ध्वनि के स्रोत

एक स्टील प्लेट लें और उसे अपनी तर्जनी उंगली और अंगूठे के बीच पकड़ लें। अगर प्लेट बहुत भारी हो (जैसे - तवा), तो उसे किसी रस्सी से लटकाया भी जा सकता है। अब इस प्लेट पर एक चम्मच से धीरे से मारें और उससे जो आवाज आती है, उस पर गौर करें। दोबारा मारें और प्लेट पर ध्यान दें कि क्या हो रहा है। चाहें तो प्लेट को हल्के से छूकर भी देख सकते हैं। आपको प्लेट के कंपन के बारे में क्या लगता है?

अब एक ढपली या ढोल लें। उसके एक पर्दे (मेम्ब्रेन) पर धीरे से थाप दें और उसकी आवाज को गौर से सुनें। अब इस ढपली / ढोल की मेम्ब्रेन के कंपन को ध्यान से देखें।

किसी इकतारे या सोनोमीटर के साथ भी ऐसा ही करना है। उसके तार को छेड़ने से जो आवाज निकलती है, उस पर गौर करें और तार के कंपन पर भी ध्यान दें। अगर जरूरत लगे तो किसी हैंडलेंस की भी मदद ले सकते हैं। तार के कंपन के बारे में आपको क्या लगता है?

इन सभी अवलोकनों की तुलना करें औऱ बताएं कि इन ध्वनियों में क्या अंतर हैं? तीनों ही मामलों में (प्लेट, मेम्ब्रेन और तार के कंपन में) क्या कुछ समानता दिखती है? ये सभी ध्वनि के स्रोत हैं। इन स्रोतों में होने वाले कंपन को चित्र द्वारा दर्शाएं।

कंपन करते हुए तार के वीडियो का विश्लेषण

हमें एक लंबे खिंचे तार के कंपन का वीडियो विश्लेषण करना है। इस वीडियो को जितनी बार चाहें, उतनी बार रोककर उसकी गति को देख सकते हैं।

वीडियो के लिंक:

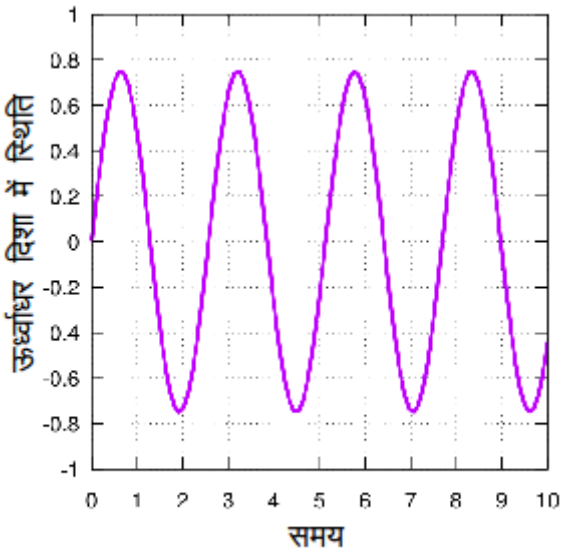
https://www.youtube.com/watch?v=vCm7o_r7hbY
https://www.youtube.com/watch?v=HPA65zz1FC8
https://www.youtube.com/watch?v=_X72on6CSL0
https://www.youtube.com/watch?v=-gr7KmTOrx0

अपना सारा ध्यान तार के किसी एक बिंदु पर रखें। जैसे ही तार में कंपन शुरू होता है, इस अवलोकन बिंदु की गति को ध्यान से देखें और उसका एक चित्र बनाएं।

बेहतर होगा कि बिन्दु की गति को ग्राफ के सहारे दर्शाएं। ग्राफ बनाते समय x- अक्ष पर समय और y- अक्ष पर अलग-अलग समय पर बिन्दु के विस्थापन को दिखाएं। इस गति के बारे में आपको सबसे प्रमुख बात क्या लगती है?

