

होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम

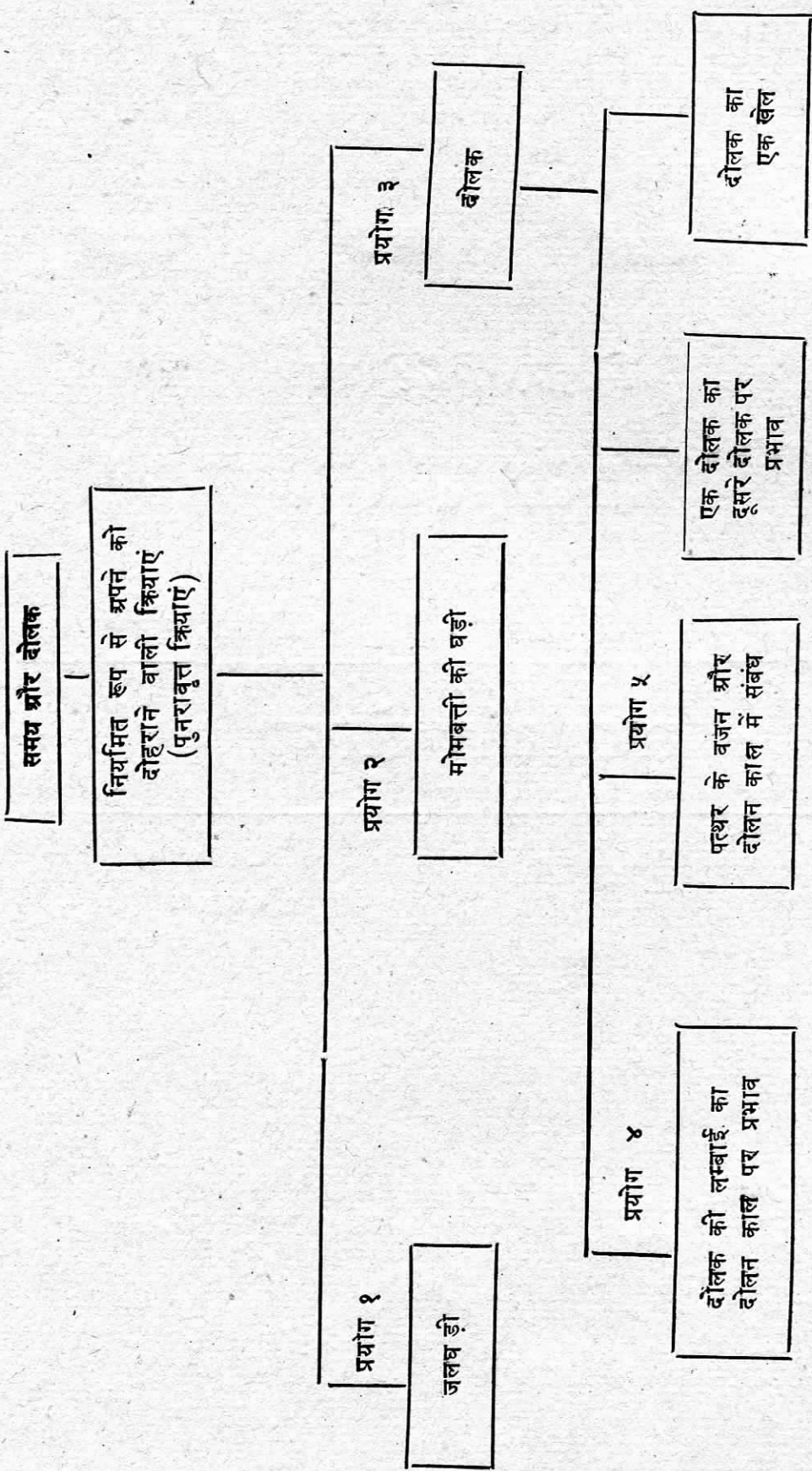
शिज्ञक निर्देशिका

यह निर्देशिका परीक्षण, टिप्पणी व संशोधन के लिये होशंगाबाद जिले के शिक्षकों को प्रस्तुत की जा रही है ।

समय और दोलक

बाल वैज्ञानिक
कक्षा ग्राठ (खंड दो)

