प्रयोग – 2

उद्धेश्य – कुण्डलिनी स्प्रिंग का बल नियतांक एवं प्रभावी द्रव्यमान दोलन विधि से T^2-m मे ग्राफ द्वारा ज्ञात करना ।

उपकरण एवं आवश्यक सामग्री –

(1). हल्की कुण्डलिनी स्प्रिंग जिसके नीचले सिरे पर संकेतक लगा हो, (2). हैंगर, (3). दृढ आधार, (4). 10 ग्राम के पांच मानक बाट, 5. एक उर्ध्वाधर लकडी का पैमाना, (6). स्टाप वॉच (अल्पतमांक 0.1 सै.)

सिद्धान्त –

दृढ आधार से लटकायी गयी स्प्रिंग से भार (बाट) लटकाने पर स्प्रिंग मे प्रत्यानयन बल कार्य करता है । हुक के नियम से प्रत्यास्थता की सीमा मे प्रत्यानयन बल स्प्रिंग मे विस्तरण के अनुक्रमानुपाती होता है ।

$F \alpha x$

$F = k x$

$$k = \frac{F}{x}$$

$$k = \frac{\text{प्रत्यानयन बल}}{\text{स्प्रिंग मे विस्तरण}}$$

k = स्प्रिंग का बल नियमांक है ।

बाट को थोडा नीचे खीचंकर छोडने पर यह सरल आवर्त गति करता है ।

कुण्डलिनी स्प्रिंग का दोलन काल (T) व बल नियतांक (k) निम्न सम्बन्ध द्वारा दिये जाते है ।

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

m लटकाये गये बाट का द्रव्यमान है ।

स्प्रिंग का द्रव्यमान नगण्य न होने पर

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m + m_0}{k}}$$

यहां m_0 स्प्रिंग, संकेतक व हैंगर का कुल द्रव्यमान है ।

एक ही स्प्रिंग से केवल m_1 व केवल m_2 बाटों के लिये दोलन काल क्रमशः T_1 व T_2 हो तो –

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 + m_0}{k}} \quad \text{---------- (10.1)}$$

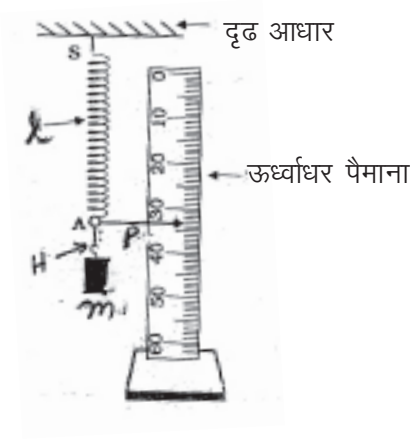
$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m_2 + m_0}{k}} \quad \text{---------- (10.2)}$$

सभी (10.1) व (10.2) से m_0 को विलुप्त करने पर

$$k = 4\pi^2 \frac{(m_1 + m_2)}{T_1^2 - T_2^2}$$

m_1 , m_2 तथा T_1 व T_2 ज्ञात होने पर स्प्रिंग निकाय का बल नियंताक k ज्ञात किया जा सकता है ।

विधि –



चित्र 10.1

1. कुण्डलिनी स्प्रिंग को किसी दृढ़ आधार (जो स्वयं कम्पन्न न करे) से लटकाते है ।
2. स्प्रिंग के नीचले मुक्त सिरे A पर एक संकेतक P व हैंगर H लटकाते है (चित्र 10.1)
3. उर्ध्वाधर मीटर पैमाने व स्टाप वाच के लघुतम माप ज्ञात करते है ।
4. उर्ध्वाधर मीटर पैमाने को स्प्रिंग के निकट इस प्रकार रखते है कि संकेतक P पैमाने पर बिना इसे स्पर्श किये मुक्त रूप से विस्थापित हो सके ।
5. संकेतक की पैमाने पर स्थिति नोट करते है । अभी स्प्रिंग पर कोई भार नहीं लटकाया गया है ।
6. हैंगर पर ज्ञात मान का भार m_1 धीरे से लटकाते है । स्प्रिंग मे विस्तरण होगा एवं अल्प समय मे संकेतक पैमाने पर किसी स्थिति मे रूक जायेगा । लटकाये गये भार के लिये यह साम्यवस्था होगी । पैमाने पर संकेतक की साम्यवस्था की स्थिति ज्ञात कर लेते है ।
7. बाट को थोडा नीचे खींचकर छोड देते है यह दोलन करने लगता है ।
8. संकेतक की स्थिर अवस्था मे स्थिति को माध्य स्थिति लेते है ।

