

कक्षा सात में 'आकाश की ओर-1' अध्याय में तुमने दो प्रकार की सूर्य घड़ियाँ बनाई थीं। दिन में जब लम्बवत् गाड़ी हुई छड़ी की छाया समतल जमीन पर सबसे छोटी होती है तब दिन का मध्याह्न होता है। एक मध्याह्न से दूसरे मध्याह्न के बीच की अवधि को 'सौर दिन' कहते हैं। कक्षा सात में किए गए प्रयोगों से शायद तुम्हें याद होगा कि सबसे छोटी छाया बनने का समय हर रोज थोड़ा-थोड़ा बदलता रहता है। इसका मतलब यह हुआ कि सौर दिन की अवधि भी प्रतिदिन बदलती रहती है। साल भर के सौर दिनों की औसत अवधि को 'औसत सौर दिन' कहते हैं। इस औसत सौर दिन की अवधि को 24 बराबर कालखंडों में बाँटा गया है। समय के ऐसे एक कालखंड को ही '1 घंटा' कहते हैं। समय के और बारीक नाप के लिए इसी घंटे को आगे मिनटों और मिनटों को सेकेंडों में बाँट दिया गया है।

इस वर्ष तुमने 'आकाश की ओर-2' अध्याय में तारों की स्थिति देखकर समय बताना सीखा होगा। चन्द्रमा की कलाएँ भी हमारे लिए समय नापने का साधन है। पूर्णिमा और अमावस्या के नियमित क्रम हमें बताते हैं कि कितने दिन बीत गये। इसी तरह बदलते मौसम भी हमें समय बीतने का संकेत देते हैं। आम पर बौर (मौर) आते ही हमें पता चल जाता है कि पिछली बौर से इस बौर तक लगभग एक साल और बीत गया है। प्रकृति में ऐसी और कई क्रियाएँ हैं जो बार-बार होती हैं, और हर बार घटने में लगभग निश्चित समय लेती हैं। इन सब क्रियाओं का हम समय नापने के लिए उपयोग कर सकते हैं।

तुम्हें अपने आसपास भी ऐसी अनेकों क्रियाएँ होती दिखती होंगी। ऐसी सब क्रियाओं की सूची बनाओ। हर क्रिया के साथ उससे नापी जा सकने वाली समय की अवधि भी लिखो। (1)

हाथ पर बाँधने वाली घड़ी में कौन-कौन सी क्रियाएँ हैं जो बार-बार होती दिखती हैं? ये क्रियाएँ कितने-कितने समय के बाद दोहराती हैं? किसी भी घड़ी को देखकर बताओ। (2)

तुमने विज्ञान मेलों में या कहीं और तरह-तरह की घड़ियाँ देखी होंगी, जैसे जल घड़ी, रेत घड़ी, मोमबत्ती घड़ी इत्यादि।

आओ, ऐसी कुछ घड़ियाँ हम भी बनाएँ और देखें कि उनमें कौन-सी ऐसी क्रियाएँ हैं जिनसे हम समय नाप सकते हैं।

अपनी जल घड़ी बनाओ प्रयोग 1

इस प्रयोग में हम जल घड़ी बनाने का एक आसान तरीका सीखेंगे। खुले मुँह का टीन का एक डिब्बा लो और उसके पेंदे के बीच में कील से एक बारीक छेद कर लो। एक बाल्टी में साफ पानी भरकर डिब्बे को उसमें तैरा दो। छेद से डिब्बे के अन्दर पानी भरने लगेगा। अगर डिब्बे में पानी नहीं आता है तो छेद को और बड़ा कर दो। छेद इतना बड़ा होना चाहिए कि डिब्बा लगभग 5 मिनट में डूब जाए। अब डिब्बे के अन्दर से सारा पानी निकाल कर उसे फिर से बाल्टी में पानी के ऊपर तैराओ और डिब्बे के डूबने का समय घड़ी देखकर पता करो।

डिब्बा कितने समय में डूबा, अपनी कापी में लिखो। (3)

इस क्रिया को कम-से-कम पाँच बार दोहराओ। हरेक अबलोकन के पहले डिब्बे में से सारा पानी जरूर निकाल देना।

क्या हर बार डिब्बा लगभग बराबर समय में डूबता है? (4)

डिब्बा डूबने का औसत समय क्या है? (5)

क्या इस औसत समय के बराबर समय की अवधि नापने के लिए इस डिब्बे का उपयोग कर सकते हो? (6)