जुलाई, 1982



समय और दोलक

नियमित रूप से अपने को दोहराने वाली क्रियाएं
(पुनरावृत्त क्रियाएं)

प्रयोग १

जलघड़ी

प्रयोग २

सोमबत्ती की घड़ी

प्रयोग ३

दोलक

प्रयोग ४

दोलक की लम्बाई का दोलन काल पर प्रभाव

प्रयोग ५

पत्थर के वजन और दोलन काल में संबंध

दोलक का एक खेल

एक दोलक का दूसरे दोलक पर प्रभाव

“आकाश की ओर” — १ व २ अध्यायों में हमने सूर्य, पृथ्वी, तारों आदि की गति का अध्ययन किया था। वहाँ इस बात की ओर संकेत किया गया था कि इन पिंडों की पुनरावृत्त गति (निश्चित समय पर बार-बार होने वाली गति) के आधार पर समय नापने के यंत्र बनाये जाते हैं। वहाँ पर हमने सूर्य घड़ी भी बनाई थी।

उद्देश्य

इस अध्याय में हमारा उद्देश्य यह है कि पुनरावृत्त क्रियाओं पर फिर विचार करें और इनको आधार मानकर समय नापने के कुछ अन्य तरीकों का अध्ययन करें।

समय नापने का इतिहास

समय नापने का इतिहास बहुत पुराना है। जब स मनुष्य को समय नापने की आवश्यकता हुई है तब से वह आकाश की ओर देखता आ रहा है और पृथ्वी तथा चन्द्रमा की गति का उपयोग समय नापने के लिये कर रहा है। एक सूर्योदय से अगले सूर्योदय तक, या एक मध्याह्न से अगले मध्याह्न तक की अवधि को उसने सौर (सूर्य से संबंधित) दिन का नाम दिया। एक पूर्णिमा से अगली पूर्णिमा तक या एक अमावस से अगली अमावस तक के समय को उसने एक महीना माना। इसी प्रकार सूर्य के एक उत्तरायण (मकर संक्रांति) से अगले उत्तरायण तक की अवधि को एक वर्ष कहा। जब मनुष्य को यह लगा कि उसे एक दिन से भी छोटे कालखण्डों को नापने की आवश्यकता है तो उसने कई प्रकार की घड़ियों का निर्माण किया। (वैसे सौर दिन का २४ घंटों में, घंटे का ६० मिनट में और एक मिनट का ६० सेकेण्डों में विभाजन केवल सुविधा के लिये किया गया, इसका कोई खास वैज्ञानिक आधार नहीं है।) सूर्य घड़ियां, जल घड़ियां, रेत घड़ियां और अन्य कई प्रकार की सुन्दर और कलात्मक घड़ियां बनीं, परन्तु ये घड़ियां कई कारणों से सुविधाजनक नहीं थीं। इनके कुछ नमूने आज भी संसार के संग्रहालयों में देखे जा सकते हैं। सत्रहवीं शताब्दी की एक विशेष खोज ने घड़ी बनाने की कला में क्रांति ला दी। यह खोज संयोग से ही हुई थी। एक दिन गिरजा घर में बैठे हुए गैलिलियो नामक वैज्ञानिक ने देखा कि छत से लटका हुआ लैम्प बहुत निश्चित रूप से दोलन कर रहा है। ध्यान से अवलोकन करने पर और अन्य प्रयोग करने के बाद उन्होंने दोलक के नियम को स्थापित किया। इस नियम के अनुसार दोलक का दोलन-काल केवल उसकी लम्बाई पर निर्भर करता है, उसके आयाम और वजन पर नहीं। कुछ ही समय बाद इस बात की भी खोज हो गई कि हर वस्तु में कम्पन की क्रिया करवाई जा सकती है (ध्वनि के अध्याय में हमने देखा है कि जब घंटे को ठोका जाता है तो उसमें कम्पन पैदा होता है) और उसका कम्पनकाल (आवृत्तिकाल) निश्चित होता है। शीघ्र ही यह स्पष्ट हो गया कि दोलनकाल या आवृत्तिकाल की निश्चिता का उपयोग वारीकी से समय नापने वाली घड़ियों के निर्माण में किया जा सकता है। बस फिर क्या था। संसार भर में मंजे हुए कारीगरों में सुन्दर, कलात्मक और अधिक ठीक समय देने वाली घड़ियां बनाने की होड़ सी लग गई। इसका नतीजा आज हमारे सामने है। याद रहे कि आजकल जो इलेक्ट्रॉनिक घड़ियां बनती हैं उनका आधार भी आवृत्तिकाल की स्थिरता ही है।

