12. ध्वनि का अध्ययन

- ध्वनि तरंग
- ध्वनि का वेग
- ध्वनि का परावर्तन
- मानवीय कर्ण, श्राव्य , अवश्राव्य ध्वनि और श्रव्यातीत ध्वनि

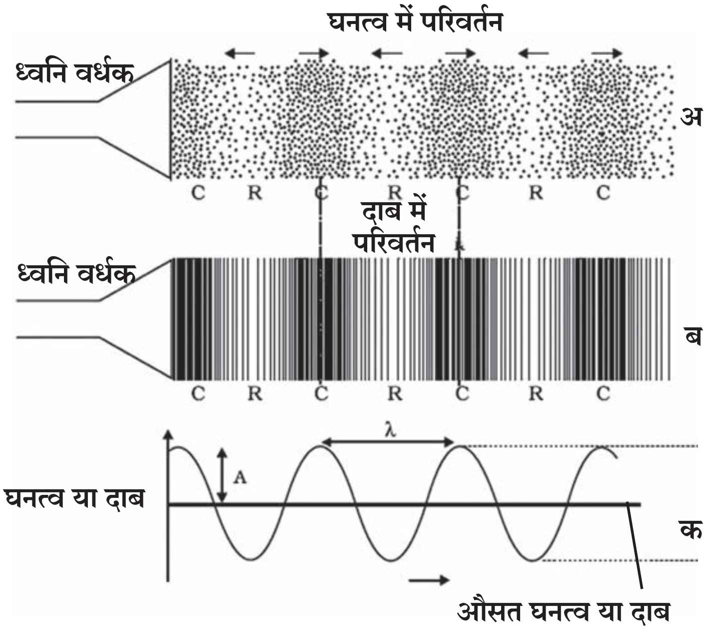
थोड़ा याद करें

1. ध्वनि की गति उसकी आवृत्ति पर कैसे निर्भर करती है ?
2. ध्वनि तरंगों में माध्यम के कणों के कंपन और ध्वनि संचरण की दिशा में क्या संबंध होता है ?

ध्वनि एक प्रकार की ऊर्जा होती है जो हमारे कानों में सुनाई देने की संवेदना निर्माण करती है। यह ऊर्जा तरंगों के स्वरूप में होती है। ध्वनि के संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। ध्वनि तरंग के कारण माध्यम में संपीडन (अधिक घनत्व का क्षेत्र) और विरलन (कम घनत्व का क्षेत्र)) की शृंखला निर्मित होती है। माध्यम के कणों का कंपन अपनी मूल स्थिति के दोनों ओर तरंग संचरण की समांतर दिशा में होता है, ऐसी तरंग को **अनुदैर्ध्य तरंग** (Longitudinal Waves) कहते हैं। इसके विपरीत पानी में कंकड़ डालने पर निर्माण होने वाली तरंग में पानी के कण ऊपर नीचे कंपन करते हैं, ये कंपन तरंग संचरण की दिशा के लंबवत होते हैं, उसे **अनुप्रस्थ तरंग** (Transverse Waves) कहते हैं।

प्रेक्षण कीजिए और चर्चा कीजिए

किसी ध्वनितरंग को हम आलेख के स्वरूप में आकृति में बताए अनुसार दिखा सकते हैं। ध्वनि तरंग का संचरण होते समय किसी भी क्षण देखें तो हवा में अधिक कम घनत्व (संपीडन अथवा विरलन) के पट्टे निर्मित हुए दिखाई देंगे। आकृति 'अ' में घनत्व में हुआ परिवर्तन दिखाया गया है तो आकृति 'ब' में दाब में परिवर्तन दिखाया गया है। घनत्व/दाब का यही परिवर्तन आलेख की सहायता से आकृति 'क' में दिखाया गया है।



12.1 ध्वनि तरंग

ध्वनि तरंगदैर्ध्य की लंबाई (Wavelength) ग्रीक अक्षर λ (लॅम्डा) द्‌वारा दर्शाते हैं जबकि आवृत्ति (Frequency) को ग्रीक अक्षर υ (न्यू) द्‌वारा दर्शाते हैं। आयाम (Amplitude) को A से दर्शाया जाता है। माध्यम के किसी बिंदु के पास घनत्व का एक आवर्तन पूर्ण होने के लिए लगने वाले समय को दोलन काल (Period) कहते हैं। दोलनकाल को 'T' अक्षर से दर्शाते हैं।

आवृत्ति के मान से ध्वनि का तारत्व (Pitch) निश्चित होता है और आयाम के मान से ध्वनि की प्रबलता निश्चित होती है।

खोजिए

1. **सा, रे, ग, म, प, ध, नि,** इन स्वरों की आवृत्ति एक-दूसरे के साथ कौन-से सूत्र द्‌वारा जोड़ी गई है ?
2. पुरुषों और स्त्रियों की आवाजों की आवृत्ति में मुख्य अंतर कौन-सा होता है ?

ध्वनि का वेग (Speed of Sound)

1. आप अपने एक मित्र / सहेली को लेकर ऐसी जगह पर जाइए जहाँ लोहे का पाइप हो। उदा. विद्यालय का बरामदा, घर की सीढ़ियाँ या बाड़।
2. आप पाइप के एक सिरे के पास खड़े रहें और लगभग 20 से 25 फूट दूरी पर अपने मित्र को खड़ा रखें।
3. मित्र को पत्थर की सहायता से पाइप पर आघात करने को कहें और आप पाइप को कान लगाकर पाइप में से आने वाली पत्थर की आवाज सुनिए।
4. पत्थर के पाइप पर आघात से हुई आवाज हमें हवा में भी सुनाई देगी परंतु कौन-सी आवाज पहले आई?