9. दोलन करते समय जैसे ही संकेतक माध्य स्थिति से ऊपर या नीचे गतिकरता है स्टॉप वाच चालू कर देते है ।

10. 5 या 10 दोलन पूरे होने पर स्टॉप वाच बंद कर इन दोलनों का समय ज्ञात करते है । माना कि N दोलनों का समय t प्राप्त होता है ।

11. समान N दोलनों के लिय बाट m_1 से ही प्रयोग को तीन बार दोहराकर दोलनों का समय ज्ञात करते है ।

12. बाट (भार) के 3 भिन्न भिन्न मानों के लिये उपरोक्त प्रयोग को दोहराते है ।

13. प्रत्येक बाट (भार) के लिये दोलन काल $T = \frac{t}{N}$ ज्ञात करते है ।

14. प्रत्येक बाट (भार) के लिये स्प्रिंग नियंतांक (K_1, K_2, K_3) ज्ञात कर स्प्रिंग नियंताक का माध्य मान ज्ञात करते है।

15. T^2 व m के मध्य ग्राफ खींचते है । यहां m के मान X- अक्ष व T^2 के मान y- अक्ष मे लेते है । ग्राफ सरल रेखा प्राप्त होता है ।

प्रेक्षण –

उर्ध्वाधर मीटर पैमाने का अल्पतमांक = ... से.

स्टाप वाच का अल्पतमांक = ... सेमी

1. बाट m_1 = ... ग्राम = ... किग्रा

2. बाट m_2 = ... ग्राम = ... किग्रा

3. बाट m_3 = ... ग्राम = ... किग्रा

प्रेक्षण सारणी –

क्र.सं.	बांट का द्रव्यमान m (किग्रा)	संकेतक की साम्यवस्था की स्थिति	दोलनो की संख्या N	N दोलन का समय t सेकण्ड			दोलन काल $T = \frac{t}{N}$ सेकण्ड	T^2 सेकण्ड ^{2}
				1 सेकण्ड	2 सेकण्ड	माध्य 1 सेकण्ड		
1	m_1 = ... किग्रा	..... सेमी.		... से.	... से.	... से.	T_1 = ...से.	T_1^2 = ...से.
2	m_2 = ... किग्रा	..... सेमी.		... से.	... से.	... से.	T_2 = ...से.	T_2^2 = ...से.
3	m_3 = ... किग्रा	..... सेमी.		... से.	... से.	... से.	T_3 = ...से.	T_3^2 = ...से.

गणना – सूत्र

$$k = 4\pi^2 \frac{(m_1 - m_2)}{T_1^2 - T_2^2}$$

मे $m_1, m_2, m_3 ....$ व $T_1, T_2, T_3 ....$ के मान रखकर K के मान ज्ञात करते है ।

