आओ झूला झूलें

कविता कृष्ण

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के इतिहास में दोलक का एक महत्त्वपूर्ण स्थान है। विज्ञान की खोज-बीन करने के लिए भी दोलक उत्तम उपकरण हैं क्योंकि वे यांत्रिकी की कई मूलभूत अवधारणाओं की व्याख्या करते हैं और इनका निर्माण व इनके साथ खेल-खिलवाड़ आसान है। विज्ञान की कक्षा में ये क्या अवसर प्रदान करते हैं?

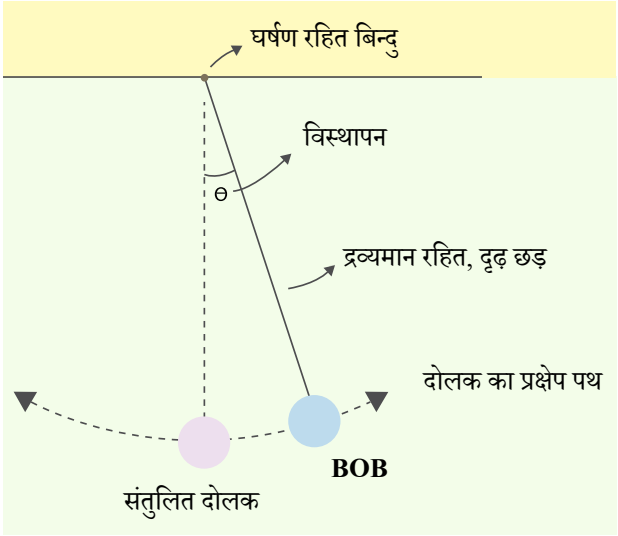
खेल के मैदान वाला झूला या एक पेड़ से रस्सी द्वारा लटका हुआ टायर दोलक के परिचित उदाहरण हैं। माध्यमिक एवं उच्च-माध्यमिक स्कूल की भौतिकी की कक्षाओं में दोलकों का उपयोग कई मूलभूत सिद्धान्तों की व्याख्या करने में किया जा सकता है, जैसे आवर्ती गति, सरल आवर्त गति, वेग एवं त्वरण, गुरुत्वाकर्षण, गति के नियम और ऊर्जा का संरक्षण (**बॉक्स-1** देखें)। सरल दोलक एक आदर्शीकृत दोलक होता है जिसमें हम मानते हैं कि एक पिण्ड (लोलक), दृढ़ एवं द्रव्यमान रहित धागे से लटका हुआ है तथा आगे-पीछे दोलन करने के लिए स्वतंत्र है (**चित्र-1** देखें); हम यह भी मानते हैं कि इस निकाय में कोई भी घर्षण तथा वायु-प्रतिरोध नहीं है। लोलक को जब इसकी साम्यावस्था से अल्प कोण पर हटाकर छोड़ा जाता है तब वह एक नियमित एवं आवर्ती तरीक़े से आगे एवं पीछे गति करना शुरू कर देता है – यह सरल आवर्त गति का एक उदाहरण है। साम्यावस्था के सापेक्ष दोलन करने पर लोलक का वेग परिवर्तित होता रहता है। निम्नतम स्थिति पर लोलक का वेग अधिकतम होता है तथा उच्चतम बिन्दु पर लोलक का वेग शून्य हो जाता है। अतः जब लोलक ऊपर की तरफ़ जा रहा होता है तब गतिज ऊर्जा कम होती है एवं स्थितिज ऊर्जा बढ़ती है। ऊर्जा की कुल मात्रा अपरिवर्तित रहती है (**बॉक्स-2** देखें)।

बॉक्स-1 : NCERT के विज्ञान पाठ्यक्रम में दोलक से सम्बन्धित अध्याय :

1. कक्षा-6 : गति एवं दूरियों का मापन
2. कक्षा-7 : गति एवं समय
3. कक्षा-9 : गति, बल एवं गति के नियम, गुरुत्वाकर्षण, कार्य एवं ऊर्जा

कक्षा में दोलक

कक्षा में जाँच-पड़ताल करने के लिए दोलक आदर्श उपकरण हैं – क्योंकि ये सरल, सस्ते होते हैं एवं इनके साथ काम करना आसान होता है। कक्षा की शुरुआती चर्चाएँ दोलक की गति के बारे में विद्यार्थियों की पूर्व-अवधारणाओं को उभार सकती हैं और उन्हें अपनी धारणाओं की जाँच करने के लिए प्रयोग डिज़ाइन करने में मदद कर सकती हैं (**बॉक्स-3** देखें)।[1] उदाहरण के लिए, विद्यार्थियों की एक धारणा यह हो सकती है कि हल्के दोलक की अपेक्षा भारी दोलक धीमी गति से चलते हैं; या यह कि यदि शुरुआती विस्थापन अधिक हो तो दोलक को एक दोलन पूरा करने में अधिक समय लगेगा। इस लेख के साथ दी गई 6 गतिविधि शीट इन धारणाओं और साथ ही दोलक के आवर्तकाल को प्रभावित करने वाले कारकों की जाँच-पड़ताल करने में विद्यार्थियों की मदद कर सकती हैं।