उपर्युक्त कृति से हमें यह स्पष्ट होता है कि हवा की अपेक्षा लोहे में से ध्वनि की आवाज बहुत शीघ्र सुनाई देती है अर्थात ध्वनि का वेग हवा की अपेक्षा लोहे में अधिक होता है। तरंग के संपीडन या विरलन जैसे किसी बिंदु द्वारा इकाई समय में तय की गई दूरी को **ध्वनि का वेग** कहते हैं।

तरंग के संपीडन या विरलन जैसे किसी बिंदु द्वारा इकाई समय में तय की गई दूरी को ध्वनि का वेग कहते हैं।

$$\text{वेग} = \frac{\text{तरंगदैर्ध्य}}{\text{दोलन काल}}$$

ध्वनि तरंग का कोई भी बिंदु T (दोलन काल) समयावधि में λ दूरी (तरंग दैर्ध्य) तय करता है। इसलिए ध्वनि का वेग निम्नानुसार होगा

$$\text{वेग} = \frac{\text{तरंगदैर्ध्य}}{\text{दोलन काल}} \qquad v = \frac{\lambda}{T}$$

$v = \upsilon \lambda$ क्योंकि $\frac{1}{T} = \upsilon$ अर्थात

ध्वनि का वेग = आवृत्ति x तरंगदैर्ध्य

समान भौतिक अवस्था वाले माध्यमों में ध्वनि का वेग सभी आवृत्तियों के लिए लगभग समान होता है। ठोस माध्यम से गैसीय माध्यम तक ध्वनि का वेग कम होते जाता है। यदि हम किसी भी माध्यम का तापमान बढ़ाएँ तो ध्वनि का वेग बढ़ता है।

विविध माध्यमों मे 25^0C तापमान पर ध्वनि का वेग

अवस्था	पदार्थ	वेग (m/s) में
स्थायी	एल्युमीनियम	5420
	निकिल	6040
	स्टील	5960
	लोहा	5950
	पीतल	4700
	काँच	3980
द्रव	समुद्र का पानी	1531
	शुद्ध पानी	1498
	इथेनॉल	1207
	मिथेनॉल	1103
गैस	हाइड्रोजन	1284
	हीलियम	965
	हवा	346
	ऑक्सीजन	316
	सल्फर डायऑक्साइड	213

इटालियन भौतिक वैज्ञानिक बोरेली और विवियानी ने 1660 के शतक में ध्वनि का हवा में वेग ज्ञात किया। दूर स्थित बंदूक से गोली निकलते समय निकलने वाले प्रकाश और ध्वनि हमारे तक पहुँचने के समय के आधार पर उनके द्वारा मापी गई गति 350 m/s आज के स्वीकृत मान (346 m/s) के बहुत ही आसपास है।

ध्वनि का हवा में वेग : हवा माध्यम से जाने वाली ध्वनि तरंगों का वेग हवा की भौतिक स्थिति पर निर्भर होता है। भौतिक स्थिति का अर्थ हवा का तापमान, उसका घनत्व व उसका अणुभार।

तापमान (Temperature T) : ध्वनि का वेग माध्यम के तापमान (T) के वर्गमूल के समानुपाती होता है अर्थात तापमान चौगुना होने पर ध्वनि का वेग दोगुना होता है। $v \propto \sqrt{T}$

घनत्व (Density ρ) : ध्वनि का वेग माध्यम के घनत्व के वर्ग के प्रतिलोमानुपाती होता है अर्थात घनत्व चौगुना होने पर ध्वनि का वेग आधा होता है।

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$$

अणुभार (Molecular Weight M): ध्वनि का वेग माध्यम के अणुभार के वर्गमूल के प्रतिलोमानुपाती होता है।

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

विचार कीजिए।

ऑक्सीजन गैस (O_2) का अणुभार 32 तथा हाइड्रोजन का अणुभार (H_2) का अणुभार 2 है। इस आधार पर सिद्ध कीजिए कि समान भौतिक अवस्था में ध्वनि का वेग हाइड्रोजन में ऑक्सीजन की अपेक्षा चौगुना होगा।

स्थिर तापमान पर ध्वनि का वेग वायुदाब पर निर्भर नहीं करता।

श्राव्य, अवश्राव्य और श्रव्यातीत ध्वनि

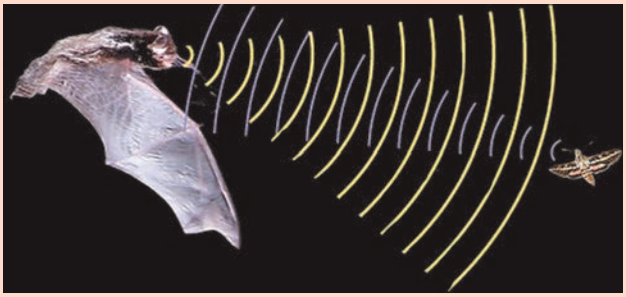
मानवीय कान की ध्वनि सुनने की सीमा 20 Hz से 20000 Hz है अर्थात मानवीय कान इस आवृत्ति के बीच की ध्वनि सुन सकते हैं। इसलिए इस ध्वनि को श्रव्य ध्वनि कहते हैं। मानवीय कान 20 Hz से कम और 20000 Hz (20 kHz) से अधिक आवृत्ति की ध्वनि नहीं सुन सकते। 20 Hz से कम आवृत्ति की ध्वनि को अव श्राव्य ध्वनि कहते हैं। लोलक के कंपन से निर्मित ध्वनि, भूकंप आने के पूर्व पृथ्वी के पृष्ठभाग के कंपन से निर्मित ध्वनि 20 Hz से कम आवृत्ति की होती है अर्थात अवश्राव्य ध्वनि (Infrasound) है। 20000 Hz से अधिक आवृत्ति की ध्वनि को श्रव्यातीत ध्वनि (Ultrasound) कहते हैं।