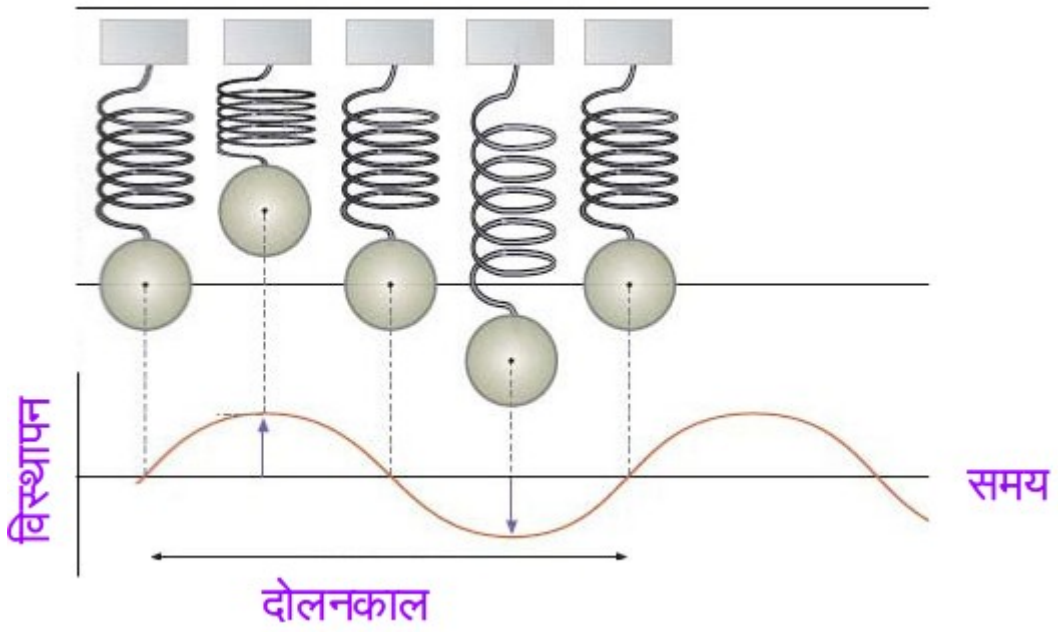
क्या दूसरे साथियों के अवलोकन आपके अवलोकनों से अलग हैं या एक समान ? अगर अवलोकन अलग हैं, तो उनमें क्या अलग है ?

अगर तार को बहुत धीरे से छेड़ा जाए तो तार के किसी भी बिन्दु की गति का ग्राफ कुछ इस तरह का बनेगा-



दोलन करते हुए पिंड की गति का विश्लेषण

एक छोटी गेंद को एक बड़ी स्प्रिंग की मदद से सीधा लटका लें। अब गेंद को थोड़ा नीचे खींचकर छोड़ें या ऊपर की ओर हल्का धक्का दें और उसे ऊपर-नीचे गति करने दें। इस गेंद की गति का ग्राफ बनाकर उसकी तुलना कंपन करते तार के किसी बिन्दु की गति के ग्राफ से करें।



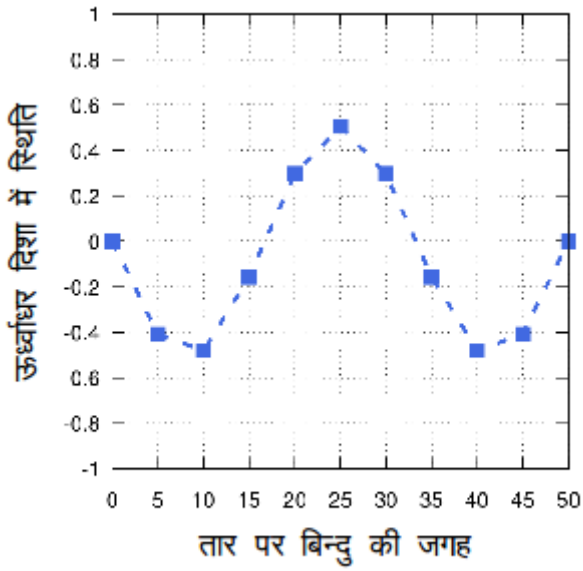
किसी दोलन से जुड़ी दो प्रमुख अवधारणाएं हैं - आवृत्ति और आयाम।

दोलन करते हुए पिंड को एक दोलन पूरा करने में जो समय लगता है, उसे उसका 'दोलनकाल' (T) कहते हैं, जिसका मतलब है - विराम अवस्था से शुरू करके दोलन करते हुए एक छोर तक जाना, फिर वापस दूसरे छोर तक जाना और अंत में अपनी जगह पर वापस आने में लगा समय।