इस अध्याय में हम दोलक से संबंधित कुछ प्रयोग करेंगे और इस बात को समझने का प्रयत्न करेंगे कि उनका उपयोग सरलता पूर्वक समय नापने के लिये कैसे किया जा सकता है।

यहां हमने कुछ ऐसे शब्दों का उपयोग किया है जिनका अर्थ स्पष्ट करने की आवश्यकता है। इस अध्याय में हम दोलक को दोलन कराते हैं और उसे एक दोलन (चित्र-१) करने में जो समय लगता है उसे उसका दोलनकाल कहते हैं। इसी प्रकार हमने ध्वनि के अध्याय में तार के कम्पन का अध्ययन किया था। तार या किसी कम्पित वस्तु को एक कम्पन करने में जो समय लगता है उसे उस वस्तु का कम्पनकाल कहते हैं। कम्पनकाल एवं दोलनकाल दोनों शब्दों के लिये आवृत्तिकाल शब्द का उपयोग भी किया जाता है। दोलक के एक दोलन को अध्याय के चित्र-१ के आधार पर समझाया गया है। दोलक "क" से मध्य बिन्दु तक जाकर फिर दूसरी ओर "ख" तक जाता है। "ख" से वह लौटकर फिर मध्य बिन्दु तक आता है। इस दूरी को यानी "ख या "क" से मध्य बिन्दु तक की दूरी को—दोलक का आयाम कहते हैं। यदि दोलक स्वतंत्र रूप से दोलन करता रहे तो कुछ दोलनों के बाद वह स्वयं ही रुक जाता है यानी उसका आयाम शून्य हो जाता है। वास्तव में हर दोलन में उसका आयाम क्रमशः कुछ घटता जाता है परन्तु उसका दोलनकाल वही रहता है।

पुनरावृत्त क्रियाओं का पुनरावलोकन

अध्याय के प्रश्न (१) व (२) में पुनरावृत्त क्रियाओं का पुनरावलोकन करने का प्रयत्न किया गया है। प्रश्न १ के उत्तर में बच्चे अपने अनुभव के आधार पर पुनरावृत्त क्रियाओं की सूची बनायेंगे। इस सूची में संभवतः वे कुछ मानव-निर्मित क्रियायें भी जोड़ेंगे। जैसे रेलगाड़ी का प्रतिदिन एक निश्चित समय पर आना, परीक्षा का हर वर्ष एक समय पर होना, इत्यादि। अध्यापकों के लिये यह अच्छा अवसर होगा कि वे इस बात की ओर संकेत दें कि मानव-निर्मित पुनरावृत्त क्रियायें भी समय नापने के काम आ सकती हैं। घड़ी में भी एक प्रकार की मानव-निर्मित क्रिया होती है जिसका वर्णन प्रश्न (२) के माध्यम से करवाया जा सकता है। अध्यापक बच्चों से यह भी पूछ सकते हैं कि यदि उनमें से किसी के घर दीवार घड़ी हो तो वह उसमें होने वाली पुनरावृत्त क्रियाओं की सूची बनाकर लाये और अपने सब साथियों को अपने अवलोकनों से अवगत करवायें।

मिनटों के कालखण्ड नापने वाली घड़ियाँ

प्रयोग १ व २ में हम जो घड़ियाँ बनवाना चाहते हैं वे ऐसी दो क्रियाओं पर आधारित हैं जो स्वयं को तो नहीं दोहराती परन्तु समान स्थितियों में बार-बार सम्पन्न किये जाने पर समान समय में पूरी होती है।

इस प्रयोग के प्रश्न (७) का उद्देश्य बच्चों का ध्यान इस ओर आकर्षित करना है कि डिब्बे के समान भाग समान समय में नहीं डूबते। इसलिये डिब्बे पर समान दूरी पर चिन्ह लगाकर और बिना किसी अन्य घड़ी की सहायता किये हम छोटी अवधि के कालखण्ड नहीं नाप सकते चाहें तो प्रयोग द्वारा इस तथ्य की पुष्टि करने के लिये बच्चों को कहा जा सकता है।

