होशंगाबाद विज्ञान शिक्षण कार्यक्रम

शिक्षक निर्देशिका

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

ध्वनि

बाल वैज्ञानिक

कक्षा आठ (खंड एक)

सितम्बर 1982

बचपन से ही हमारा परिचय भिन्न-भिन्न प्रकार की आवाजों से होता है और हम उन्हें आसानी से पहचान लेते ह। पुरुष की भारी आवाज, महिला की पतली आवाज, रेल के इंजन की तीखी सीटी भैंस की मोटी आवाज, लाउड स्पीकर की ऊंची आवाज--इस प्रकार अलग-अलग आवाजों में अन्तर को हम भारी, पतली, ऊंची इत्यादि नाम देकर स्पष्ट कर लेते हैं।

आवाज उत्पन्न कैसे होती है? उसमें किन कारणों से अन्तर हो सकता है? विभिन्न माध्यमों से उनके प्रारण में क्या अन्तर आता है? --इन सब प्रश्नों को समझने का प्रयत्न इस अध्याय मे किया गया है।

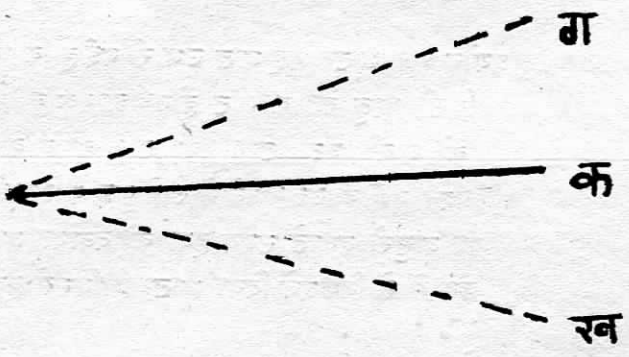
कम्पन से ध्वनि का संबंध. प्रयोग १ से ४ तक यह बात उभारी गई ह कि ध्वनि की उत्पत्ति के लिये किसी वस्तु का कम्पित होना आवश्यक है। बच्चे इन कम्पनों को थाली, घंटा, तना हुआ तार आदि को छूकर महसूस करेंगे। प्रश्न २८ के उत्तर देने में उन्हें कुछ कठिनाई हो सकती है। सीटी या बांसुरी बजाते समय हवा को दबाया जाता है और बहुत छोटे छेद में से निकलने दिया जाता है जिससे हवा में कम्पन होने लगते

कम्पन गति का ध्वनि के भारी या पतलेपन से संबंध. प्रयोग ५ म मीटर के पमाने की भिन्न-भिन्न लम्बाईयों को कम्पित करके उनमें कम्पनों की बदलती गति का आभास दिलाया गया है। कांपते हुए पैमाने को देखकर या फिर उसके मेज के किनारे वाले हिस्से को छूकर ही पता चल जाता है कि कांपते हुए हिस्से की लम्बाई कम होने से उसमें होने वाले कम्पनों की गति बढ़ जाती है। ध्यान से सुनने पर पता चलता है कि पैमाने की एक ऐसी स्थिति आती है जब कम्पनों के कारण ध्वनि पैदा होने लगती है। ऐसा हो सकता है कि हर छात्र इस आवाज को नहीं सुन पाये या फिर प्रश्न (३५) के उत्तर में बच्चे अलग-अलग लम्बाई बतायें। यह स्वाभाविक है क्योंकि अलग-अलग व्यक्तियों की श्रवण शक्ति में कुछ मामूली अन्तर होता है। प्रयोग ६ में धातु की पत्ती को

कम्पित कराने पर आवाज अधिक स्पष्ट रूप से सुनाई पड़ेगी। इस प्रयोग के माध्यम से हम यह दिखाना चाहते हैं कि पत्ती के कम्पन करने वाले हिस्से की लम्बाई जैसे-जैसे घटती जाती है वैसे वैसे उसमें होने वाले कम्पनों की गति बढ़ती जाती है और उसके द्वारा पैदा हुई आवाज पतली होती जाती है। एक कम्पित वस्तु की कम्पन गति और कम्पन द्वारा उत्पन्न ध्वनि के भारीपन या पतलेपन (तारत्व) का यह संबंध महत्वपूर्ण है और यह बच्चों को स्पष्ट हो जाना चाहिये।