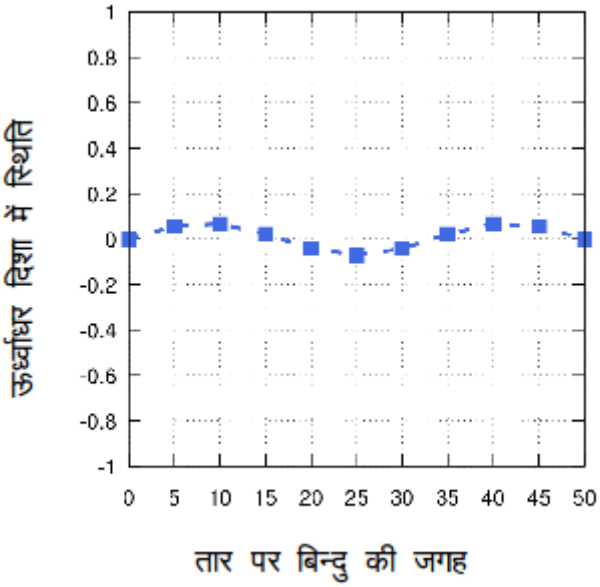
दोलनकाल के व्युत्क्रम (1 /T) को आवृत्ति (f) कहते हैं, मतलब आवृत्ति पता करने के लिए एक सेकेंड में होने वाले दोलनों की संख्या निकाल लें। आवृत्ति की इकाई है - हट्र्ज (Hertz)। 1 Hz का मतलब है- 1 दोलन प्रति सेकेंड। आवृत्ति ही वह अवधारणा है जो हमें ऊंचा या नीचा स्वर समझने में मदद करती है। ऊंचा स्वर मतलब ज्यादा आवृत्ति और नीचा स्वर मतलब कम आवृत्ति।

पूरे तार में कंपन

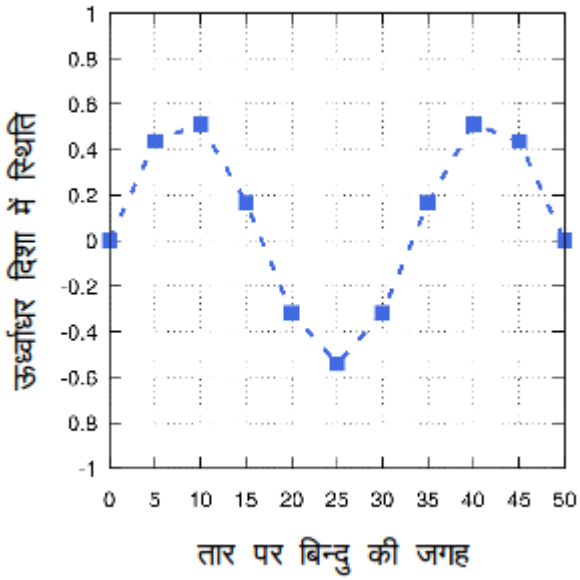
हर व्यक्ति तार के सिर्फ एक बिन्दु पर ध्यान दे और किसी खास क्षण पर सब अपने-अपने बिन्दु की स्थिति रिपोर्ट करें। अवलोकन के सभी बिंदुओं की उस क्षण पर स्थिति को ग्राफ पेपर पर दर्शाएं। ग्राफ बनाने के लिए x-अक्ष पर तार पर बिन्दु का स्थान और y-अक्ष पर गति करते हुए उस बिन्दु की उस समय की स्थिति दिखाएं। कुछ इस तरह का ग्राफ मिलने की उम्मीद की जा सकती है।



अगर किसी और क्षण पर बिन्दुओं की स्थिति देखी जाए तो शायद कुछ इस तरह का ग्राफ मिल सकता है -



या इस तरह का -



कंपन करते तार की गति दरअसल तार के हर बिन्दु के दोलन का संयुक्त (combined) और संक्रमिक (synchronised) असर है। अलग-अलग बिन्दुओं की गति में जो अंतर दिखता है, वह अंतर मूलत: उनकी चाल का है। कुछ बिन्दु धीमे गति करते हैं तो कुछ तेज। जो धीमे गति करते हैं, उनका आयाम कम होता है, बनिस्बत उनके जो तेज गति करते हैं। पर सभी बिन्दु आवर्ती गति ही करते हैं।

