छड़ के अनुदिश इच्छा अनुसार खिसकाकर छड के सिरो के नजदीक कहीं भी लगाया जा सकता है। छड़ के मोटे सिरे पर एक भारी भार W लगा होता है जिसे खिसकाकर गुरुत्व केन्द्र को इस सिरे कि ओर भी शिफ्ट किया जा सकता है। छड़ पर दो मन्य भार m तथा w लगे रहते हैं जिन्हे छड़ के अनुदिश खिसकाकर गुरुत्व केन्द्र कि स्थिति बदली जा सकती है। इनकी स्थितियों को इस प्रकार समंजित किया जाता है कि दोनों क्षुरधारों के परितः लोलक का आवर्तकाल लगभग बराबर हो जाये। भार m का उपयोग स्थूल संमजन के लिए तथा भार w का उपयोग सुक्ष्म संमजन के लिए किया जाता है।

**सिद्धान्त** - जब क्षुरधार $K_1$ व $K_2$ से गुजरती क्षैतिज अक्षों के परितः लोलक के दोलनों के आवर्तकाल क्रमशः $T_1$ व $T_2$ है। तब गुरुत्वीय त्वरण

$$g = \frac{8\pi^2}{\left(\frac{T_1^2 + T_2^2}{l_1 + l_2}\right) + \left(\frac{T_1^2 - T_2^2}{l_1 - l_2}\right)} \quad \text{---- (1)}$$

शिक्षक के हस्ताक्षर : .....



चित्र (1)

दिनांक : .....

जहाँ $l_1$ व $l_2$ क्षुरधार $K_1$ व $K_2$ की लोलक के गुरुत्वीय केन्द्र से दूरियाँ हैं। जब हम $T_1$ व $T_2$ को लगभग बराबर कर देते हैं, तो $l_1$ व $l_2$ का अन्तर काफी हो जाता है क्योंकि लोलक का गुरुत्व केन्द्र छड़ के एक सिरे कि ओर शिफ्ट कर जाता है अत $(l_1 - l_2)$ के मान की अधिक शुद्धता आवश्यक नही होती तथा पद को छोड़ा जा सकता है।

$$\frac{T_1^2 - T_2^2}{l_1 - l_2}$$

$$g = \frac{8\pi^2}{\left(\frac{T_1^2 + T_2^2}{l_1 + l_2}\right)}$$

$T_1, T_2, l_1$ व $l_2$ को ज्ञात करके, उपर्युक्त सूत्रों से $g$ का मान ज्ञात किया जा सकता है।

<u>प्रयोग विधि</u> - ① सबसे पहले क्षुरधारों को केटर लोलक के सिरों से 5-10 सेमी कि दूरी पर, स्क्रू कि सहायता से इस प्रकार कसते हैं कि दोनों क्षुरधार एक-दूसरे के समान्तर तथा सम्मुख हो।

② अब लोलक को पहले क्षुरधार $K_1$ से ऊर्ध्वाधर लटकाकर दोलन कराते हैं। विराम घड़ी द्वारा 20-25 दोलनों का समय ज्ञात करके दोलनों का आवर्तकाल ज्ञात करते हैं।

③ अब लोलक को उलट कर क्षुरधार $K_2$ पर ऊर्ध्वाधर लटकाते हैं तथा दोलन करते हैं। पुनः विराम घड़ी द्वारा 20-25 दोलनों का समय ज्ञात करके, दोलनों का आवर्तकाल ज्ञात करते हैं। सामान्यतः यह आवर्तकाल पहली स्थिति में आवर्तकाल से भिन्न होता है।

(4) अब भार M को कुछ दूर अन्दर या सिरे कि ओर खिसकाकर लोलक के गुरुत्व केन्द्र को इस प्रकार संमजित करते हैं कि लोलक को $K_1$ व $K_2$ पर लटका कर ऊपर वर्णित विधि के आवर्तकालों का अन्तर कम हो। यहाँ पर यह भी ज्ञात हो जाता है कि भार M को किस ओर खिसकाने से दोनों स्थितियों के आवर्तकाल का अन्तर कम होता है।

(5) अब जिस दिशा में M को खिसकाने से आवर्तकाल का अन्तर कम होता है, M को उसी दिशा मे उचित चरणों मे खिसकाते जाते हैं तथा दोनो स्थितियाँ मे आवर्तकाल ज्ञात करते जाते हैं। यह क्रिया आवर्तकाल के लगभग बराबर होने तक दोहराते हैं।

(6) अब भार W को उसमें लगे माइक्रोमीटर कि सहायता से इस प्रकार स्थरियत करते हैं कि लोलक को $K_1$ व $K_2$ पर लटकाकर दोलन कराने पर दोलनों के आवर्तकाल जहाँ तक हो सके, बराबर हो जाएँ।