शिक्षकों के लिये जानकारी : कम्पन गति कम्पनकाल व आयाम

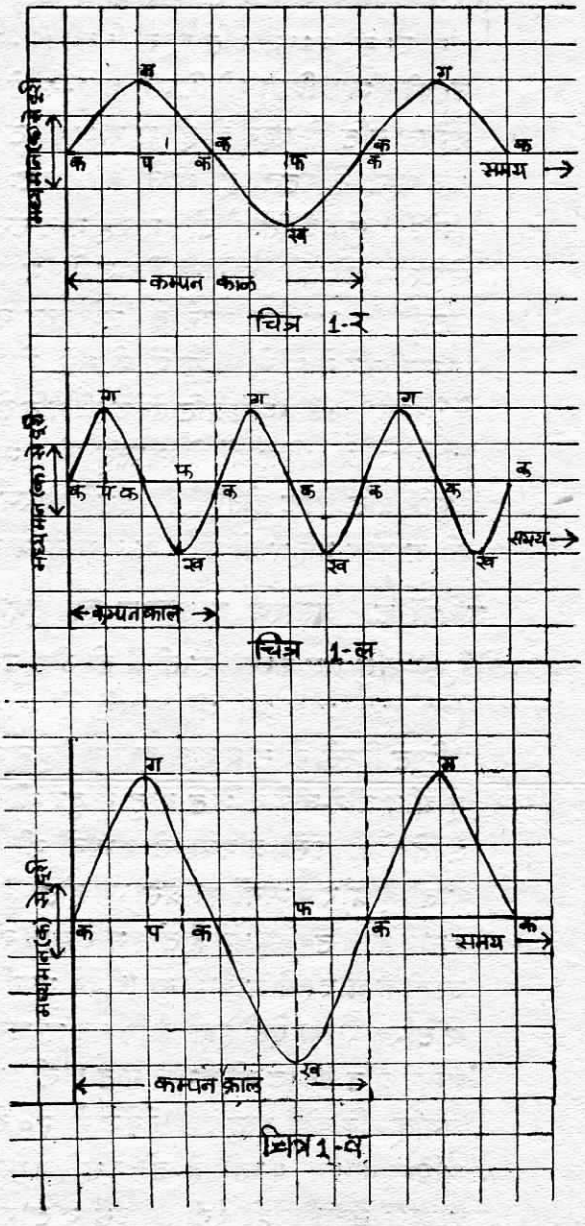
पत्ती या पैमाने के कम्पन का विवरण अब हम कुछ और विस्तार से देंगे। पैमाने को जब हम ीच दबाकर चित्र –१य



चित्र 1-य

की 'ख' स्थिति छोड़ते है तो उसका छोर मध्यमान स्थिति 'क' तक आकर फिर ऊपर को 'ग' तक जाता है। इसके बाद वह नीचे की ओर लौटता है और फिर मध्यमान स्थिति 'क' से होता हुआ 'ख' तक आता ह। यही प्रक्रिया बार-बार दोहराई जाती है। इस कम्पन क्रिया को यदि हम ग्राफ द्वारा दर्शाएं तो समय

के साथ पैमाने के छोर की बदलती स्थिति चित्र–१र, जैसी दिखाई देगी।



ग्राफ म हमने पैमाने की कम्पन क्रिया को मध्यमान स्थिति से शुरू होता दिखाया है। कम्पित पैमाने के छोर के मध्यमान स्थिति 'क' से शुरू होकर 'ग' तक पहुंचना और इसके बाद लौटकर 'क' से होकर 'ख' तक पहुंचाने के बाद 'क' तक लौटने को एक कम्पन कहते हैं और इस दूरी को तय करने में लगे समय को उसका कम्पनकाल कहते हैं। एक कम्पन जो कि 'क' स्थिति से शुरू हो रहा है को संक्षेप में क-ख-क-ग-क द्वारा इंगित किय जाता है।

कम्पित वस्तु यहां पैमाने द्वारा एक सेकेंड में किये गये कम्पनों की संख्या उसकी कम्पन गति का मान होती है।

अगर एक पैमाने के कम्पित हिस्से की लम्बाई इतनी कम कर दी जावे कि उसकी कम्पन गति पहले चित्र–१–र से दुगनी हो जाय तो उसकी कम्पन क्रिया को फिर चित्र १–ल से दिखाया जा सकता है। कम्पन गति के बढ़ने के ही आवाज का तारत्व बढ़ता है यानी की वह पहले से पतली हो जाती है। अतः जब कोई ध्वनि भारी (मोटी) सुनाई देती है तो हम यह मान सकते है कि वह ऐसी वस्तु से उत्पन्न हो रही है जो एक सेकण्ड में कम कम्पन कर रही है, जबकि पतली आवाज पैदा करने के लिये वस्तु को एक सेकेंड में अधिक कम्पन कर ने पड़ेंगे। पुरषों के कण्ठ के स्वरतंतु साधारण स्थिति में लगभग ३०० कम्पन प्रति सेकेंड की गति से कम्पित होते हैं जबकि आमतौर पर महिलाओं के स्वरतंतु की कम्पन गति लगभग ५०० कम्पन प्रति सेकेंड होती है। इसके कारण ही साधारणतः पुरुषों की आवाज महिलाओं की आवाज से भारी होती है।