चित्र-1 : एक सरल दोलक का आरेख।

बॉक्स-2 : दोलक की भौतिकी के बारे में और अधिक जानने के लिए देखें

1. Henderson, T. The Physics Classroom Tutorial. Retrieved December 26, 2019, from https://www.physicsclassroom.com/class/waves/Lesson-0/Pendulum-Motion
2. University of Colorado Boulder. (2019) Pendulum lab. Retrieved December 26, 2019, from http://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html

कक्षा से बाहर दोलक

दोलक तो हमेशा से रहे हैं – झूला झूलता बच्चा या छत से लटकता हुआ लैम्प इसके आम उदाहरण हैं। लेकिन विज्ञान की कक्षा में हम जिस आदर्श दोलक का उपयोग करते हैं, वह एक आधुनिक अवधारणा है। दोलक के प्राचीनतम अनुप्रयोगों का एक ज्ञात उदाहरण पहली शताब्दी में चीन के हान साम्राज्य के एक वैज्ञानिक झांग हेंग द्वारा विकसित भूकम्पमापी के रूप में मिलता है।[3] दोलक की गति का वैज्ञानिक अनुसन्धान सर्वप्रथम गैलिलियो ने 1602 में किया जब उन्होंने देखा कि चर्च में लटके झूमर आवर्ती रूप से झूल रहे हैं। उनके अनुसन्धान के फलस्वरूप दोलक का उपयोग समय-मापन में किया जाने लगा।

खुले समुद्रों में यात्रा करते समय देशान्तरों का सही निर्धारण करने के लिए समय का ठीक-ठीक मापन करना आवश्यक था। यह यूरोपीय उपनिवेशवादी व्यापारियों के लिए बहुत महत्त्वपूर्ण था जो अपने व्यापार का विस्तार यूरोप के बाहर करना चाहते थे। इसलिए, 18वीं तथा 19वीं शताब्दी में दोलक अनुसन्धान का मुख्य उद्देश्य अधिक सटीक समय मापन का विकास करना था।[4] इसके परिणामस्वरूप अधिक यथार्थ मानचित्र बनाए गए, यूरोपीय व्यापार, औपनिवेशीकरण व शोषण का विस्तार हुआ, जिसके दुनिया भर में दूरगामी परिणाम हुए।

17वीं शताब्दी में हाइगेन, न्यूटन और हुक जैसे कुछ वैज्ञानिकों द्वारा भी दोलक का अध्ययन किया गया था (**चित्र-2** देखें)। इसने गुरुत्वीय त्वरण 'g' के मान का निर्धारण करने में और अक्षांश के साथ 'g'

बॉक्स-3 : कक्षा में शोध

दैनिक अनुभवों एवं सतही अवलोकनों के आधार पर विद्यार्थियों के मन में प्राकृतिक घटनाओं के बारे में कई तरह के विचार होते हैं। विज्ञान की कक्षा इन विचारों की जाँच-पड़ताल करने और ख़ुद के द्वारा की गई खोज-बीन के आधार पर उनमें सुधार करने के अवसर प्रदान कर सकती है। इस तरह की खोज-बीन के कई फ़ायदे होते हैं। विद्यार्थी को प्रायोगिक गतिविधि करने और प्रमाण व तर्क पर आधारित विचारों का विकास करने का अनुभव प्राप्त होता है। उनमें वैज्ञानिक पद्धति की समझ, जैसे व्यवस्थित प्रेक्षण, सावधानीपूर्वक मापन और एक निष्पक्ष परीक्षण करने की योग्यताओं का विकास होता है – जो वैज्ञानिक विधियों को सीखने के आवश्यक अंग हैं। इन गतिविधियों से बच्चों का विज्ञान से जुड़ाव बढ़ता है एवं विज्ञान की समझ भी बढ़ती है।

प्रक्रिया सम्बन्धी हुनर विद्यार्थियों को सिद्धान्तों को समझने व उनकी खोज-बीन करने में वैज्ञानिक विधियों का उपयोग करने में सक्षम बनाता है।[2] इनमें मानसिक हुनर जैसे कि पूर्वानुमान लगाना या मूल्यांकन करना और शारीरिक हुनर जैसे कि यंत्रों व सामग्री को प्रभावी रूप से काम में लेना, दोनों शामिल हैं। विज्ञान की कक्षा में खोज-बीन व जाँच-पड़ताल उसके साथ होने वाली चर्चाएँ बच्चों में अपनी उम्र के लिए उपयुक्त प्रक्रिया सम्बन्धी हुनर हासिल करने में मदद कर सकती हैं। दोलक की गतिविधियों द्वारा विकसित हो सकने वाले कुछ प्रक्रिया सम्बन्धी हुनर निम्नानुसार हैं :