अपनी इस जल घड़ी से उसके औसत समय से भी छोटी अवधियाँ किस प्रकार नापोगे? (7)

बाल्टी में साफ पानी लेना क्यों जरूरी है? (8)

एक और घड़ी बनाओ प्रयोग 2

लगभग 1.5 से०मी० व्यास की एक मोमबत्ती लो और उसके ऊपरी छोर से पैमाने से नाप कर हर एक से०मी० की दूरी पर पिन से खरोंच कर निशान लगा दो। मोमबत्ती को कमरे के किसी एक ऐसे कोने में जमा कर जलाओ जहाँ उसे हवा के झोंके न लगे।

घड़ी देखकर मोमबत्ती के हर निशान तक जलने का समय अपनी कापी में लिखते जाओ। (9)

क्या मोमबत्ती का एक-एक से०मी० जलने का समय लगभग बराबर है ? (10)

एक से०मी० मोमबत्ती जलने का औसत समय क्या है ? (11)

ठीक ऐसी ही एक और मोमबत्ती लो और अपने अवलोकनों के आधार पर एक ऐसी घड़ी बनाओ जिससे तुम पाँच-पाँच मिनट के कालखंड नाप सको।

अपने इस तरीके को अपनी कापी में लिखो। (12)

इस प्रयोग को करने के लिए मोमबत्ती को ऐसी जगह रखना क्यों आवश्यक है जहाँ उसे हवा के झोंके न लगें ? (13)

मोमबत्ती की घड़ी बनाने में कई प्रकार की समस्याएँ आयेंगी। इनको दूर करने के तरीके स्वयम् सोचो और एक ज्यादा अच्छी मोमबत्ती घड़ी बनाओ।

हमने तुम्हें घड़ी बनाने के दो आसान तरीके बताए हैं। अब तुम और भी अच्छी घड़ियाँ बनाने के तरीके सोचो, इनको बनाओ और अपने सुझाव सवालीराम को भेजो।

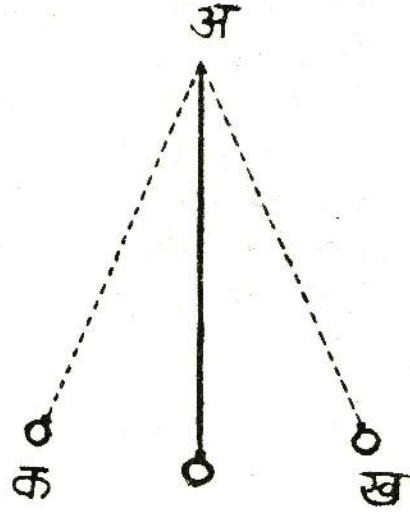
जल घड़ी और मोमबत्ती घड़ी से 5 मिनट से कम अवधि के कालखंड नापना आसान नहीं है।

आओ, अब हम ऐसा प्रयोग करें जिससे छोटी अवधि का समय ज्यादा आसानी से और सही-सही नापा जा सके।

दोलक प्रयोग 3

लगभग 2 मी० लम्बे धागे के एक सिरे पर एक पत्थर अच्छी तरह से बाँध लो। इस पत्थर को दरवाजे की चौखट में लगे सांकल के कुंडे से लटकवा दो। अगर वहाँ कुंडा न हो या कुंडा ढीला हो तो चौखट में एक कील ठोक कर उससे धागा बाँध लो। तुम्हें प्रयोग में धागे की लम्बाई बदलनी पड़ेगी। यह ध्यान में रखकर ही धागे की गाँठ लगाना।

इस तरह से लटकता हुआ भार ही तुम्हारा दोलक है। पत्थर को एक ओर थोड़ा हटाकर छोड़ दो। ऐसा करने पर पत्थर स्वतन्त्रतापूर्वक झूलना चाहिए। उसके इस झूलने को दोलन कहते हैं। दोलक का 'क' से 'ख' तक जाना और वापस 'क' तक आना एक पूरा दोलन माना जाता है (चित्र-1)।



चित्र-1

नाड़ी की घड़ी

प्रयोग 3 को करने के लिए हर टोली में एक ऐसी घड़ी होना आवश्यक है जिसमें सेकेंड की बड़ी सुई हो। अगर यह सम्भव नहीं हो तो इस अध्याय में दिए दोलक के सभी प्रयोगों को नीचे दिए गए तरीके से करना होगा।