ध्वनि का प्रसारण

किसी तार या पर्दे (मेम्ब्रेन) में होने वाले कंपन हमारे कानों तक कैसे पहुंचते हैं? ज्यादातर परिस्थितियों में ध्वनि के स्त्रोत हवा में होते हैं और श्रोता भी। आइए देखें क्या होता है जब हवा मौजूद ना हो -

NCERT गिलास वाला प्रयोग

यह दर्शाता हुआ वीडियो कि हवा ना होने पर ध्वनि का प्रसारण नहीं होता -

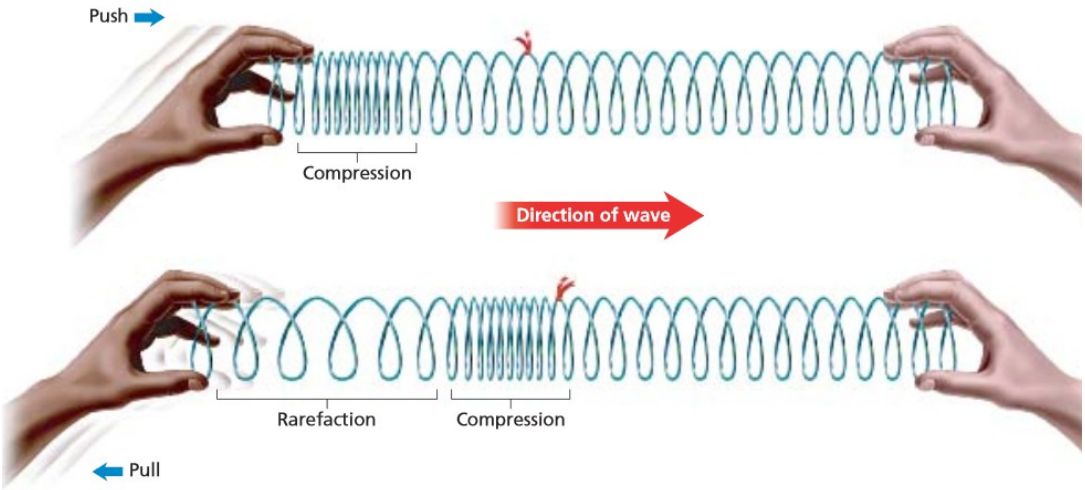
https://www.youtube.com/watch?v=q2pj9k1lrsM

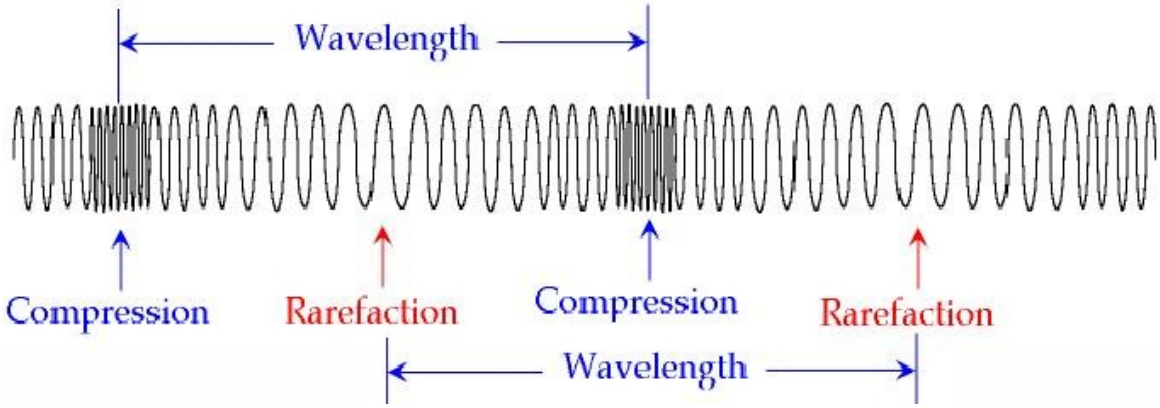
ध्वनि के प्रसारण के लिए किसी ना किसी माध्यम का होना जरूरी है। तार या पर्दे (मेम्ब्रेन) के कंपन जब माध्यम के संपर्क में आते हैं तो माध्यम कैसे प्रतिक्रिया करता है?