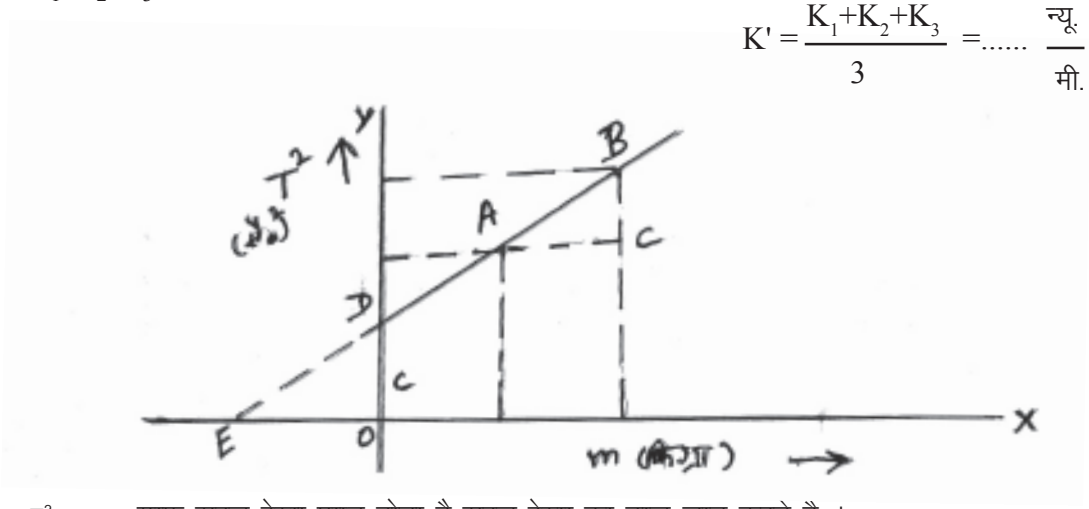
$$K_1 = 4\pi^2 \frac{(m_1 - m_2)}{T_1^2 - T_2^2}$$

$$K_2 = 4\pi^2 \frac{(m_2 - m_3)}{T_2^2 - T_3^2}$$

$$K_3 = 4\pi^2 \frac{(m_3 - m_4)}{T_3^2 - T_4^2}$$

K_1, K_2, K_3 के मान ज्ञात कर K का माध्य मान ज्ञात करते है ।

$$K' = \frac{K_1+K_2+K_3}{3} = \text{.....} \frac{\text{न्यू.}}{\text{मी.}}$$



1. $T^2 - m$ ग्राफ सरल रेखा प्राप्त होता है सरल रेखा का ढाल ज्ञात करते है ।

स्प्रिंग नियंतांक $K'' = 4\pi^2/$ सरल रेखा का ढाल m^1

$$K'' = 4\pi^2 \text{ x } \frac{AC}{BC} = \text{.....} \frac{\text{न्यू.}}{\text{मी.}}$$

2. y अक्ष पर सरल रेखा का चाप (Intercept) C व ढाल m^1 की सहायता से कुण्डलिनी स्प्रिंग का प्रभावी द्रव्यमान ज्ञात करते है ।

$m_0 = \frac{C}{m'}$ किग्रा

बल नियतांक का औसत मान –

$$K = \frac{K'+ K''}{2} = \text{.....} \frac{\text{न्यू.}}{\text{मी.}}$$

परिणाम –

1. कुण्डलिनी स्प्रिंग का बल नियतांक $K = \text{.....} \frac{\text{न्यू.}}{\text{मी.}}$

2. कुण्डलिनी स्प्रिंग का प्रभावी द्रव्यमान $m_0 = \text{.....}$ किग्रा प्राप्त हुआ ।

सावधानियां –

1. प्रतिशत त्रुटि कम करने के लिये दोलन काल सही नापना चाहिये क्योंकि सूत्र मे T^2 लिया जाता है ।
2. दोलनों के आयाम कम लेने चाहिये जिससे ये प्रत्यास्थता की सीमा मे रहे ।
3. आधार दृढ होना चाहिये ।
4. मीटर पैमाना उर्ध्वाधर रहना चाहिये ।
5. संकेतक मीटर पैमाने को स्पर्श नहीं करना चाहिये परिवेश की वायु प्रवाहित नहीं होनी चाहिये अन्यथा दोलन व दोलन काल प्रभावित होगे ।

त्रुटियों के उद्‌गम –

1. कोई भी आधार पूर्ण दृढ नहीं होता है । आधार मे पराभव के कारण कुछ त्रुटियां आ सकती है ।
2. बाट पर अंकित मान वास्तवित मान से भिन्न हो सकता है ।

मौखिक प्रश्न –

प्र.1 किसी वस्तु की प्रत्यास्थता किसे कहते है ?