- **खोज-बीन की योजना बनाना :** उन चरों की पहचान करना जिन्हें सही जाँच के लिए स्थिर रखना होगा, उन राशियों को पहचानना जिनका मापन करना है, पड़ताल के विभिन्न चरणों का क्रम निर्धारित करना।
- **उपकरणों का उपयोग करना व उनके साथ काम करना :** यंत्रों व उपकरणों का सावधानीपूर्वक एवं प्रभावी रूप से उपयोग करना, उनके विभिन्न अंगों को योजना के अनुसार जोड़ना व व्यवस्थित करना।
- **मापन व गणना करना :** चर राशियों, जैसे समय तथा लम्बाई का ठीक-ठीक मापन करना, मापन में विभिन्न त्रुटियों के बारे में सोचना एवं उनको कम-से-कम करने का प्रयास करना, आँकड़ों को व्यवस्थित ढंग से लिखना, औसत परिणाम का ठीक-ठीक आकलन करना।
- **पैटर्न व सम्बन्ध ज्ञात करना :** विभिन्न चरों के बीच सम्बन्ध ज्ञात करना, प्रमाणों के साथ अपने नतीजों का परीक्षण करना।

विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-1 : एक सरल दोलक कैसे बनाएँ?

उद्देश्य :

इस गतिविधि में हम एक सरल दोलक बनाएँगे और अवलोकन करेंगे कि यह किस प्रकार गति करता है?

आवश्यक सामग्री :

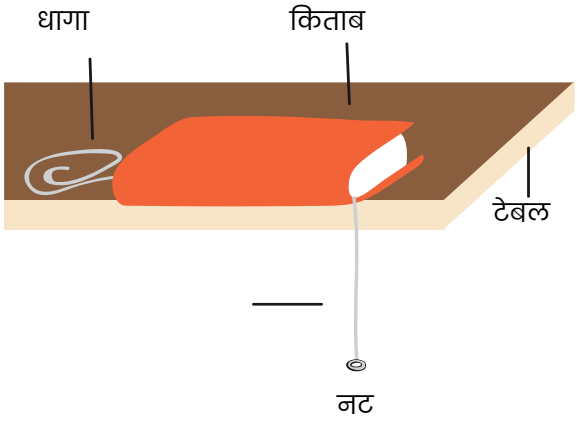
धागा (लगभग 1 मीटर)

एक भार (धातु की कोई चकती या नट)

एक भारी पुस्तक

क्या करें :

1. भार को धागे के एक सिरे पर बाँध दें।
2. धागे को इस प्रकार लटका दें कि यह स्वतंत्रतापूर्वक झूल सके। आप इसके लिए टेबल पर रखी किसी भारी पुस्तक का उपयोग कर सकते हैं या धागे को किसी हुक से लटका सकते हैं। यह ज़रूर सुनिश्चित करें कि भार आसानी से बिना किसी बाधा के झूल सके।
3. पहले सुनिश्चित करें कि धागा अच्छी तरह से तना हुआ है। फिर बिना कोई अतिरिक्त धक्का लगाए नट को एक तरफ़ ले जाकर धीरे से छोड़ दें।
4. नट की गति का अवलोकन करें। यह किस प्रकार की गति करता है?



चर्चा करें:

- क्या आप अन्य वस्तुओं के उदाहरण दे सकते हैं जो आवर्ती रूप से गति करती हैं।
- क्या आपने झूले का उपयोग किया है? यह एक दोलक से किस प्रकार समान है? तथा किस प्रकार अलग है?
- एक सम्पूर्ण दोलन के दौरान झूला किस प्रकार गति करता है – क्या पूरे दोलन के दौरान इसकी चाल एक समान होती है? किस स्थिति पर यह अधिकतम चाल से चलता हुआ प्रतीत होता है? क्या यह किसी स्थिति पर रुका हुआ प्रतीत होता है?

रचनाकार :

कविता कृष्ण एक इंजीनियर हैं। उनके पास ग्रामीण व शहरी स्कूलों में अध्यापन, पाठ्यक्रम विकास और अध्यापक-शिक्षण का 15 से अधिक वर्षों का अनुभव है। उनसे kavitak2006@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : कान्हाराम **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

i wonder... Rediscovering school science

Azim Premji University

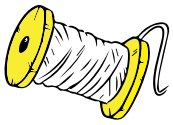
विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-2 : एक दोलक के आवर्तकाल का मापन कैसे करें?