ध्वनि के प्रसारण को समझने के लिए एक मॉडल

स्लिंकी एक लंबी सीधी कुंडली होती है जिसे खींचकर या दबाकर उसकी लंबाई आसानी से ज्यादा-कम की जा सकती है।

एक स्लिंकी को आड़ा रखें और उसके एक सिरे पर हल्के से झटका दें। झटका देने से स्लिंकी तेज़ी से संकुचित होती है और यह संकुचन स्लिंकी की पूरी लंबाई में प्रसारित होता है। स्लिंकी में हो रहे परिवर्तनों का अवलोकन करें और उसमें प्रतीत होती गति पर ख़ास ध्यान दें। अगर आप ध्यान से देखेंगे तो समझ पाएंगे कि स्लिंकी गति नहीं कर रही है बल्कि केवल संकुचन (कंप्रेशन) गति कर रहा है। जैसे-जैसे संकुचन आगे बढ़ता है, उसमें बारी-बारी से खिंचाव या विरलीकरण होता है। स्लिंकी की समूचे तौर पर कोई गति नहीं होती।

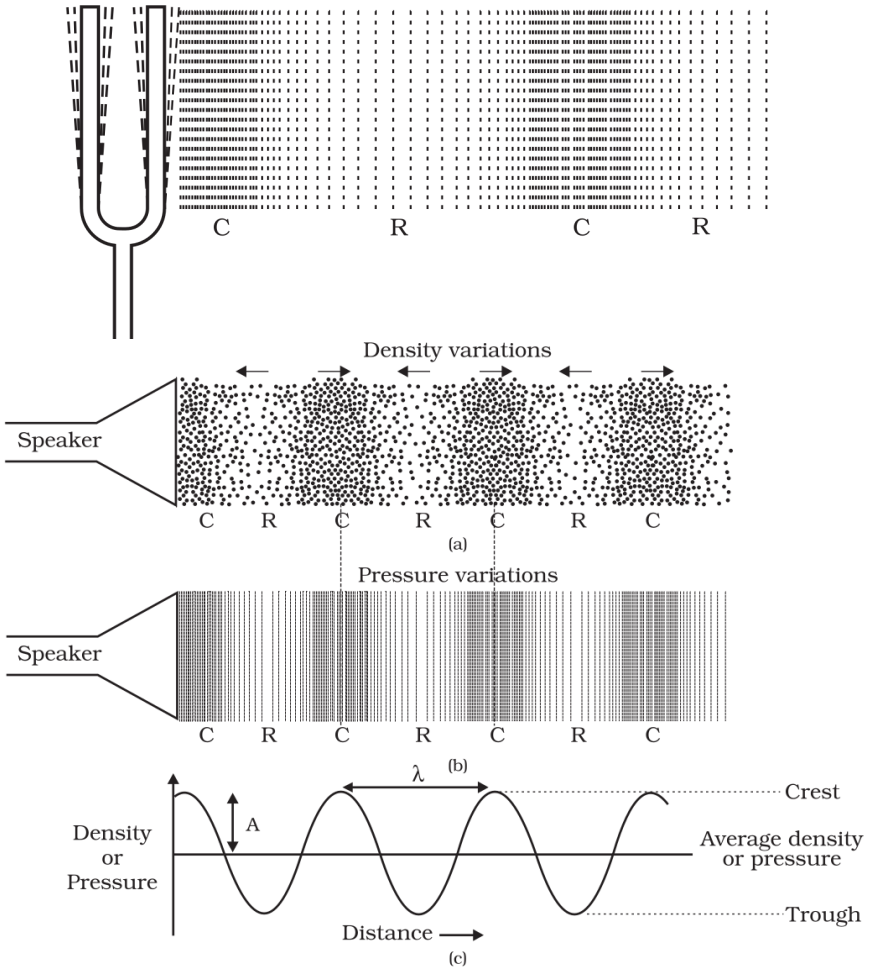




ध्वनि का प्रसारण

जब एक तार या एक पर्दा कम्पन करता है तो वह अपने आसपास की हवा को संकुचित कर देता है, ठीक उसी प्रकार जैसे कि स्लिंकी को हल्के से झटका देने पर संकुचन पैदा होता है। हवा में संकुचन का प्रसारण भी स्लिंकी की तरह ही होता है। इसके साथ-साथ प्रसारण में बारी-बारी से विरलीकरण भी होता है।