कुत्ते, चूहे, चमगादड़, डॉल्फिन जैसे प्राणी उन्हें प्राप्त विशेष क्षमता के कारण मानव को सुनाई न देने वाली पराश्रव्य ध्वनि सुन सकते हैं। इस क्षमता के कारण उन्हें कुछ ऐसी आवाजें सुनाई पड़ती है जिन्हें हम नहीं सुन सकते। पाँच साल से कम उम्र के बच्चे, कुछ प्राणी और कीटक 25000 Hz तक की ध्वनि सुन सकते है। डॉल्फिन, चमगादड़, चूहे जैसे प्राणी पराश्रव्य ध्वनि का निर्माण भी कर सकते हैं।

इतिहास के पन्ने से .....

इटालियन वैज्ञानिक स्पालांझानी ने चमगादड़ के शरीर की विशिष्ट रचना की खोज प्रथम की। एक समय में चमगादड़ का एक अंग (कान, नाक, आँखें इत्यादि) ढक/बंद कर उन्हें अंधेरें में छोड़ने पर चमगादड़ बेधड़क अंधेरे में कैसे उड़ सकते हैं, इसका रहस्य स्पालांझानी ने खोला। कान बंद किए गए चमगादड़ इधर-उधर टकराने लगे। आँखे खुली होने पर भी उन्हें उनका उपयोग नहीं हो रहा था। इस आधार पर यह स्पष्ट हुआ कि चमगादड़ों की अंधेरे में उड़ने की क्षमता उनके कानों पर निर्भर करती है।

चमगादड़ जिस पराश्रव्य ध्वनि को मुँह से निकालते हैं वह सामने के पदार्थ पर टकराकर परावर्तित होती है। यह परावर्तित ध्वनि वे कानों से सुन सकते हैं। इस प्रकार सामने के पदार्थ के अस्तित्व व दूरी के बारे में चमगादड़ों को अंधेरे में भी अचूक ज्ञान होता है।



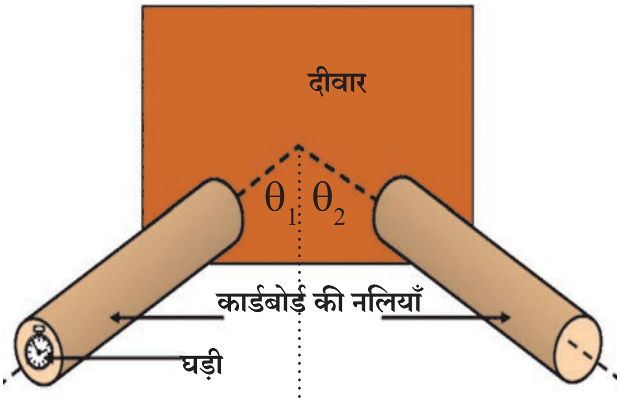
श्रव्यातीत ध्वनि का उपयोग

1. एक जहाज से दूसरे जहाज के बीच संपर्क स्थापित करने के लिए पराश्रव्य ध्वनि उपयोगी साबित होती है।
2. प्लास्टिक के पृष्ठभाग एकत्र जोड़ने के लिए पराश्रव्य ध्वनि का उपयोग किया जाता है।
3. दूध जैसे द्रवों को अधिक समय तक टिका कर (परिरक्षित कर) रखते समय उसके जीवाणुओं को मारने के लिए पराश्रव्य ध्वनि का उपयोग किया जाता है।
4. हृदय की धड़कनों का अध्ययन करने की तकनीक (Echocardiography) पराश्रव्य ध्वनि पर आधारित है। (सोनोग्राफी तकनीक)
5. मानवीय शरीर के आंतरिक अवयवों के प्रतिबिंब पराश्रव्य ध्वनि द्‌वारा प्राप्त किए जा सकते हैं।
6. पराश्रव्य ध्वनि का उपयोग कारखानों में होता है । जिस जगह हाथ पहुँचना संभव नहीं है, यंत्रों के ऐसे भागों की स्वच्छता करने के लिए इसका उपयोग किया जाता है।
7. धातु के गुटके में दरारें और छिद्र ढूँढ़ने के लिए भी इस ध्वनि का उपयोग किया जाता है।

ध्वनि का परावर्तन (Reflection of Sound)

करें और देखें

1. दो कार्डबोर्ड (गत्ते) लेकर उससे पर्याप्त लंबाई की दो एक जैसी नलियाँ तैयार कीजिए।
2. टेबल पर दीवार के पास आकृति में दिखाए अनुसार उन्हें रखिए।
3. एक नली के खुले सिरे के पास एक घड़ी रखें और दूसरी नली के सिरे से ध्वनि सुनने का प्रयत्न कीजिए।
4. दोनों नलियों के बीच का कोण इस प्रकार रखिए कि आपको घड़ी की आवाज अत्यंत स्पष्ट रूप से सुनाई आए।
5. आपतित कोण θ_1 और परावर्तन कोण θ_2 को मापें और उन दोनों कोणों के बीच का संबंध ज्ञात कीजिए।