उ. प्रत्यास्थता किसी वस्तु के पदार्थ का वह गुण है जिसके कारण वस्तु पर कार्यरत विरूपक बल के कारण उत्पन्न आकार अथवा रूप के परिर्वतन का विरोध करती है और जैसे ही विरूपक बल हटा लिया जाता है वस्तु अपनी पूर्व अवस्था को प्राप्त कर लेती है ।

प्र.2 रबर तथा स्टील मे कौन अधिक प्रत्यास्थ है ?

उ. स्टील

प्र.3 प्रत्यास्थता की सीमा क्या होती है ?

उ. प्रत्यास्थ वस्तुएँ विरूपक बल के हटा लेने पर अपनी पूर्व अवस्था को प्राप्त कर लेती है । परन्तु वस्तुओं मे यह गुण विरूपक बल के एक विशेष मान तक ही रहता है । यदि विरूपक बल का मान बढाते जायें तो एक अवस्था ऐसी आती है जबकि बल को हटा लेने पर वस्तु अपनी पूर्व अवस्था मे नही लौटती अर्थात उसका प्रत्यास्थता का गुण नष्ट हो जाता है विरूपक बल की इस सीमा को जिसके परे पदार्थ प्रत्यास्थता का गुण प्रदर्शित नहीं करता है, उसे पदार्थ की प्रत्यास्थता की सीमा कहते है ।

प्र.4 किसी तार के पराभव बिन्दु से आप क्या समझते है ?

उ. यदि हम किसी तार पर उसकी प्रत्यास्थता की सीमा से परे और अधिक भार लटकाते जाये तो एक अन्य सीमा के बाद तार की लम्बाई मे वृद्धि बहुत तेजी से होती है तथा शीध्र ही तार टूट जाता है । भार की इस नई सीमा को तार का पराभव बिन्दु कहते है ।

प्र.5 प्रतिबल कितने प्रकार के होते है ?

उ. तीन प्रकार के होते है– अनुदैर्ध्य प्रतिबल, अभिलम्ब प्रतिबल तथा स्पर्श रेखीय प्रतिबल ।

प्र.6 विकृति से आप क्या समझते है ? इसके क्या मात्रक है ?

उ. जब किसी वस्तु पर बाह्य बल लगाने से वस्तु के आकार अथवा रूप मे परिवर्तन हो जाता है तब वस्तु विकृत अवस्था मे कही जाती है । वस्तु मे होने वाले भिन्नात्मक परिवर्तन को विकृति कहते है । इसका कोई मात्रक नहीं होता ।

प्र.7 विकृति कितने प्रकार की होती है ?

उ. तीन प्रकार की, अनुदैर्ध्य विकृति, आयतन विकृति तथा अपरूपण विकृति ।

प्र.8 हुक का नियम क्या है ?

उ. प्रत्यास्थता की सीमा मे प्रतिबल, विकृति के अनुक्रमानुपाती होता है ।

प्र.9 यंग–प्रत्यास्थता गुणंक से आप क्या समझते है ?

उ. प्रत्यास्थता की सीमा मे, अनुदैर्ध्य प्रतिबल व अनुदैर्ध्य विकृति के अनुपात को यंग प्रत्यास्थता गुणांक कहते है ।

प्र.10 यंग प्रत्यास्थता गुणांक का मात्रक क्या है ?

उ. न्यूटन प्रति मीटर^2 (MKS) मे

प्र.11 स्प्रिंग की लम्बाई बढाने पर उसके बल नियतांक पर क्या प्रभाव पडेगा ?

उ. उसका बल नियतांक कम हो जाता है ।