(7) अब लोलक के पहले क्षुरधार $K_1$ से लटकाकर तथा फिर क्षुरधार $K_2$ से लटकाकर 40-100 दोलनों के लिए समय नापकर प्रत्येक स्थिति में आवर्तकाल ज्ञात कर लेते हैं।

(8) उपर्युक्त प्रेक्षणों को तीन बार दोहराकर आवर्तकाल के औसत मान ज्ञात कर लेते हैं।

(9) अब लोलक को एक क्षैतिज क्षुरधार पर सन्तुलित कर उसके गुरुत्व केन्द्र कि स्थिति ज्ञात कर लेते हैं। दोनो क्षुरधारों के बीच कि दूरी $(l_1 + l_2)$ व गुरुत्व केन्द्र से प्रत्येक क्षुरधार कि दूरी ($l_1$ तथा $l_2$) मीटर स्केल कि सहायता से नाप लेते हैं।

शिक्षक के हस्ताक्षर : .....

(10) क्षुरधारों के बीच दूरी बदलकर प्रयोग को दोहराते है तथा प्रत्येक बार 'g' का मान ज्ञात करके उनका औसत निकाल लेते है।

**प्रेक्षण** - (1) दोनो स्थितियों के आवर्तकाल के लिए सारणी -
विराम घड़ी का अल्पतमांक = ------ सेकण्ड

| क्र. सं. | दोलनो कि संख्या | क्षुरधार $K_1$ के परित: लगा समय $t_1$ (सेकण्ड में) | क्षुरधार $K_2$ के परित: लगा समय $t_2$ (सेकण्ड में) | आवर्तकाल $T_1 = \frac{t_1}{n}$ (सेकण्ड में) | आवर्तकाल $T_2 = \frac{t_2}{n}$ (सेकण्ड में) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | | | | | |
| 2. | | | | | |
| 3. | | | | | |
| 4. | | | | | |
| | | | | माध्य आवर्तकाल $T_1$ = | माध्य आवर्तकाल $T_2$ = |

(2) (i) लोलक के गुरुत्व केन्द्र से क्षुरधार $K_1$ कि दूरी
$l_1$ = ------ सेमी = ------ मीटर
(ii) लोलक के गुरुत्व केन्द्र से क्षुरधार $K_2$ कि दूरी
$l_2$ = ------- सेमी = ------ मीटर
(iii) क्षुरधार $K_1$ व $K_2$ के बीच कि दूरी
$l_1 + l_2$ = ------ सेमी = ------ मीटर

**गणना** - प्रेक्षणो से प्राप्त $T_1$, $T_2$, $l_1$, $l_2$ व $l_1+l_2$ के मानोंकासूत्र

$$g = \frac{8\pi^2}{\left(\frac{T_1^2 + T_2^2}{l_1 + l_2}\right) + \left(\frac{T_1^2 - T_2^2}{l_1 - l_2}\right)}$$

दिनांक : .....

$g$ = ------ मीटर/सेकण्ड$^2$

यदि $T_1$ व $T_2$ का अन्तर नगण्य है तो $g$ का मान सभी (i) से भी ज्ञात किया जा सकता है।

**परिणाम** - प्रयोगशाला (स्थान .....) मे गुरुत्वीय त्वरण

$g$ = ------ मी/से$^2$

$g$ का प्रामाणिक मान = ------ मी/से$^2$

$$\% \text{ त्रुटि} = \frac{\text{प्रयोग द्वारा प्राप्त मान} - \text{प्रामाणिक मान}}{\text{प्रामाणिक मान}} \times 100$$

= ------ %

**सावधानियाँ** - ① आधार जिस पर क्षुरधार को रखा जाता है पूर्णतः क्षैतिज होना चाहिए।

② दोनो क्षुरधारों पूर्णतः क्षैतिज, नुकीले तथा एक-दूसरे के समान्तर होना चाहिए।

③ लोलक के दोलन पूर्णतः ऊर्ध्वाधर तल मे होने चाहिए तथा इनका कोणीय आयाम अल्प (4° - 5°) होना चाहिए।

④ दोलनों मे लगा समय, एक सुग्राही विराम घड़ी द्वारा नापा जाना चाहिए। इसका अल्पतमांक लगभग 0.1 second होना चाहिए।

⑤ दोनो क्षुरधारों के परितः आवर्तकाल ज्ञात करने के लिए इनके परितः अधिक-से-अधिक दोलनों का समय ज्ञात करना चाहिए।

⑥ दोनो क्षुरधारों के परितः आवर्तकालों को जहाँ तक सम्भव हो लगभग बराबर कर लेना चाहिए।