12.2 घड़ी की सहायता से निर्मित होने वाले कंपन

प्रकाश तरंगों की भाँति ध्वनि तरंगों का भी ठोस या द्रव पृष्ठभाग से परावर्तन होता है। वे भी परावर्तन के नियमों का पालन करती हैं। ध्वनि के परावर्तन के लिए किसी खुरदुरे या चिकने पृष्ठभाग की रुकावट की आवश्यकता होती है। ध्वनि के आने की दिशा व परावर्तित होने की दिशा परावर्तक पृष्ठभाग के अभिलंब के साथ समान कोण बनाती है और वे एक ही प्रतल में होते हैं।

ध्वनि के योग्य परावर्तक व अयोग्य परावर्तक

किसी परावर्तक से ध्वनि परावर्तित होते समय ध्वनि कितनी मात्रा में परावर्तित हुई, इस आधार पर उनका ध्वनि के योग्य परावर्तक और अयोग्य परावर्तक में वर्गीकरण किया जाता है। कठोर और समतल पृष्ठभाग से ध्वनि का परावर्तन अच्छी तरह होता है तो कपड़े, पेपर, चटाई, पर्दे, फर्निचर से ध्वनि का परावर्तन न होकर ध्वनि अवशोषित कर ली जाती है इसलिए इन्हें अयोग्य परावर्तक कहते हैं।

थोड़ा सोचिए

कृति में दाहिनी ओर की नली को कुछ ऊँचाई पर उठाने से क्या होगा ?

प्रतिध्वनि (Echo)

किसी ठंडी हवा के स्थान पर प्रतिध्वनि - स्थल अर्थात् इकोपाईंट के पास आपके द्वारा जोर से आवाज लगाने पर थोड़ी देर बाद पुन: वही ध्वनि सुनाई देती है। ऐसी ध्वनि को प्रतिध्वनि कहते हैं। इसका अनुभव आपको होगा।

प्रतिध्वनि का अर्थ मूल ध्वनि का किसी भी पृष्ठभाग से परावर्तन के कारण होने वाली पुनरावृत्ति है।

ध्वनि और प्रतिध्वनि अलग-अलग सुनाई देने के लिए 22°C से. तापमान पर ध्वनि के स्रोत से परावर्तक पृष्ठभाग तक की न्यूनतम दूरी कितने मीटर होनी चाहिए? 22°C से. तापमान पर हवा में ध्वनि का वेग 344 मीटर/सेकंड होता है। हमारे मस्तिष्क में ध्वनि का सातत्य लगभग 0.1 सेकंड होता है। इसलिए यदि ध्वनि रुकावट तक जाकर पुन: श्रोता के कान तक 0.1 सेकंड से अधिक समय में पहुँचती है तो ही हमें वह स्वतंत्र ध्वनि के रूप में सुनाई देगी। ध्वनि की स्रोत से परावर्तक पृष्ठ तक और पुन: पीछे ऐसी न्यूनतम दूरी हम नीचे दिए गए सूत्र द्वारा ज्ञात कर सकते हैं।

दूरी = वेग × समय

= 344 मीटर / सेकंड × 0.1 सेकंड

= 34.4 मीटर

अत: सुस्पष्ट ध्वनि सुनाई देने के लिए ध्वनि के स्रोत से रुकावट (परावर्तक पृष्ठ) की न्यूनतम दूरी उपर्युक्त दूरी की आधी अर्थात 17.2 मीटर होनी चाहिए। विभिन्न तापमानों पर ये दूरियाँ भिन्न-भिन्न होती हैं।

थोड़ा सोचिए

1. क्या विभिन्न तापमानों पर सुस्पष्ट प्रतिध्वनि सुनाई देने के लिए ध्वनि स्रोत से रुकावट तक की दूरियाँ समान होंगी? आपके उत्तर का समर्थन कीजिए।
2. कभी-कभी ध्वनि का कौन-सा परावर्तन हानिकारक हो सकता है?

परिसर में विज्ञान .....

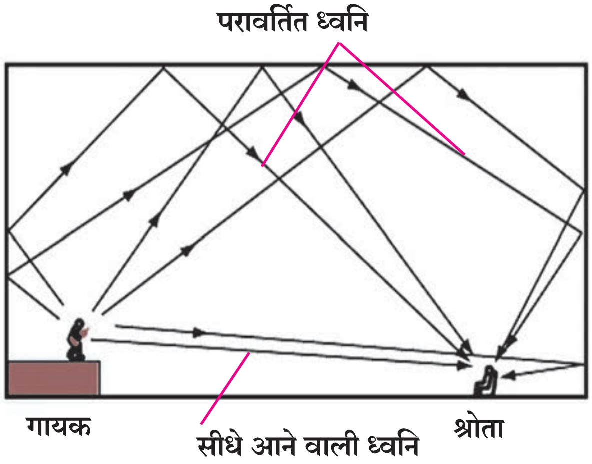
सतत या बहुत बार होने वाले परावर्तन के कारण प्रतिध्वनि अनेक बार सुनाई दे सकती है। इसका उत्तम उदाहरण कर्नाटक के विजयपुर में स्थित गोल गुंबद है।