कम्पनों का प्रसारण व आवाज का सुनाई देना

कोई भी वस्तु जब कम्पन करती है तो ठीक उसके आसापास की हवा (या अन्य माध्यम) भी कम्पित हो उटती ह। फिर हवा के कम्पित हिस्से के साथ वाले हवा के हिस्से में भी कम्पन होने लगते है और धीरे-धीरे कम्पित वस्तु से दूर की हवा में भी कम्पन होने लगते हैं। इसी प्रक्रिया से कम्पनों की तरंग आगे को फैलती जाती है और कम्पनों का प्रसारण होता है। जब हवा के कम्पन हमारे कान तक पहुंचते हैं तो हमारे कान की झिल्ली भी कम्पित हो उठती है और हमे आवाज सुनाई देने लगती है। हमारे कानों की आंतरिक रचना ऐसी होती है कि वह लगभग २० से लेकर २०,००० कम्पन प्रति सेकेंण्ड की कम्पन गति वाली ध्वनि को ही सुन सकते हैं अर्थात् यदि कोई वस्तु एक सेकेंड में २० से कम या २०,००० से अधिक कम्पन करती है तो उसके कम्पन के कारण हमें कोई आवाज सुनाई नहीं देगी। इस बात का आभास हमें प्रयोग ५ व ६ से होता है। जब हम पैमाने (पत्ती) के कम्पित हिस्से को लम्बा रखते हैं तो उसकी कम्पन गति इतनी कम होती है कि हमें कोई आवाज नहीं सुनाई देती।

कम्पन का आयाम

चित्र १- य में पैमाने का छोर मध्यमान स्थिति 'क' से 'ग' तक ऊपर को (या 'ख' तक नीचे को) जाता है 'कग' या 'क ख' दूरी को इसके

कम्पन का आयाम कहते हैं। चित्र १--'र' तथा 'व' में कम्पन के आयाम को 'ग प' या 'ख फ' रेखाओं से दिखाया गया है। जब कम्पित वस्तु के कम्पन बड़े होते हैं यानी उनका आयाम अधिक होता है तो कम्पन से पैदा हुई ध्वनि अधिक ऊंची सुनाई देती है। चित्र १-व की तुलना चित्र १-र से कीजिये। चित्र १-व में दिखाई गई कम्पन क्रिया की कम्पन गति चित्र १-र में दिखाई कम्पन क्रिया के समान है परन्तु उसका आयाम दुगना है। अतः चित्र १-व की क्रिया से उत्पन्न आवाज चित्र १-र की क्रिया की आवाज की तुलना में अधिक ऊंची होगी परन्तु उसके तारत्व में कोई अन्तर नहीं आयेगा।

तनाव और कम्पन गति

निश्चित लम्बाई वाले कम्पित तार में तनाव बढ़ने से भी उसकी कम्पन गति बढ़ जाती है (प्रयोग ७ और ८)। इस तथ्य का उपयोग तार से बने वाद्य यंत्रों में किया जाता है। इसी तरह ढोलक, तबले आदि कसे जाने वाले वाद्य यंत्रों में भी तनाव और कम्पनगति के सम्बन्ध का इस्तेमाल किया जाता है। ढोलक को कसने से उसका सुर चढ़ जाता है यानी कि उसकी आवाज का तारत्व बढ़ाया जाता है।

ध्वनि और माध्यम

आम तौर पर हवा के माध्यम से कम्पन की तरंगें या ध्वनि हमारे कानों तक पहुंचती है। परन्तु लकड़ी या धागे के माध्यम से हमारे कानों तक पहुंचने वाली आवाज में जो अन्तर आता है उसे उभारने के लिये प्रयोग ९, १० व ११ करवाये गये हैं। बच्चों को लकड़ी या धागे के माध्यम से आती आवाज हवा की अपेक्षा अधिक स्पष्ट सुनाई देगी।