उद्देश्य :

इस गतिविधि में आप उस समय का मापन करेंगे जो किसी दोलक को एक दोलन पूरा करने में लगता है। दोलक की गति के एक पूरे चक्र को एक दोलन कहते हैं। एक पूरे दोलन में लगे समय को आवर्तकाल कहते हैं।

आवश्यक सामग्री :



धागा (लगभग 1 मीटर)

एक भार (धातु की चकती या नट)

स्टॉपवॉच (या टाइमर युक्त फ़ोन)

क्या करें :

1. गतिविधि-1 के अनुसार नट को झूलने वाली स्थिति में व्यवस्थित करें।
2. स्टॉपवॉच की सहायता से 10 पूर्ण दोलनों में लगने वाले समय का मापन करें।
3. सुनिश्चित करें कि आप एक दोलन को हर बार तभी गिनते हैं जब नट एक निश्चित स्थिति पर पहुँचता है। (सलाह : उस स्थिति पर नट के लौटने पर गिनती गिनना सुविधाजनक होता है जहाँ से इसे पहली बार छोड़ा गया था।)
4. अपने प्रेक्षणों को तालिका में लिखें।

प्रयोग संख्या	10 दोलनों में लगा समय	1 दोलन का समय
1.		
2.		
3.		
औसत आवर्तकाल		

5. मापे गए समय में 10 का भाग देकर एक दोलन में लगा समय यानी आवर्तकाल ज्ञात करें।
6. आप इसे कई बार दोहराकर औसत आवर्तकाल ज्ञात कर सकते हैं। (सलाह : औसत ज्ञात करने के लिए प्रयोग को कई बार दोहराएँ, प्रत्येक प्रयोग में प्राप्त मान में 10 का भाग देकर एक दोलन में लगा समय यानी आवर्तकाल ज्ञात करें, सारे प्रयोगों में प्राप्त इन आवर्तकालों का योग करें और योग में प्रयोगों की संख्या का भाग दें।)

चर्चा करें :

(अ) आवर्तकाल का मापन :

- क्या प्रत्येक प्रयोग में प्राप्त आवर्तकाल का मान समान था? आपके विचार में उनमें अन्तर क्यों हैं?

- आपके अनुसार, क्या आपने 10 दोलनों में लगे समय का ठीक-ठीक मापन किया? आप उस समय को और अधिक शुद्धता से मापने के लिए क्या कर सकते थे?

- आवर्तकाल ज्ञात करने के लिए इनमें से कौन-सा विकल्प बेहतर होगा – 100 दोलनों में लगे समय को मापना या 10 दोलनों में लगे समय को मापना? क्यों?

(ब) दोलक को अधिक तेज़ी से झुलाना :

- क्या आप दोलक के आवर्तकाल को कम कर सकते हैं (यानी क्या आप दोलक को तेज़ी से झुला सकते हैं)? कैसे?

- क्या आपको लगता है कि दोलक की प्रारम्भिक स्थिति (जहाँ से आपने उसको छोड़ा था) का उसके आवर्तकाल पर कोई असर पड़ता है? आपको ऐसा क्यों लगता है?

- क्या आपको लगता है कि धागे की लम्बाई का दोलक के आवर्तकाल पर कुछ असर पड़ेगा? आपको ऐसा क्यों लगता है?

- क्या आप कुछ अन्य कारकों के बारे में अनुमान लगा सकते हैं जो दोलक के आवर्तकाल को प्रभावित कर सकते हैं?

- आप अपने अनुमानों का परीक्षण कैसे करेंगे?

रचनाकार :

कविता कृष्ण एक इंजीनियर हैं। उनके पास ग्रामीण व शहरी स्कूलों में अध्यापन, पाठ्यक्रम विकास और अध्यापक-शिक्षण का 15 से अधिक वर्षों का अनुभव है। उनसे kavitak2006@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

i wonder... Rediscovering school science

Azim Premji University

अनुवाद : कान्हाराम **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-3 : क्या किसी दोलक का आवर्तकाल प्रारम्भिक विस्थापन पर निर्भर करता है?

उद्देश्य :

इस गतिविधि में हम परीक्षण करेंगे कि दोलक के प्रारम्भिक विस्थापन का आवर्तकाल पर कुछ प्रभाव पड़ता है या नहीं। एक उचित परीक्षण के लिए हमें सुनिश्चित करना पड़ेगा कि अन्य सभी कारकों को स्थिर रखते हुए केवल प्रारम्भिक विस्थापन में परिवर्तन करें।

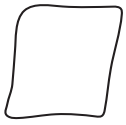
आवश्यक सामग्री :

धागा (लगभग 1 मीटर)

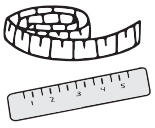
एक भार (धातु की चकती या नट)

स्टॉपवॉच (या टाइमर युक्त फ़ोन)