तुलना कीजिए

1. एक खाली बंद या नए बंद घर में आप अपने मित्रों के साथ जाइए। 2. घर में प्रवेश करने के पश्चात अपने मित्रों से बातें करिए। 3. आपको क्या महसूस हुआ उसे नोट कीजिए।	1. घर के दरवाजे, खिड़कियाँ बंद करके म्युजिक सिस्टम शुरू कीजिए। 2. म्युजिक सिस्टम की आवाज यथासंभव बढ़ाइए। 3. आपको क्या महसूस होता है, उसे नोट कीजिए।

अनुरणन (Reverberation)

इमारत की छत या दीवार से ध्वनि तरंगों के बार-बार परावर्तन होने के कारण ध्वनि तरंगें एकत्र आकर सतत अनुभव होने वाली ध्वनि निर्मित करती हैं, परिणाम स्वरूप ध्वनि के सातत्य का निर्माण होता हैं। (अर्थात ध्वनि के बाद बहुत देर तक बनी रहती है) ऐसी ध्वनि को अनुरणन कहते हैं। दो ध्वनि तरंगों के लगातार आगमन की समयावधि कम होती जाती है और परावर्तित ध्वनि एक-दूसरे में मिश्रित होने से अस्पष्ट और बढ़ी हुई तीव्रता (Intensity) की ध्वनि कमरे में निर्मित होती है। कुछ सार्वजनिक सभागृह या श्रोताओं के बैठने की जगह ध्वनि विषयक निकृष्ट होती हैं इसका कारण अनुरणन ही है।



12.3 अनुरणन निर्मिति

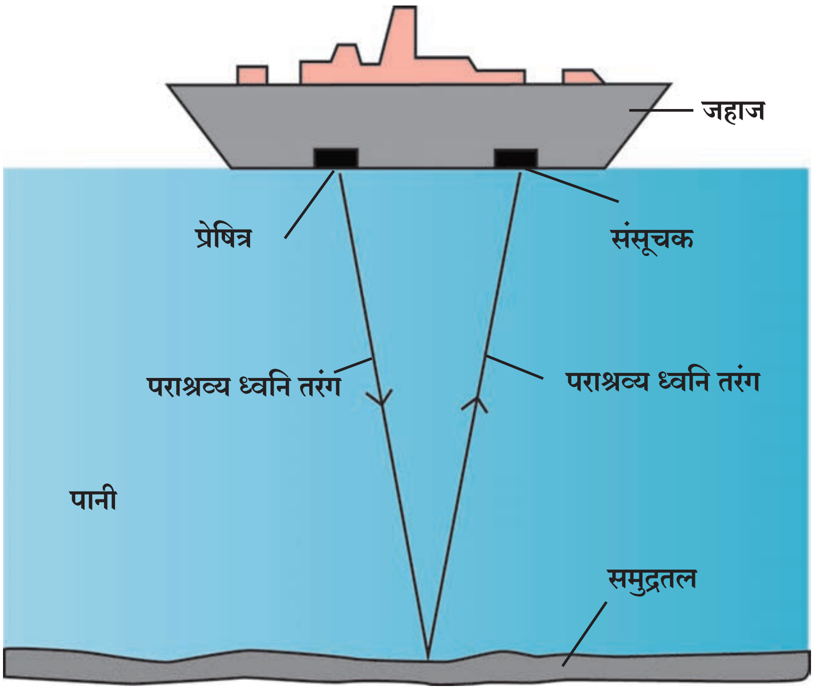
थोड़ा सोचिए

सार्वजनिक सभागृह, इमारतों में होने वाला अनुरणन आप कैसे कम करेंगे?

सोनार (SONAR)

Sound Navigation and Ranging का लघुरूप SONAR है। SONAR द्वारा पराश्रव्य ध्वनि का उपयोग करके जल में स्थित पिंडों की दूरी, दिशा और वेग का मापन किया जाता है। सोनार में एक प्रेषित्र तथा एक संसूचक होता है, उन्हें जहाज पर या नाव पर लगाया जाता है।

प्रेषित्र पराश्रव्य ध्वनि उत्पन्न करके प्रेषित करता है। ये तरंगें जल में चलती हैं तथा समुद्र तल में पिंड से टकराने के पश्चात परावर्तित होकर संसूचक द्वारा ग्रहण कर ली जाती हैं।