वस्तु की प्राकृतिक कम्पन गति

किसी भी वस्तु को यदि समान परिस्थिति में रखकर बार-बार कम्पित किया जाये तो वह हर बार एक ही कम्पन गति से कम्पित होती है। यह कम्पन गति उस वस्तु की प्राकृतिक कम्पन गति कहलाती है। उदाहरण के लिये यदि किसी घंटी को बार-बार बजाया जाये तो उसकी आवाज के भारीपन या पतलेपन (तारत्व) में कोई अन्तर नहीं आता। यह हो सकता है कि उसके धीरे या जोर से ठोकने के कारण उसकी आवाज धीमी या ऊंची सुनाई दे। इसी प्रकार प्रयोग ६ में पत्ती के कांपने वाले हिस्से की लम्बाई यदि समान रखकर हम पत्ती को बार-बार कंपित करें तो हर बार उससे पैदा होने वाली आवाज का तारत्व वही रहेगा अर्थात् हर निश्चित लम्बाई वाले हिस्से की एक निश्चित कम्पन गति होती है।

अनुनाद

हम जानते हैं कि किसी भी कम्पित वस्तु के कम्पनों का प्रसारण किसी माध्यम से होता है और यदि अन्य वस्तुएं उसके आस-पास हों उन पर

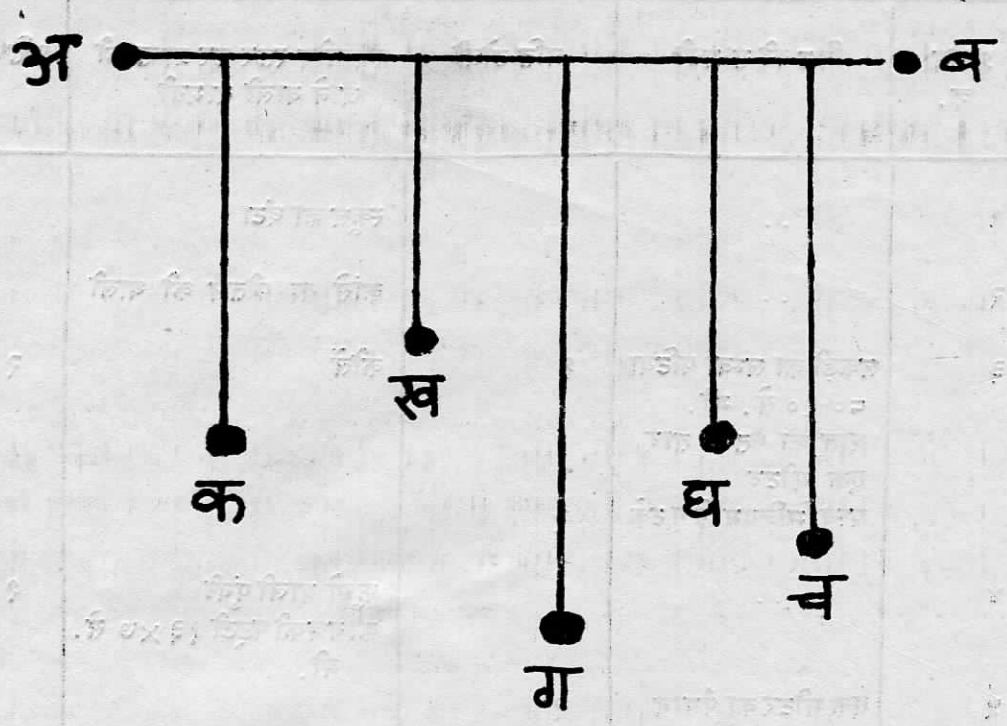
भी इन कम्पनों का प्रभाव पड़ता है। यदि आस-पास की इन वस्तुओं में कोई वस्तु ऐसी हो कि जिसकी प्राकृतिक कम्पन गति कम्पित वस्तु की कम्पन गति के बराबर हो तो अन्य वस्तुओं की अपेक्षा वह वस्तु अधिक आयाम से कम्पन करने लगती है। इसी प्रक्रिया को अनुनाद कहते हैं।