चाँदा



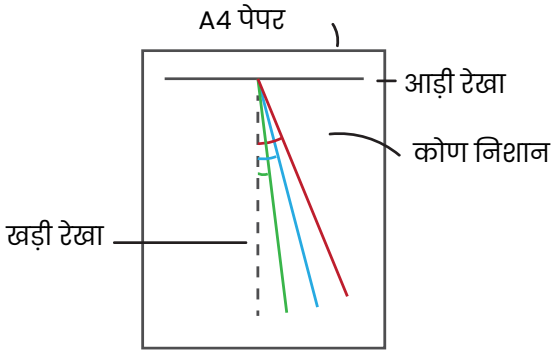
पेपर

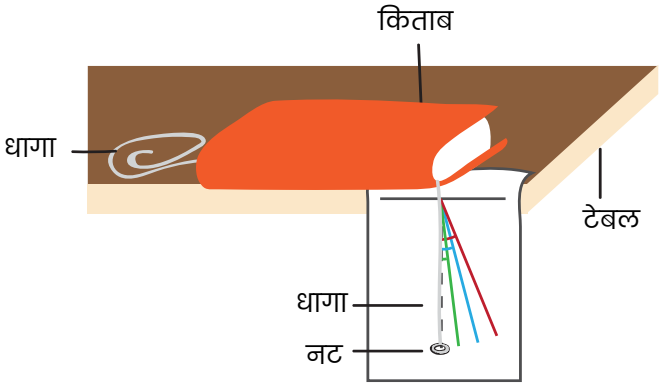


मीटर स्केल या मीटर-टेप

क्या करें :

1. दोलक की लम्बाई नापें – जिस बिन्दु से दोलक लटका है, वहाँ से लेकर नट तक की दूरी को दोलक की लम्बाई कहते हैं।
2. पेपर पर एक खड़ी सीधी रेखा खींचकर कोण 20^0, 30^0, 40^0 चिह्नित करें। इन चिन्हों का प्रयोग आप यह जानने में कर सकते हैं कि आपने दोलक को कहाँ तक ले जाकर छोड़ा।
3. पेपर को दोलक के पीछे इस तरह लगाएँ कि स्थिर अवस्था में दोलक खड़ी रेखा के सीध में हो (**चित्र देखें**)। दोलक स्वतंत्र रूप से लटका हुआ होना चाहिए तथा पेपर को स्पर्श नहीं करना चाहिए।
4. नट को 20^0 तक ले जाकर छोड़ें, ध्यान रहे कि दोलक पेपर के समान्तर हो और स्पर्श नहीं कर रहा हो।
5. गतिविधि-2 की तरह इसमें भी 10 दोलनों में लगने वाले समय का मापन करें।
6. नट को 20^0 से छोड़ते हुए प्रयोग को तीन बार दोहराएँ, औसत आवर्तकाल ज्ञात करें।
7. उपरोक्त चरणों को 30^0 और 40^0 के लिए दोहराएँ।





आँकड़े :

प्रत्येक प्रयोग में आपने 10 दोलनों में लगने वाले समय का मापन किया। इसकी सहायता से एक दोलन में लगने वाला समय यानी आवर्तकाल ज्ञात करें। तत्पश्चात प्रत्येक कोण के लिए औसत आवर्तकाल ज्ञात करें।

कोण	प्रयोग संख्या	10 दोलनों का समय	1 दोलन का समय	औसत आवर्तकाल
20^0	1			
	2			
	3			
30^0	1			
	2			
	3			
40^0	1			
	2			
	3			

चर्चा करें :

- आपने इस प्रयोग में क्या स्थिर रखा? क्या बदला?

  मैंने समान रखा :
- दोलक की लम्बाई = _____cm

  वज़न के लिए कितने नट काम में लिए =

  मैंने बदला :

- जब आपने प्रारम्भिक विस्थापन (कोण) को बदला तो क्या दोलक का आवर्तकाल बदला?

- यदि हाँ, तो बताएँ कि कोण के बढ़ाने पर आवर्तकाल में कमी हुई या वृद्धि?

- इस प्रयोग से आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं? क्या दोलक का आवर्तकाल उसके प्रारम्भिक विस्थापन पर निर्भर करता है?

रचनाकार :

कविता कृष्ण एक इंजीनियर हैं। उनके पास ग्रामीण व शहरी स्कूलों में अध्यापन, पाठ्यक्रम विकास और अध्यापक-शिक्षण का 15 से अधिक वर्षों का अनुभव है। उनसे kavitak2006@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : कान्हाराम **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

i wonder... Rediscovering school science

Azim Premji University

विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-4 : क्या आवर्तकाल दोलक की लम्बाई पर निर्भर करता है?

उद्देश्य :

इस गतिविधि में हम परीक्षण करेंगे कि दोलक की लम्बाई का आवर्तकाल पर कोई प्रभाव पड़ता है या नहीं। एक उचित परीक्षण के लिए हमें सुनिश्चित करना पड़ेगा कि अन्य सभी कारकों को स्थिर रखते हुए केवल लम्बाई में परिवर्तन करें।

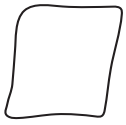
आवश्यक सामग्री :

धागा (लगभग 1 मीटर)

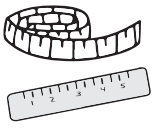
एक भार (धातु की चकती या नट)

स्टॉपवॉच (या टाइमर युक्त फ़ोन)