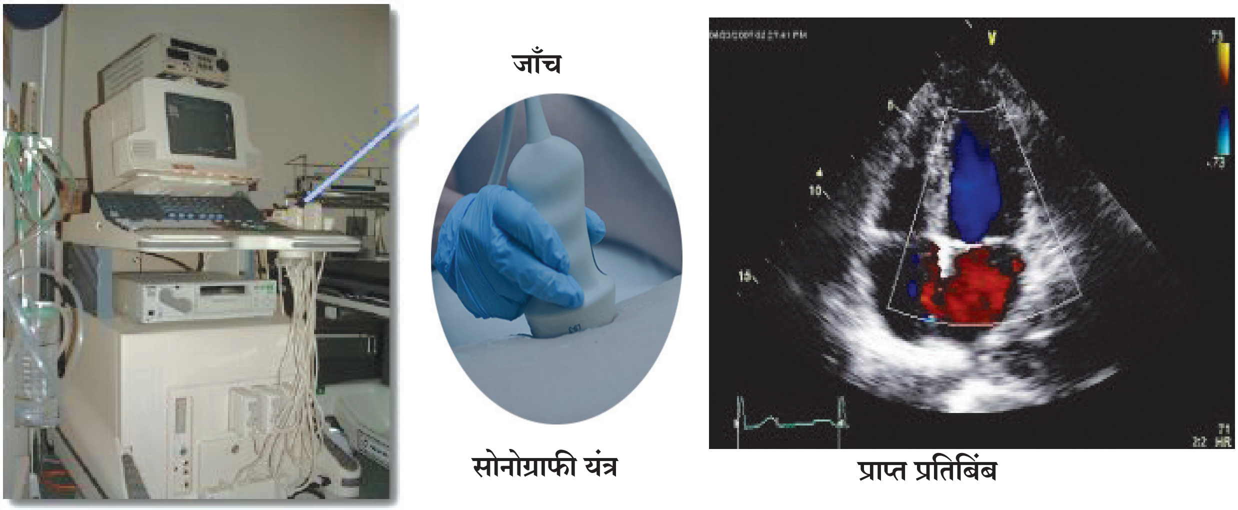
12.4 सोनार प्रणाली

संसूचक पराश्रव्य ध्वनि तरंगों को विद्युत संकेतों में बदल देता है जिनकी समुचित व्याख्या की जाती है। पराश्रव्य ध्वनि के प्रेषण तथा अभिग्रहण के समय अंतराल तथा जल में ध्वनि की चाल ज्ञात करके उस पिंड की दूरी की गणना की जा सकती है।

SONAR की तकनीक का उपयोग करके समुद्र की गहराई ज्ञात की जा सकती है। जल के अंदर स्थित पहाड़ियों, खाइयों, पनडुब्बियों, हिमशैल, डूबे हुए जहाज आदि की जानकारी प्राप्त करने के लिए इसका उपयोग किया जाता है।

सोनोग्राफी (Sonography)

सोनोग्राफी तकनीक में पराश्रव्य ध्वनि तरंगों का उपयोग शरीर के आंतरिक भागों के चित्र निर्मिति के लिए किया जाता है। इसकी सहायता से सूजन आना, जंतुसंसर्ग और वेदना के कारणों को ज्ञात किया जाता है। हृदय की स्थिति, हृदयाघात (दिल का दौरा) के बाद हृदय की अवस्था और गर्भवती स्त्रियों के गर्भाशय में गर्भ की वृद्‌धि देखने के लिए इस तकनीक का उपयोग किया जाता है।



12.5 सोनोग्राफी यंत्र और उसके द्‌वारा दिखने वाला प्रतिबिंब

इस तकनीक में एक छोटी सलाई (Probe) और एक विशिष्ट द्रव का उपयोग किया जाता है। सलाई और त्वचा के बीच संपर्क उचित प्रकार से होने तथा पराश्रव्य ध्वनि का पूर्ण क्षमता से उपयोग करने के लिए इस द्रव का उपयोग किया जाता है।

परीक्षण किए जाने वाले भाग की त्वचा पर द्रव लगाकर सलाई की सहायता से उच्च आवृत्ति की ध्वनि द्रव में से शरीर में संचरित की जाती है। शरीर के आंतरिक भागों में परावर्तित ध्वनि को पुन: सलाई द्‌वारा एकत्र किया जाता है और इस परावर्तित ध्वनि की सहायता से संगणक द्‌वारा शरीर के आंतरिक भागों के चित्र तैयार किए जाते हैं। यह तकनीक वेदनारहित होने के कारण अचूक निदान करने के लिए इस तकनीक का उपयोग चिकित्सा शास्त्र में बढ़ रहा है।

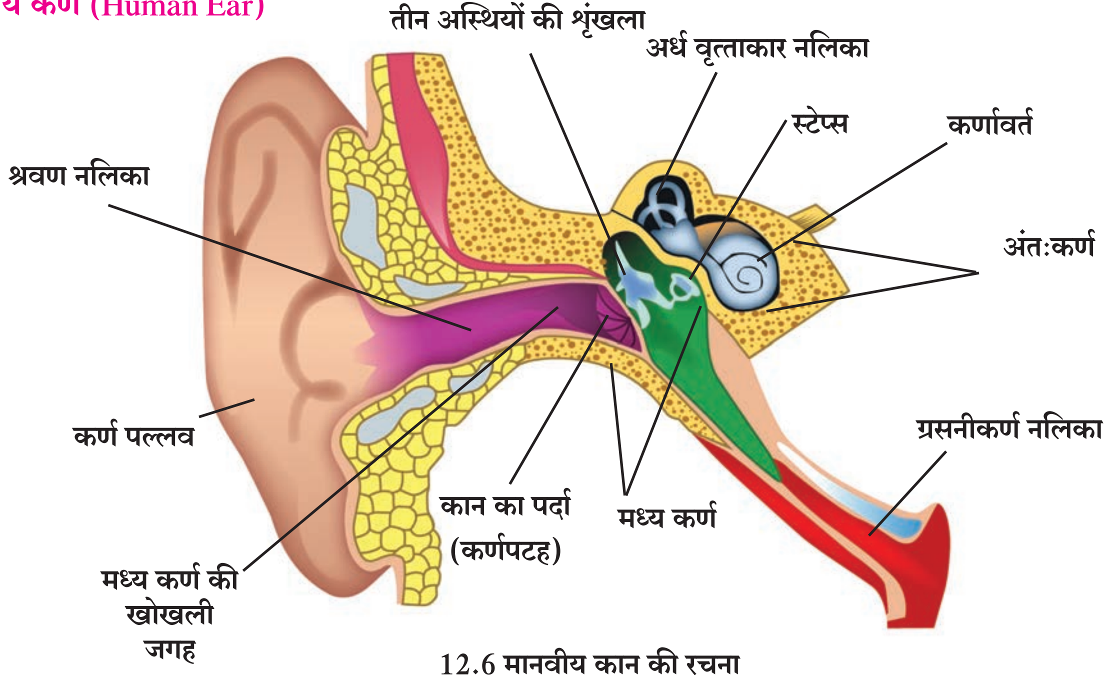
खोजिए

पराश्राय ध्वनि का चिकित्साशास्त्र में किस प्रकार उपयोग किया जाता है, इस बारे में जानकारी प्राप्त करें।