तार या पर्दे की गति उसके आसपास की हवा को धक्का देती है। इस कारण से उस छोटे से क्षेत्र का वायु दाब थोड़ी देर के लिए बढ़ जाता है। यह संकुचन हवा के आगे के हिस्सों को गति देता है जिससे कि ध्वनि के स्त्रोत से दबाव के उतार-चढ़ाव का प्रसारण होता है। इस प्रकार बारी-बारी से उच्च और निम्न दाब के क्षेत्रों का निर्माण होता है। दाब के बढ़ने व कम होने के पैटर्न का प्रसारण ही हमारे सुनने के तंत्र को उत्तेजित करता है। स्त्रोत और श्रोता के बीच माध्यम के न होने पर कुछ भी नहीं सुनाई देगा क्योंकि संकुचन या विरलीकरण संभव ही नहीं होगा।



कम्पन करते हुए स्वरित्र और लाउडस्पीकर से निकलने वाली ध्वनि तरंगों का चित्र

ध्वनि की प्रकृति पर माध्यम का प्रभाव

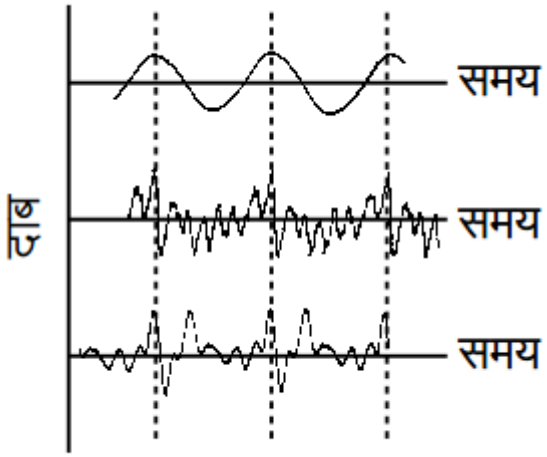
स्त्रोत और श्रोता के बीच माध्यम बदलने पर एक ही स्त्रोत से अलग-अलग तरह की ध्वनियां सुनाई देती हैं। एक धागे से बंधी हुई दो चम्मचों वाला प्रयोग और मेज़ की सतह को खरोंचने वाला प्रयोग उसका संकेत देते हैं।

ध्वनि और तकनीकी शब्दों का वर्णन करने वाली गुणात्मक शब्दावली

ध्वनि के कुदरती स्त्रोत और संगीत वाद्यों से उत्पन्न होने वाली ध्वनियां या बोलने की आवाज़ से जुड़े दोलन इतने सरल नहीं होते जितने एक खिंचे हुए तार में होने वाले छोटे दोलन या स्वरित्र के दोलन। आम तौर पर वे अलग-अलग आवृत्ति के छोटे-बड़े दोलनों का मिश्रण (संयोजन) होते हैं। ध्वनि की सबसे छोटी इकाई को नोट (Note) कहा जाता है। कोई भी नोट दरअसल आवृत्तियों का मिश्रण होता है।

इसलिए, स्वर (पिच) के साथ-साथ, हमें एक और अवधारणा की ज़रूरत है जिसे 'टिम्बर' कहते हैं। टिम्बर से यह संकेत मिलता है कि एक नोट में कितने प्रकार की आवृत्तियां कितने आयाम के साथ मौजूद हैं। एक तथाकथित शुद्ध नोट में एक मुख्य आवृत्ति और उसके छोटे आयामों के गुणज होते हैं। अक्सर, एक ही स्वर (यानी कि दोनों नोट की मुख्य आवृत्ति समान है) के दो नोट के बीच के फर्क का पता इस बात से चलता है कि मुख्य आवृत्ति के अलावा अन्य कौन-कौन सी आवृत्तियां मौजूद हैं और उनका क्या आयाम है। इसी कारण से सितार और तानपुरा के एक ही स्वर की ध्वनियां भले ही समान लगती हैं, फिर भी उन्हें अलग-अलग पहचाना जा सकता है।

नीचे दिया गया चित्र तीन नोट के लिए श्रोता के कान पर पड़ने वाले हवा के दबाव में समय के साथ होने वाले परिवर्तन को दर्शाता है: 1) एक स्वरित्र के द्वारा उत्पन्न शुद्ध नोट, 2) समान मुख्य आवृत्ति (यानी समान स्वर) पर विभिन्न टिम्बर के दो अन्य नोट। तीनों की समानताओं और विभिन्नताओं को समझें व विश्लेषण करें। दूसरा और तीसरा ग्राफ क्रमश: सारंगी और शहनाई से निकलने वाले स्वरों से मिलते-जुलते हैं।