मोमबत्ती की घड़ी बनाते समय यदि कुछ सावधानियां बरती जाएं तो अच्छी घड़ी बन सकती है। जैसे (१) ऊपर से नीचे तक लगभग समान व्यास वाली मोमबत्ती का चुनना, (२) मोमबत्ती पर बारीक निशान लगाना, (३) हवा के झोंकों से जलती मोमबत्ती को बचाकर रखना और (४) मोमबत्ती के पहले से.मी. के जल जाने के बाद अवलोकन शुरू करना। यदि फिर भी अवलोकन संतोषजनक न लगे तो बच्चों से अन्य क्रियाओं पर आधारित घड़ियां बनवायें।

दोलक के प्रयोग

प्रयोग ३, ४ और ५ दोलक से संबंधित हैं इनके माध्यम से हम दोलक का यह गुण स्थापित करेंगे कि उसका दोलनकाल केवल उसकी लम्बाई पर निर्भर करता है, उसके आयाम और वजन पर नहीं।

प्रयोग ३ में दोलक की लम्बाई को २ मीटर रखना जरूरी नहीं है। यदि कुछ कम लम्बाई लेने से आपको सुविधा हो तो वैसा कर सकते हैं।

छपाई में सुधार :—

पृष्ठ ६६ पर नाड़ी की घड़ी नामक बाक्स में नीचे से, छठी लाईन का पहला शब्द “बाहर” नहीं बल्कि “बारह” होना चाहिये।

इसी बाक्स के अंतिम वाक्य को इस प्रकार पढ़ें :
“इस जानकारी के आधार पर तुम अपने अवलोकनों को नाड़ी संख्या से मिनटों में बदल सकते हो।”

प्रश्न (१५) का विशेष महत्व है। इससे यह पता लगता है कि दोलनकाल ज्ञात करने में दोलन संख्या अधिक क्यों लेते हैं। इसके द्वारा अध्यापक बच्चों का ध्यान इस बात की ओर ले जाएं कि वास्तव में एक दोलन का समय ठीक से नहीं नापा जा सकता। इसलिये २०-३० दोलनों का समय नापकर औसत दोलनकाल निकालना अधिक उचित है। चाहें तो शिक्षक बच्चों को “दूरी नापना” अध्याय में बताई गई एक पृष्ठ की मोटाई नापने की प्रक्रिया याद करवा सकते हैं।

प्रश्न (१७) के बाद बच्चे जब २०, ३०, ४० और ५० दोलन करने में लगे समय को नापने लगे तो उनसे कहें कि हर बार वे पत्थर को एक ही दूरी से न छोड़ें। प्रयोग करने के बाद जब औसत दोलनकाल के बारे में निष्कर्ष निकलने लगे (प्रश्न २१) तो उनसे यह प्रश्न पूछिये

—“क्या सभी दोलनों में दोलक एक ही निश्चित दूरी तक जाता है?”

—“यदि नहीं, तो क्या इसका कोई प्रभाव दोलन के औसत दोलनकाल पर पड़ा ?”

इन प्रश्नों के उत्तर के आधार पर बच्चों से यह निष्कर्ष निकलवाएं कि दोलक के दोलनकाल पर उसके आयाम का कोई प्रभाव नहीं पड़ता ।

प्रश्न २४ का उत्तर पाने के लिये बच्चे अपनी तालिका के अंतिम स्तंभ को देखें और वह आंकड़ा ढूँढ़ें जो एक सेकेंड के निकटतम हो । इस आंकड़े की सहायता से वे एक सेकेंड दोलनकाल वाले दोलक की लम्बाई का अनुमान लगा सकेंगे । एक सहायक प्रयोग के रूप में अध्यापक बच्चों को एक सेकेंड दोलनकाल वाला दोलक बनाने को कह सकते हैं । गृहकार्य के रूप में लम्बाई एवं दोलनकाल में ग्राफ बनवाकर उसकी सहायता से एक सेकेंड दोलनकाल वाले दोलक की लम्बाई भी निकलवा सकते हैं । ध्यान रहे कि यह ग्राफ सरल रेखा नहीं है ।

सुधार :