अलग-अलग व्यक्तियों की नाड़ियों की गतियाँ अलग-अलग होती हैं। एक व्यक्ति की नाड़ी की गति भी अलग-अलग परिस्थितियों में अलग-अलग होती है। पर अगर किसी एक व्यक्ति को आराम से बैठ दिया जाए तो जब तक वह बैठा रहेगा उसकी नाड़ी की गति लगभग बराबर रहेगी और उसका घड़ी के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

अगर तुम चाहो तो ऐसा करके देख सकते हो।

जिस टोली में सेकेंड की सुई वाली घड़ी न हो, उस टोली का एक सदस्य आराम से बैठ जाए और शरीर के आंतरिक अंग और उनके कार्य वाले अध्याय में दिए हुए तरीके से अपनी नाड़ी देखना शुरू कर दे। टोली का एक अन्य सदस्य दोलक को मध्य बिन्दु से हटा कर पकड़े रहे और नाड़ी देखने वाले विद्यार्थी के इशारे का इन्तजार करे। इशारा मिलते ही वह दोलक को छोड़ दे और उसके दोलनों की संख्या गिनना शुरू कर दे। इशारा देने के साथ ही नाड़ी देखने वाला विद्यार्थी अपनी नाड़ी की गिनती मन-ही-मन शुरू कर दे।

ध्यान रहे कि गिनती '०' से शुरू हो। दोलनों की निश्चित संख्या पूरी हो जाने पर दोलन गिनने वाला विद्यार्थी इशारा करे और इसके पाते ही नाड़ी गिनने वाला विद्यार्थी नाड़ी गिनना बन्द कर दे। दोलनों का समय, सेकेंडों के बजाए, नाड़ी संख्याओं में लिखना होगा।

इस प्रयोग के अन्त में कक्षा के किसी अन्य विद्यार्थी या गुरुजी से सेकेंड की बड़ी सुई वाली घड़ी माँग लो और यह पता करो कि नाड़ी देखने वाले तुम्हारे साथी की नाड़ी एक मिनट में कितनी बार चलती है। नाड़ी की गति पता करने के लिए घड़ी की सेकेंड की सुई जब बाहर के निशान पर आए तो यह साथी अपनी नाड़ी गिनना शुरू कर दे और तब तक गिनता रहे जब तक सेकेंड की सुई फिर से बारह के निशान पर न आ जाए। ऐसा कम-से-कम तीन बार करो और अपने साथी की एक मिनट में औसत नाड़ी संख्या निकालो। इस जानकारी के आधार पर तुम अपने अवलोकनों को नाड़ी में सेकेंडों में बदल सकते हो।

पता लगाओ कि तुम्हारे दोलक को एक दोलन करने में कितना समय लगता है? (14)

यह समय दोलक का दोलनकाल कहलाता है।

क्या दोलनकाल नापने में कुछ कठिनाई आयी? यदि हाँ, तो क्या? (15)

अब एक साथ दस दोलनों का समय नापो।

दोलक को 10 दोलन करने में कितना समय लगा ? (16)

इसके आधार पर बताओ कि एक दोलन में औसतन कितना समय लगा है ? (17)

दोलक द्वारा 20, 30, 40 और 50 दोलन करने में लगे समय को अलग-अलग नापो।

अपने आँकड़े तालिका बनाकर लिखो। (18)

हर बार का औसत दोलनकाल पता लगाओ और ऊपर वाली तालिका में लिखो। (19)

क्या हर बार औसत दोलनकाल लगभग बराबर आया ? (20)

इस प्रयोग से दोलक के दोलन के बारे में तुम क्या निष्कर्ष निकाल सकते हो ? (21)

दोलक का यह गुण जो तुमने इस प्रयोग में सीखा है, इटली के वैज्ञानिक गैलीलियो ने सबसे पहले 17वीं सदी में पता किया था। बहुत सालों तक दीवार पर टँगने वाली घड़ियाँ इसी गुण के आधार पर बनाई जाती थीं और आज भी कई जगह ऐसी घड़ियों का उपयोग होता है।

ऊपर के प्रयोग में हमने देखा कि एक दोलक का औसत दोलनकाल बार-बार नापने पर लगभग बराबर आता है। क्या यह दोलनकाल दोलक की लम्बाई या धागे से लटके पत्थर के भार पर निर्भर करता है ? इन प्रश्नों के उत्तर हम अगले दो प्रयोगों द्वारा पता करेंगे।