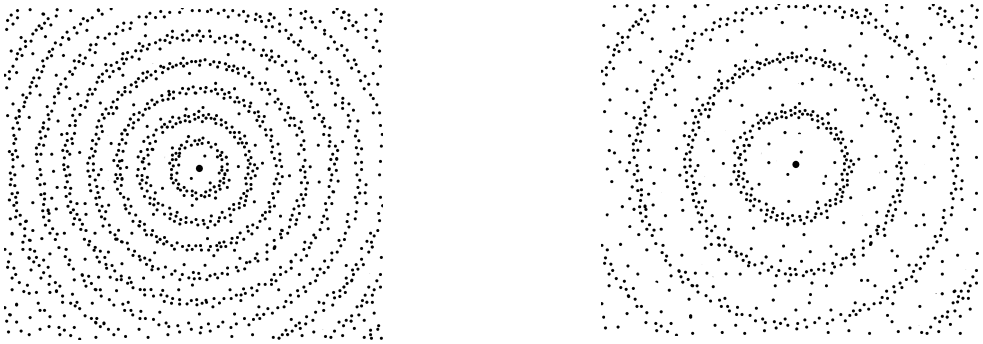


विभिन्न ध्वनियों की तुलना करना

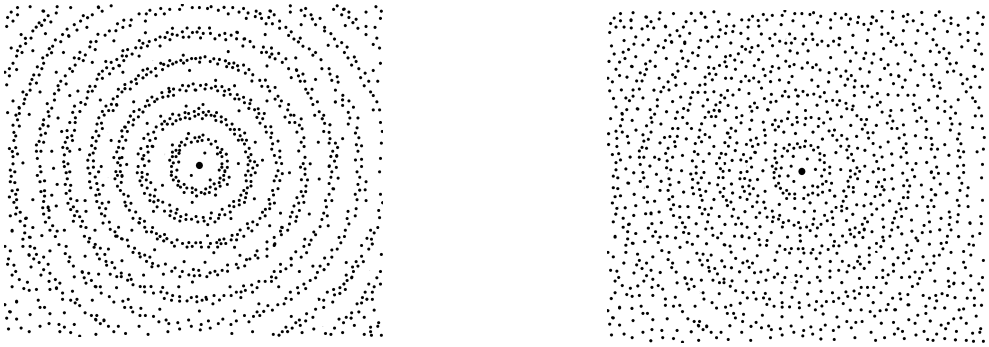
जब हम विभिन्न ध्वनियों की तुलना करते हैं तो हम ध्वनि की प्रकृति का विवरण करने के लिए कई शब्दों का इस्तेमाल करते हैं। उन शब्दों को याद करने की कोशिश करें और उनसे क्या अर्थ निकलता है, उस पर चर्चा करें या लिखें। ध्वनि के समान पहलू को व्यक्त करने वाले शब्दों का समूहीकरण करें: तेज़, नरम, तीखी, नीरस, सपाट, गहरी, ऊंची, स्वर, नोट, आयाम, टिम्बर आदि।

अलग-अलग परिस्थितियों में सोनोमीटर चलाएं और हर मामले में पहले से सूचीबद्ध शब्दों का इस्तेमाल करके ध्वनि का वर्णन करें। ध्वनियों के प्रकार व सोनोमीटर की स्थितियों के पारस्परिक संबंध के बारे में आपको क्या लगता है? इसके लिए स्वरित्र का सहारा लिया जा सकता है।

एक स्त्रोत से प्रसारित होने वाली ध्वनि के कारण हवा के दाब में जो परिवर्तन होते हैं, उनके चित्र अलग-अलग प्रकृति की ध्वनि के लिए नीचे दर्शाए गए हैं। इन ध्वनियों की प्रकृति का वर्णन करें और अलग-अलग स्त्रोतों से निकलने वाली ध्वनियों के पैटर्न किस तरह के होंगे, उस पर भी टिप्पणी करें।



एक ही प्रबलता की अधिक व कम आवृत्ति की ध्वनियों के मामले में एक माध्यम (हवा) में घनत्व या दाब में विभिन्नता



समान आवृत्ति की ज़ोर या धीमी आवाज होने पर माध्यम (जैसे - हवा) के घनत्व या दाब में होने वाले परिवर्तन