पुस्तक में एक सेकेंड दोलनकाल वाले दोलक को “सेकेंड का दोलक” कहा है । वास्तव में यह ठीक नहीं है । “सेकेंड का दोलक” उस दोलक को कहते हैं जिसका दोलनकाल २ सेकेंड होता है । ऐसे दोलक की लम्बाई लगभग १०० से. मी. होती है ।

दीवार घड़ी के बारे में

पुस्तक में दीवार पर टंगने वाली घड़ियों का उल्लेख है जो दोलक से बनाई जाती है । ऐसी घड़ियों में दोलक के साथ ऐसा कांटा-सा लगा रहता है जो दोलक के प्रत्येक दोलन को गिन लेता है और साथ ही दोलक को हर बार थोड़ा धक्का देकर उसका आयाम कायम रखने में सहायक होता है ।

प्रयोग ५ का उद्देश्य पत्थर के वजन के दोलक के औसत दोलनकाल पर प्रभाव ज्ञात करना है । इसके लिये अलग-अलग वजन वाले पत्थरों के साथ बारी-बारी से बच्चे एक ही लम्बाई वाला दोलक बनाकर हर बार उसका औसत दोलनकाल ज्ञात करेंगे । ध्यान रहे कि दोलक की लम्बाई पत्थर के मध्य बिन्दु से उस बिन्दु तक की दूरी है जहाँ से दोलक लटका हुआ है । इस प्रयोग के लिये तालिका कैसी होनी चाहिये यह बच्चे स्वयं सोचें ।

प्रश्न (२६) का उत्तर पाने से पहले बच्चों का ध्यान उनकी प्रयोग ३ की तालिका (प्रश्न १८) की ओर आकर्षित कराएं और उन्हें अनुमान करा दें कि औसत दोलनकाल में घटबढ़ के कारण कितना अन्तर आ सकता है । प्रयोग ५ की तालिका (प्रश्न २५) के आंकड़ों में अन्तर यदि इस घटबढ़ के अन्तर से अधिक हो तो यह प्रयोग सावधानीपूर्वक दोहराने को कहे ।

वैज्ञानिक पद्धति का एक पहलू

प्रश्न (२७) वैज्ञानिक पद्धति के एक महत्वपूर्ण पहलू को उभारता है। यदि एक से अधिक भौतिक राशियां किसी क्रिया पर प्रभाव डालती हैं तो प्रयोग द्वारा किसी एक का प्रभाव जानने के लिये अन्य सब भौतिक राशियों को स्थिर रखना आवश्यक है। प्रयोग ५ में हम दोलक के औसत दोलनकाल पर उसके वजन का प्रभाव जानना चाहते हैं। इसलिये यह जरूरी है कि दोलक की लम्बाई स्थिर रखी जाए। शिक्षकों से यह अपेक्षा है कि वे इस प्रश्न को लेकर बच्चों के साथ चर्चा करेंगे और इसका वैज्ञानिक महत्व स्पष्ट करेंगे। अभ्यास द्वारा शिक्षक मालूम कर सकते हैं कि छात्र प्रयोगों द्वारा दोलक के गुण को ठीक से समझ पाये हैं या नहीं। ऐसे ही अन्य अभ्यास जोड़कर आप उसके साथ और चर्चा कर सकते हैं।

शिक्षक के लिये जानकारी

दोलक का दोलनकाल उसकी लम्बाई के वर्गमूल (लम्बाई) के समानुपात में बढ़ता है।

उदाहरण :—

यदि दोलक की लम्बाई ४ गुना कर दी जाए तो उसका दोलनकाल दुगुना हो जायेगा। यदि लम्बाई ९ गुना बढ़ा दी जाए तो दोलनकाल ३ गुना हो जायेगा।

किट सूची

प्रयोग क्रमांक	किट से प्राप्त सामग्री		स्थानीय स्तर पर प्राप्त सामग्री	
	नाम	टोली- वार संख्या	नाम	टोलीवार संख्या
१			मुंह खुला टीन का डिब्बा कील पानी से भरी बाल्टी	१ १ १
२	१.५ से.मी. व्यास वाली मोमबत्ती	१	माचिस	
३, ४, ५ दोलक पर प्रभाव व खेल	२ मीटर लम्बा घागा स्केल	१	कुछ छोटे-बड़े पत्थर	