चाँदा



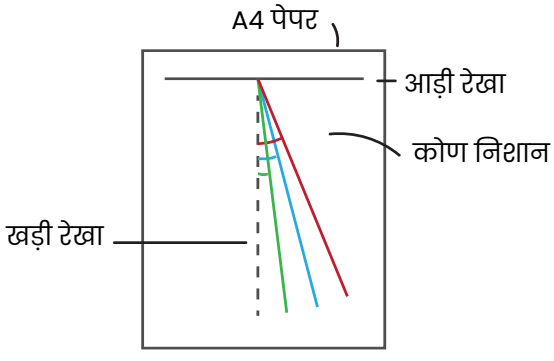
पेपर

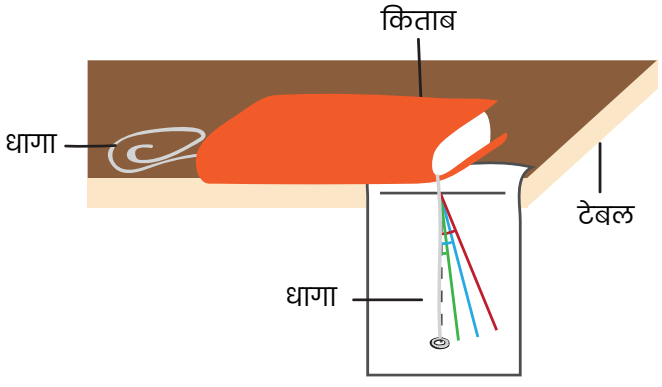


मीटर स्केल या मीटर-टेप

क्या करें :

1. दोलक की लम्बाई मापें। इसे लिख लें।
2. निर्धारित करें कि आप किस ऊँचाई (कोण) तक दोलक को एक ओर ले जाकर छोड़ेंगे (यह पेपर पर अंकित एक कोण होगा जिसे आपने गतिविधि-3 में दोलक के पीछे लगाया था), इस पूरी गतिविधि के दौरान हर बार इसी प्रारम्भिक कोण से दोलक को छोड़ना है।
3. इस स्थिति से दोलक को छोड़ें और गतिविधि-2 व 3 के अनुसार औसत आवर्तकाल ज्ञात करें।
4. अब दोलक की लम्बाई 10 सेमी बढ़ा दें और नई लम्बाई को नोट कर लें।
5. अब दोबारा से आवर्तकाल ज्ञात करें। ध्यान रहे कि प्रारम्भिक कोण नहीं बदलना चाहिए।
6. अब दोलक की लम्बाई 10 सेमी और बढ़ा दें। इस लम्बाई को नोट कर लें।
7. अब दोबारा से दोलक का आवर्तकाल ज्ञात करें। ध्यान रहे कि प्रारम्भिक कोण नहीं बदलना चाहिए।





अवलोकन : उपरोक्त चरणों (1 से 7) में प्राप्त आँकड़े :

लम्बाई(सेमी)	प्रयोग संख्या	10 दोलनों का समय	1 दोलन का समय	औसत आवर्तकाल
	1			
	2			
	3			
	1			
	2			
	3			
	1			
	2			
	3			

चर्चा करें :

- आपने इस प्रयोग में क्या स्थिर रखा? क्या बदला?

  मैंने स्थिर रखा :

  प्रारम्भिक कोण जहाँ से दोलक को छोड़ा गया = _____

  वज़न के लिए कितने नट काम में लिए =

  मैंने बदला :

- क्या दोलक की लम्बाई बदलने पर उसका आवर्तकाल बदला?

- यदि हाँ, तो बताएँ कि लम्बाई के बढ़ाने पर आवर्तकाल में कमी हुई या वृद्धि?

- इस प्रयोग से आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं? क्या दोलक का आवर्तकाल उसकी लम्बाई पर निर्भर करता है?

रचनाकार :

कविता कृष्ण एक इंजीनियर हैं। उनके पास ग्रामीण व शहरी स्कूलों में अध्यापन, पाठ्यक्रम विकास और अध्यापक-शिक्षण का 15 से अधिक वर्षों का अनुभव है। उनसे kavitak2006@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : कान्हाराम **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

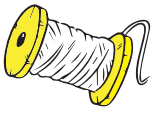
विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-5 : क्या आवर्तकाल भार पर निर्भर करता है?

उद्देश्य :

इस गतिविधि में हम यह जाँचेंगे कि क्या दोलक के गोलक का भार उसके आवर्तकाल में कोई अन्तर लाता है। निष्पक्ष परीक्षण के लिए, सुनिश्चित करें कि आप केवल भार ही बदल रहे हैं, जबकि दोलक को अन्य सभी तरीक़ों से बिल्कुल समान रख रहे हैं।

आवश्यक सामग्री :

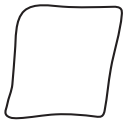


धागा (लगभग 1 मीटर)

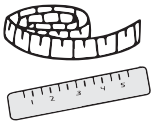
तीन भार (धातु की 3 चकतियाँ या 3 नट)

स्टॉपवॉच (या टाइमर युक्त फ़ोन)

चाँदा



पेपर



मीटर स्केल या मीटर-टेप

क्या करें :