दोलक की लम्बाई का दोलनकाल पर प्रभाव प्रयोग 4

जिस बिन्दु से दोलक को लटकाया है उस बिन्दु और पत्थर के बीच की दूरी को दोलक की लम्बाई मानो। दोलक की लम्बाई 20 से०मी० रखकर उसके 50 दोलन का समय नापो। इस क्रिया को तीन बार करो और 50 दोलनों में लगे समय की औसत निकालो। इस औसत को 50 से भाग देकर दोलन का औसत दोलनकाल निकालो।

अब दोलक की लम्बाई 10-10 से०मी० बढ़ाकर इस क्रिया को दोहराओ। ऐसा तब तक करते जाओ जब तक दोलक की लम्बाई 100 से०मी० न हो जाए।

अपने दोलक की लम्बाई और दोलनकाल के आँकड़ों को अपनी कापी में नीचे जैसी तालिका बनाकर लिखो। (22)

क्र०	धागे की लम्बाई (से०मी०)	50 दोलन का समय (सेकेंड या नाड़ी संख्या में)				औसत दोलनकाल
		1	2	3	औसत	
1.	20					
2.	30					
.	.					
.	.					

जिन विद्यार्थियों ने दोलनकाल को नाड़ी संख्या में नापा है वे अपनी तालिका के आखिरी स्तम्भ के आँकड़ों को सेकेंड में बदल लें। ऐसा करने का तरीका प्रयोग 3 में बताया गया है।

दोलक की लम्बाई बढ़ाने से दोलनकाल पर क्या असर पड़ता है ? (23)
एक सेकेंड दोलनकाल वाले दोलक की लम्बाई कितनी होनी चाहिए ?
अपनी तालिका के आधार पर अनुमान से बताओ। (24)

ऐसे दोलक से समय को सेकेंडों में आसानी से नाप सकते हैं। इसे सेकेंड का दोलक कहते हैं।

**पत्थर के वजन और
दोलनकाल में सम्बंध
प्रयोग 5**

अलग-अलग वजन के पत्थर लटकाने पर एक ही लम्बाई के दोलकों के औसत दोलनकालों में क्या अन्तर होगा ? इस प्रश्न का उत्तर पाने के लिये एक प्रयोग करो।

अपने प्रयोग के आँकड़े तालिका बनाकर लिखो। (25)

अलग-अलग वजन के पत्थर लटकाने से औसत दोलनकाल पर क्या असर पड़ता है ? (26)

इस प्रयोग में सब दोलकों की लम्बाई बराबर क्यों रखी गयी ? (27)

एक अभ्यास

जगदीश ने 50 से०मी० लम्बा दोलक बनाया, और उसका औसत दोलनकाल पता किया। दोलक की लम्बाई 100 से०मी० करके उसने प्रयोग फिर से किया और औसत दोलनकाल पता लगाया।

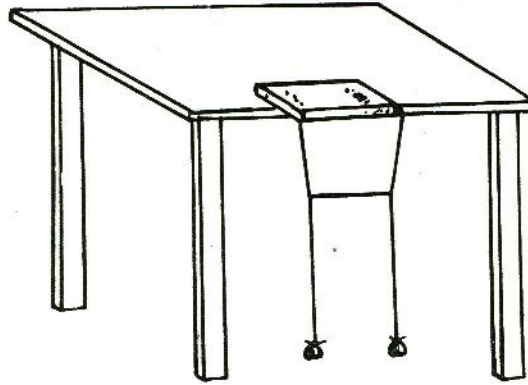
इस बार जो दोलनकाल मिला वह पहले की अपेक्षा,
बढ़ गया,
घट गया,
या वही रहा ? (28)

इस लम्बे दोलक का दोलनकाल पहले की अपेक्षा,
आधा है,
दुगना है,
दुगने से अधिक है,
या दुगने से कम है ? (29)