प्रयोग १२, १३ व १४ यही दिखाते हैं। गणक के एक तार को जब हम कम्पित करते हैं तो लकड़ी के पहिये के माध्यम से उसके कम्पन दूसरे तारों में पहुंच जाते हैं। चूंकि सब तार एक ही धातु से बने हैं और उनकी ऊंचाई और मोटाई समान हैं अतः सब तारों की प्राकृतिक कम्पन गति बराबर है। इस कारण से एक तार के कम्पित होते ही सब तारों में अनुनाद होता है। प्रयोग १३ में दो एक समान पैमानों से और प्रयोग १४ में दो एक समान ग्लूकोज की बोतलों से इसी बात को दोहराया गया है। जब 'ख' पैमाने के कम्पन करने की लम्बाई कम्पित पैमाने 'क' की लम्बाई के बराबर नहीं होती तो उसकी प्राकृतिक कम्पन गति भी भिन्न रहती है और उसमें अनुनाद नहीं होता। दोनों पैमानों की कम्पन करने की लम्बाई बराबर होते ही 'ख' पैमाने में अनुनाद हो जाता है। इसी तरह जब ग्लूकोज की एक बोतल में थोड़ा सा पानी डाला जाये तो उसकी प्राकृतिक कम्पन गति बदल जाती है और अनुनाद होना बन्द हो जाता है। गणक का तार और पैमानों में अनुनाद वाले प्रयोग में यह सावधानी रखना आवश्यक है कि गणक के तार और दोनों पैमाने समान हों। सब एक मीटर के पैमाने एक समान नहीं होते। इसलिये प्रयोग के लिये पैमाने चुनकर लेने चाहिये और यह ध्यान रखना चाहिये कि पैमानों की मोटाई और उनका कड़ापन समान हो।

सहायक प्रयोग

अनुनाद की क्रिया दिखाने के लिये शिक्षक एक सहायक प्रयोग करवा सकते हैं। इस प्रयोग में हम किसी वस्तु के कम्पन की जगह दोलक की दोलन क्रिया का अवलोकन करेंगे। "समय और दोलक" अध्याय में यह स्पष्ट किया गया है कि दोलक का दोलनकाल और उसकी दोलन-गति आवृत्ति उसकी लम्बाई पर निर्भर करते हैं। अर्थात् निश्चित लम्बाई वाले दोलक की दोलनगति निश्चित होती है। इसी गुण के आधार पर दो बराबर लम्बाई वाले दोलकों में अनुनाद की क्रिया निम्न-लिखित प्रयोग द्वारा देखी जा सकती है।

चित्र २ में 'अ ब' रेखा एक मोटा धागा दर्शाती है जो



चित्र 2

दो कीलों से बंधा है। इस धागे से पांच दोलक 'क' 'ख' 'ग' 'घ' और 'च' लटकाये गये हैं। 'क' और 'घ' दोलक की लम्बाई बराबर है। अब यदि 'क' दोलक को आगे हटाकर हम दोलन करायें तो हम देखेंगे कि अन्य सभी दोलक हिलने लगेंगे। 'क' दोलक के दोलन के कारण मोट धागे में कम्पन पैदा होता है अतः धागे के माध्यम से 'क' दोलक का प्रभाव अन्य दोलकों तक पहुंचता है। परन्तु इन सब दोलकों में से केवल 'घ' दोलक स्पष्ट रूप से दोलन करने लगता है अर्थात् केवल 'घ' दोलक का 'क' दोलक के साथ अनुनाद होता है। यह प्रयोग बहुत रोचक है और इसमें अनुनाद की क्रिया बहुत स्पष्ट रूप से दिखाई देती है।

किट-सूची

प्रयोग क्र.	किट की सामग्री	प्रति टोली	स्थानीय स्तर पर प्राप्त की जाने वाली सामग्री	प्रति टोली
१	..		स्कूल का घंटा	
२	..		कांसे या पीतल की थाली	
३	लकड़ी का लम्बा पटिया ८०-९० से. मी.	१	कीलें	२
	धातु का पतला तार एक मीटर	१		
	अल्युमिनियम के गुटके	२		
४	..		फुग्गे वाली पुंगी	१
			कागज की पट्टी १३ × ७ से. मी.	
५	एक मीटर का पैमाना	१		
६	१५ से. मी. लम्बी पत्ती	१		
	अल्युमिनियम का गुटका	१		
७	प्लास्टिक के चौकोर डिब्बे का ढक्कन	१		
	रबर का छल्ला	१		
८	प्रयोग ३ की पट्टी व तार	१	खोखला डिब्बा	१
	अल्युमिनियम के गुटके	२		
९	..		..	
१०	लम्बा धागा	१	माचिस की डिब्बी	२
११	२ मीटर लम्बा धागा	१	पीतल के चम्मच	२
१२	बिना मोती का गणक	१		
१३	आधे मीटर के पैमाने	२		
१४	ग्लूकोज की बोतलें	२		

शाकेमुभो—895—संलोशिवि—25-11-82—1000.