1. धागे के सिरे पर एक नट लटकाकर दोलक बनाएँ।
2. दोलक की लम्बाई मापें। इसे लिख लें। आप इस लम्बाई को पूरी गतिविधि के दौरान अपरिवर्तित रखेंगे।
3. निर्धारित करें कि आप किस ऊँचाई (कोण) तक ले जाकर दोलक को छोड़ेंगे (यह पेपर पर अंकित एक कोण होगा जिसे आपने गतिविधि-3 व 4 में दोलक के पीछे लगाया था।), इस पूरी गतिविधि के दौरान दोलक को हर बार इसी प्रारम्भिक कोण से छोड़ना है।
4. उस कोण से दोलक को छोड़ें तथा गतिविधि-2, 3, व 4 की तरह आवर्तकाल का मापन करें।
5. पहले वाले नट के साथ एक और नट को जोड़कर भार बढ़ा दें। आपको यह सुनिश्चित करना पड़ेगा कि दोलक की लम्बाई पहले जितनी ही रहे।
6. दोबारा से आवर्तकाल का मापन करें। सुनिश्चित करें कि आपने दोलक को उसी कोण से छोड़ा जो बिन्दु-3 में था।

तीनों नटों को सही तरीक़े से इस तरह बाँधें

7. तीसरे नट को जोड़कर भार और बढ़ा दें। ध्यान रहे, आपने लम्बाई को समायोजित करके पहले जितना ही रखा है।
8. फिर से आवर्तकाल का मापन करें और सुनिश्चित करें कि आपने दोलक को उसी कोण से छोड़ा जो बिन्दु-3 में था।

अवलोकन : उपरोक्त चरणों (1 से 7) में प्राप्त आँकड़े :

एक जैसे भारों/ नटों की संख्या	प्रयोग संख्या	10 दोलनों का समय	1 दोलन का समय	औसत आवर्तकाल
1	1			
	2			
	3			
2	1			
	2			
	3			
3	1			
	2			
	3			

चर्चा करें :

- आपने इस प्रयोग में क्या स्थिर रखा? क्या बदला?

  मैंने स्थिर रखा :

  प्रारम्भिक कोण जहाँ से दोलक को छोड़ा गया = _____

  दोलक की लम्बाई =

  मैंने बदला :

- क्या भार बदलने पर दोलक का आवर्तकाल बदला?

- यदि हाँ, तो बताएँ कि भार बढ़ाने पर आवर्तकाल में कमी हुई या वृद्धि?

- इस प्रयोग से आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं? क्या दोलक का आवर्तकाल लटकाए गए भार पर निर्भर करता है?

रचनाकार :

कविता कृष्ण एक इंजीनियर हैं। उनके पास ग्रामीण व शहरी स्कूलों में अध्यापन, पाठ्यक्रम विकास और अध्यापक-शिक्षण का 15 से अधिक वर्षों का अनुभव है। उनसे kavitak2006@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : कान्हाराम **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

i wonder... Rediscovering school science

Azim Premji University

विज्ञान प्रयोगशाला

गतिविधि शीट-6 : सामूहिक चर्चा

चर्चा के बिन्दु :

1. गतिविधि-3, 4, व 5 से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? दोलक का आवर्तकाल किन-किन कारकों से प्रभावित होता है?

2. क्या दोलक के आवर्तकाल में परिवर्तन से सम्बन्धित आपके पूर्वानुमान सही थे?

3. आपके अनुसार कौन-कौन-से कारक आवर्तकाल को प्रभावित कर सकते हैं? आप उनका परीक्षण कैसे करेंगे?

4. हम किसी एक प्रयोग में केवल एक ही कारक में परिवर्तन करके उसका परीक्षण करते हैं, क्यों? क्या होगा यदि हम किसी प्रयोग में एक साथ एक से अधिक कारकों में परिवर्तन करें?

5. यदि आपको दो झूलों में से किसी एक को चुनने के लिए कहा जाए तो आप कौन-सा झूला चुनेंगे - जो लम्बा है या जो छोटा है? क्यों?

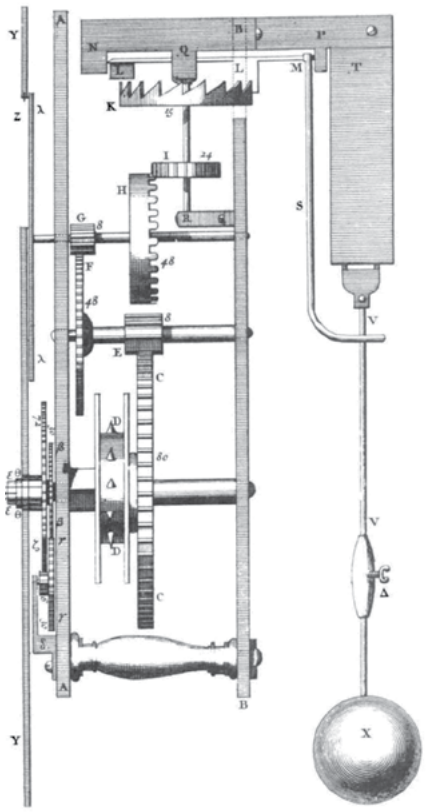
रचनाकार :