आओ, अब हम दोलक के दो और रोचक प्रयोग करें।

एक दोलक का दूसरे दोलक पर प्रभाव

करीब दो मीटर लम्बा धागा लो। उसके दोनों छोरों पर दो छोटे-छोटे पत्थर बाँध लो। एक मोटी पुस्तक लो और उसके बीच धागे को इस प्रकार फँसा दो कि पुस्तक के दोनों ओर बराबर-बराबर लम्बाई के दो दोलक लटके हों। पुस्तक को किसी मेज पर थोड़ा-सा बाहर निकालकर ऐसे रखो कि दोनों दोलक स्वतन्त्रतापूर्वक दोलन कर सकें। जरूरत हो तो ईंट या अन्य चीज से पुस्तक को दबा दो ताकि पुस्तक गिरे नहीं। धागे को पुस्तक में सरका कर दोनों दोलकों की लम्बाई बराबर कर लो और इनके बीच बराबर ऊँचाई पर एक धागा बाँधकर दोनों दोलकों को एक-दूसरे से जोड़ दो (चित्र-2)।



चित्र-2

दोनों दोलकों को स्थिर कर एक दोलक को बीच में बँधे धागे के लम्बवत् खींचकर चला दो। क्या हुआ ? ध्यान से देखो। ऐसा दो-तीन बार करो।

अपने अवलोकन अपनी कापी में लिखो। (30)

अब एक ओर से धागे को खींच कर थोड़ा बड़ा कर दो जिससे कि दोनों दोलकों की लम्बाई अलग-अलग हो जाए। दोनों दोलकों को स्थिर कर लम्बे दोलक को चलाकर देखो कि क्या होता है। दोलकों को फिर स्थिर कर छोटे दोलक को चलाकर देखो कि क्या होता है ?

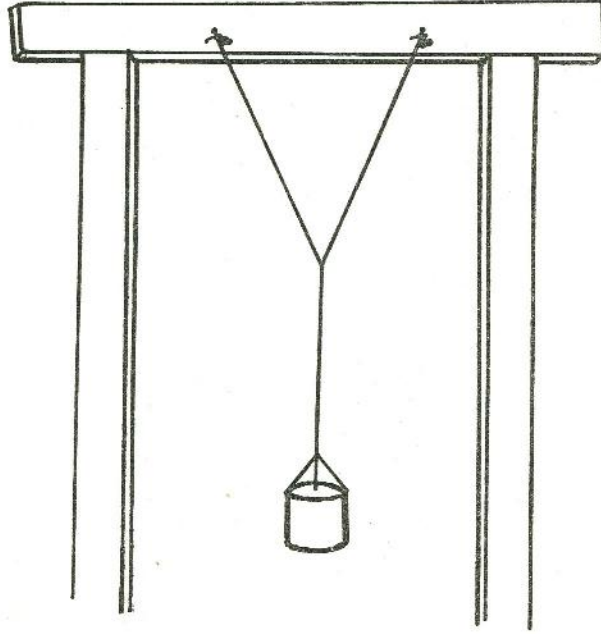
इन अवलोकनों को भी अपनी कापी में लिखो। (31)

इस प्रयोग में समान और असमान लम्बाइयों वाले दोलकों के अवलोकनों में तुम्हें क्या अन्तर मिला ? (32)

दोलक का एक खेल

जिस डिब्बे से तुमने अध्याय के शुरू में जल घड़ी बनाई थी, उसके ऊपरी किनारे पर तीन छेद करके धागों द्वारा लटकाने का प्रबन्ध करो। दरवाजे की चौखट में लगभग 50 से.मी. के फ़ासले पर दो कीलें ठेक दो।

अब 1.5 मीटर लम्बा धागे का एक टुकड़ा लो। इसका एक छोर एक कील से और दूसरा छोर दूसरी कील से बाँध दो। इस धागे के ठीक बीच से एक और धागे द्वारा डिब्बे को इस प्रकार लटकाओ कि वह फर्श से लगभग 5 से०मी० ऊपर हो (चित्र-3)।



चित्र-3

अब रेत को बारीक कपड़े से छानकर डिब्बे में भर दो। इस दोलक को अलग-अलग दिशाओं में चलाकर देखो कि डिब्बे में से निकलती हुई रेत फर्श पर कैसी आकृतियाँ बनाती है। रेत से भरा हुआ डिब्बा फर्श से बहुत ऊँचा नहीं होना चाहिए, नहीं तो रेत फर्श पर फैल जायेगी और कोई स्पष्ट आकृति नहीं बनेगी। अगर चाहो तो कागज पर गोंद या लेई लगाकर दोलन करते हुए डिब्बे के नीचे रख सकते हो। ऐसा करने से तुम्हें कागज पर रेत से बनी हुई स्थायी आकृतियाँ प्राप्त हो जायेंगी।

नये शब्द :

सौर दिन

दोलनकाल

दोलक

औसत दोलनकाल

दोलन