इसे सदैव ध्यान में रखिए

विज्ञान के माध्यम से तकनीक में हुआ विकास मानव की प्रगति के लिए उपयोगी सिद्‌ध हुआ है, फिर भी तकनीक के दुरूपयोग से मानवीय जीवन पर अनेक दुष्परिणाम हुए हैं। सोनोग्राफी तकनीक के आधार पर हमें यह पता चलता है कि जन्म लेने वाला भ्रूण कैसा है, उसकी वृद्‌धि कैसे हो रही है। कितु इस तकनीक का दुरूपयोग कर लड़का-लड़की के बीच भेद करते हुए स्त्रीभ्रूण हत्या का प्रमाण बढ़ रहा है। ऐसा करना कानूनन अपराध है । इसके लिए PNDT Act बनाया गया है।

मानवीय कर्ण (Human Ear)



12.6 मानवीय कान की रचना

कान मानव का महत्त्वपूर्ण अंग है। कान से हम ध्वनि सुनते हैं । ध्वनि तरंग कान तक आने पर कान का पर्दा (कर्णपट) कंपित होता है और उन कंपनों का विद्‌युत तरंगों में रूपांतरण होता है। इन विद्‌युत तरंगों को श्रवण तंत्रिका द्‌वारा मस्तिष्क तक भेज दिया जाता है। कान के तीन भाग होते हैं –

कर्णपल्लव (Pinna)

यह बाह्य परिवेश से ध्वनि एकत्रित करता है, एकत्रित ध्वनि श्रवण नलिका से मध्य कर्ण की खोखली जगह तक पहुँचती है।

मध्यकर्ण (Middle Ear)

मध्य कर्ण की खोखली जगह में एक पतला पर्दा (झिल्ली) होता है जिसे कर्णपटह कहते हैं। जब माध्यम के संपीड़न कर्णपटह पर पहुँचते हैं तो झिल्ली के बाहर की ओर लगने वाला दाब बढ़ जाता है और कर्ण पटह को अंदर की ओर दबाता है। इसी प्रकार, विरलन के पहुँचने पर झिल्ली के बाहर की ओर लगने वाला दाब कम हो जाता है और कर्णपटह बाहर की ओर गति करता है । इस प्रकार ध्वनितरंग के कारण कर्णपटह में कंपन होते हैं।

अंत:कर्ण (Inner Ear)

श्रवण तंत्रिका अंत:कर्ण को मस्तिष्क से जोड़ती है । अत: कर्ण में घोंघे के शंख की तरह चक्राकार कर्णावर्त होता है। कर्णपटह से आने वाले कंपन कर्णावर्त द्‌वारा स्वीकार किए जाते हैं तथा उन्हें विद्‌युत तरंगों में परावर्तित कर दिया जाता है। इन विद्‌युत तरंगों को श्रवण तंत्रिका द्‌वारा मस्तिष्क तक भेज दिया जाता है और मस्तिष्क इनकी ध्वनि के रूप में व्याख्या करता है।

इसे सदैव ध्यान में रखिए

कान एक महत्त्वपूर्ण अंग है। कान को स्वच्छ करने के लिए कान में लकड़ी, नुकीली वस्तु नहीं डालें और इअरफोन की सहायता से ऊँची आवाज में गाने न सुनें । इसके चलते कान के पर्दे (कर्णपटह) को गंभीर क्षति पहुँचने की आशंका होती है।

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1 : 1.5 kHz आवृत्ति तथा 25 cm तरंग दैर्ध्य की ध्वनि को 1.5 km दूरी तय करने के लिए कितना समय लगेगा?

दत्त : आवृत्ति (υ) = 1.5 kHz

$= 1.5 \times 10^3$ Hz

तरंगदैर्ध्य (λ) = 25 cm = 0.25 m

दूरी (s) = 1.5 km = 1.5×10^3 m

समय (t) = ?

ध्वनि का वेग = बारंबारता $\times$ तरंगदैर्ध्य

$v = \upsilon \ \lambda$

$v = 1.5 \text{ x } 10^3 \times 0.25$

$v = 0.375 \times 10^3$

$v = 375$ m/s

$$\textbf{समय} = \frac{\text{दूरी}}{\text{वेग}}$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{1.5 \times 10^3}{375} = \frac{1500}{375} = 4 \text{ s}$$

ध्वनि को 1.5 km दूरी तय करने के लिए 4 s लगेंगे ।

उदाहरण 2 : SONAR की सहायता से समुद्र के पानी में ध्वनितरंग प्रेषित करने के उपरांत 4s के बाद प्रतिध्वनि प्राप्त हुई तो उस स्थान पर समुद्र की गहराई कितनी होगी?