कविता कृष्ण एक इंजीनियर हैं। उनके पास ग्रामीण व शहरी स्कूलों में अध्यापन, पाठ्यक्रम विकास और अध्यापक-शिक्षण का 15 से अधिक वर्षों का अनुभव है। उनसे kavitak2006@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : कान्हाराम **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय

i wonder... Rediscovering school science

Azim Premji University



के मान में परिवर्तन को समझने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाई और परिणामस्वरूप पृथ्वी का आकार निर्धारित करने में मदद की।[5]

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के इतिहास में तथा आधुनिक संसार के निर्माण की प्रक्रिया के दौरान दोलक जिन-जिन स्वरूपों में प्रकट हुआ है वे रोचक एवं अद्भुत हैं। अन्तर्विषयात्मक परियोजनाएँ हमें यह समझने का अवसर प्रदान कर सकती हैं कि कैसे विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी का क्रमिक विकास होता है और कैसे वे उस समय के आर्थिक, सामाजिक और सांस्कृतिक मुद्दों से अभिन्न रूप से जुड़े होते हैं (**बॉक्स-4** देखें)।

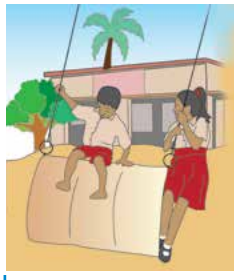
बॉक्स-4 : दोलक से सम्बन्धित कुछ अन्तर-विषयात्मक परियोजनाओं के सुझाव

- गैलिलियो के दोलक सम्बन्धी प्रयोगों का अध्ययन करना एवं उनका पुनर्निर्माण करना
- समय मापन उपकरणों के इतिहास का अध्ययन करना
- यूरोपीय विस्तार का अध्ययन करना – समुद्री यात्रा, देशान्तर की समस्या और समय मापन
- आजकल दोलकों का उपयोग कहाँ होता है?
- फूको का दोलक क्या है?
- यांत्रिक घड़ी बनाना

चित्र-2 : दोलक घड़ी के खोजकर्ता क्रिश्चियन हाइगेन्स ने इस घड़ी को लगभग 1673 में बनाया था। यह चित्र उनके आलेख Horologium Oscillatorium से लिया गया है।

Credits: Retrieved June 27, 2008 from Harold C. Kelly (2007) Clock Repairing as a Hobby: A How-To Guide for Beginners, Skyhorse Publishing, ISBN:160239153X, p.38, fig.13 on Google Books. URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Huygens_clock.png. License: CC-BY.

मुख्य बिन्दु



- दोलकों का उपयोग यांत्रिकी के कई मूलभूत सिद्धान्तों, जैसे गति, गुरुत्वाकर्षण और ऊर्जा आदि की व्याख्या करने में किया जा सकता है।
- विद्यार्थियों के लिए दोलकों का निर्माण करना एवं अन्वेषणों के लिए उपयोग करना काफ़ी आसान होता है।
- विद्यार्थी अन्तर्विषयात्मक परियोजनाओं के द्वारा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के इतिहास में दोलकों की महत्ता की जाँच-पड़ताल कर सकते हैं।

Note: Source for the image used in the background of the article title: https://www.flickr.com/photos/eileendelhi/125635185/. Credits: Eileen Delhi, Flickr. License: CC-BY-NC.

References:

1. Duckworth, E. R. (2009). 'The having of wonderful ideas and other essays on teaching and learning'. New York: Teachers College, Columbia University.
2. Harlen, W., & Elstgeest, J. (1992). 'Unesco sourcebook for science in the primary school'. Paris: Unesco Publishing.
3. Pendulum. (2019, December 17). Retrieved December 26, 2019, from https://en.wikipedia.org/wiki/Pendulum.
4. Waring, S. Cambridge Digital Library. Retrieved December 26, 2019, from https://cudl.lib.cam.ac.uk/view/ES-LON-00031/1.
5. Matthews, M. R. (2000). 'Time for science education: how teaching the history and philosophy of pendulum motion can contribute to science literacy'. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.

कविता कृष्ण ने आईआईटी मद्रास से स्नातक की पढ़ाई करने के बाद 10 वर्षों तक इंजीनियर के पद पर कार्य किया। उन्होंने अध्यापन के लिए पुनः प्रशिक्षण प्राप्त किया। उनके पास ग्रामीण एवं शहरी स्कूलों में अध्यापन, पाठ्यक्रम विकास और अध्यापक-शिक्षण का 15 से अधिक वर्षों का अनुभव है। उनसे kavitak2006@gmail.com पर सम्पर्क किया जा सकता है।

अनुवाद : कान्हाराम **पुनरीक्षण :** सुशील जोशी **कॉपी एडिटर :** अनुज उपाध्याय