(समुद्र जल में ध्वनि का वेग=1550 m/s)

दत्त:

समुद्र में ध्वनि का वेग =1550 m/s

प्रतिध्वनि सुनाई देने का समय अंतराल = 4s

ध्वनि तरंग को समुद्रतल तक जाने का समय अंतराल

$$= \frac{4}{2} = 2 \text{ s}$$

$$\textbf{वेग} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}}$$

दूरी = वेग $\times$ समय

= 1550 x 2

= 3100 m

उस जगह समुद्र की गहराई 3100 m होगी।

उदाहरण 3 : 1cm तरंगदैर्ध्य वाली ध्वनि तरंग 340 m/s के वेग से हवा में जा रही है तो ध्वनि की आवृत्ति कितनी होगी? क्या यह ध्वनि मानव के श्रवण योग्य है?

दत्त : तरंगदैर्ध्य = λ =1cm=$1 \text{ x } 10^{-2}$m, ध्वनि का वेग = v = 340 m/s

$v = \upsilon \lambda$

$$\therefore \upsilon = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{1 \text{ x } 10^{-2}} = 340 \times 10^2$$

$\therefore \upsilon = 34000$ Hz

आवृत्ति 20000 Hz से अधिक होने के कारण यह ध्वनि मानव को सुनाई नहीं देगी।

> सोनार तकनीक को पहले विश्वयुद्ध् में शत्रु की पनडुब्बियों का पता लगाने के लिए विकसित किया गया था। इस तंत्रज्ञान का उपयोग हवा में भी किया जा सकता है। चमगादड़ इसी तकनीक का उपयोग करके अपने रास्ते की रुकावटों की जानकारी प्राप्त करते हैं और अंधेरे में सरलतापूर्वक उड़ सकते हैं।

स्वाध्याय

1. **नीचे दिए गए कथन पूर्ण कीजिए व उनका स्पष्टीकरण लिखिए**

   अ. ....में से ध्वनि का संचरण नहीं होता है।

   आ. पानी और स्टील में ध्वनि के वेग की तुलना करने पर ....में ध्वनि का वेग अधिक होगा ।

   इ. दैनिक जीवन में .... के उदाहरण द्वारा यह सिद्ध होता है कि ध्वनि का वेग प्रकाश के वेग से कम होता है।

   ई. समुद्र में डूबे किसी जहाज, वस्तु को खोजने के लिए.............. तकनीक का उपयोग किया जाता है।

2. **वैज्ञानिक कारण स्पष्ट कीजिए ।**

   अ. चित्रपटगृह, सभागृह की छतें वक्राकार बनी होती हैं।

   आ. बंद खाली घर में अनुरणन की तीव्रता अधिक होती है।

   इ. कक्षा में निर्मित होने वाली प्रतिध्वनि को हम सुन नहीं सकते।

3. **नीचे दिए गए प्रश्नों के उत्तर आपके शब्दों में लिखिए ।**

   अ. प्रतिध्वनि का क्या अर्थ है ? प्रतिध्वनि सुनाई देने के लिए कौन-कौन-सी शर्तें आवश्यक हैं ?

   आ. विजयपुर के गोलगुंबद की रचनाके बारे में अध्ययन कीजिए और वहाँ अनेक प्रतिध्वनि सुनाई देने के कारण बताइए।

   इ. प्रतिध्वनि निर्माण न हो इसलिए कक्षा की मापें व रचना कैसी होनी चाहिए।

4. **ध्वनि अवशोषक सामग्री का उपयोग किस स्थान पर और क्यों किया जाता है ?**

5. **उदाहरण हल कीजिए ।**

   अ. 0^{0} C. पर ध्वनि का हवा में वेग 332 m/s है। उसमें प्रति अंश सेल्सियस 0.6 m/s की वृद्धि होती है तो 344 m/s वेग के लिए ध्वनि का तापमान कितना होगा ?

   (उत्तर : 20 ^{0}C)

   आ. बिजली चमकने के 4 सेकंड़ के पश्चात नीता को बिजली की आवाज सुनाई दी तो बिजली नीता से कितनी दूरी पर होगी ?
   ध्वनि का हवा में वेग = 340 m/s

   (उत्तर :1360 m)

   इ. सुनील दो दीवारों के बीच खड़ा है। उससे सबसे समीप की दीवार 360 मीटर दूरी पर है। उसके द्वारा जोर से आवाज देने के बाद 4 सेकंड बाद पहली प्रतिध्वनि सुनाई दी और बाद में 2 सेकंड पश्चात दूसरी प्रतिध्वनि सुनाई दी तो
   1.हवा में ध्वनि का वेग कितना होगा ?
   2. दोनों दीवारों के बीच की दूरी कितनी होगी ?

   (उत्तर : 330 m/s ; 1650 m)

   ई. हाइड्रोजन गैस दो समान बोतलों (A और B) में समान तापमान पर रखी गई है। बोतलों में हाइड्रोजन गैस का भार क्रमश: 12 ग्राम और 48 ग्राम है। किस बोतल में ध्वनि की गति अधिक होगी ? कितने गुना ?

   (उत्तर : A में; दोगुना)

   उ. दो समान बोतलों में हिलीयम गैस भरी गई है। उनमें गैस का भार 10 ग्राम और 40 ग्राम है । यदि दोनों बोतलों में गैस की गति समान हो तो आप कौन-सा निष्कर्ष प्राप्त करेंगे ?

उपक्रम :

1. वाद्ययंत्र जलतरंग के बारे में जानकारी प्राप्त कीजिए। उससे विभिन्न स्वर निर्मिति कैसे होती है, इसे समझिए।

◈◈◈

HBT2C8