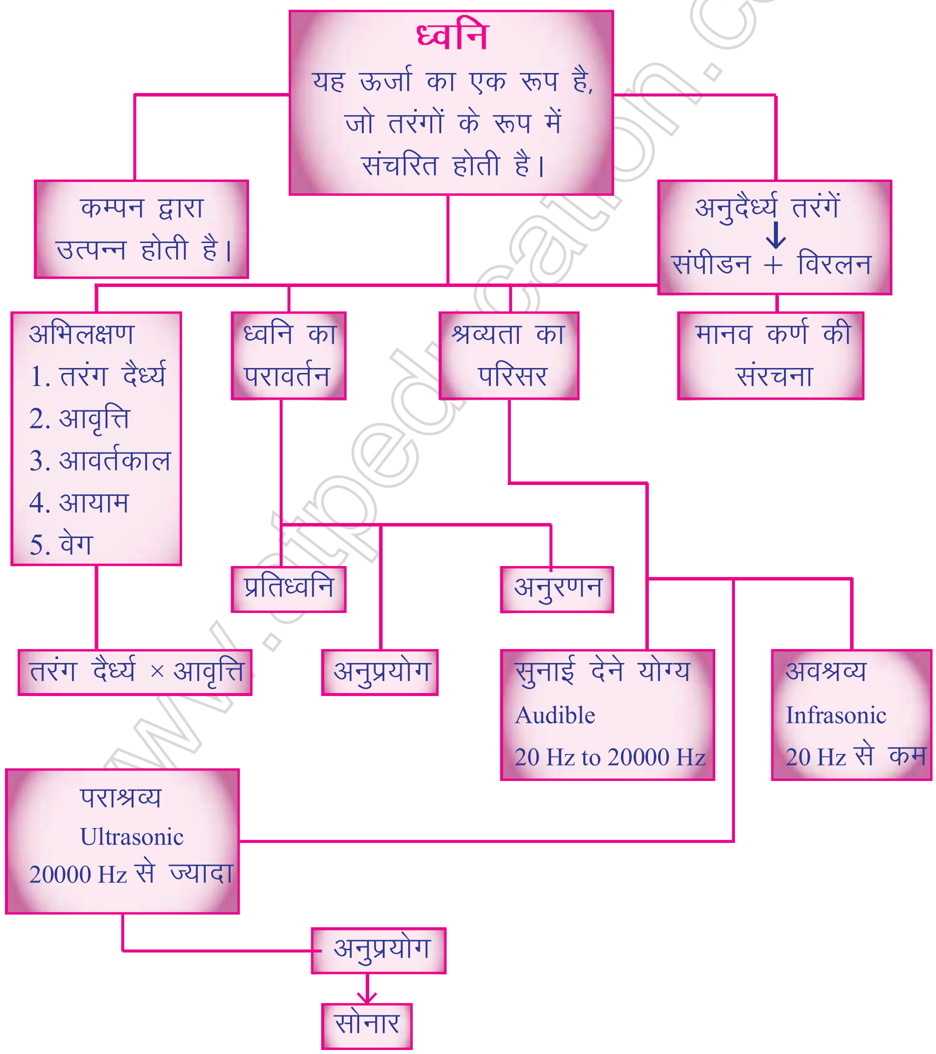
अध्याय

5

ध्वनि

अध्याय एक नजर में



www.atpeducation.com

ध्वनि–(i) ध्वनि हमारे कानों में श्रवण का संवेदन उत्पन्न करती है।

(ii) ध्वनि ऊर्जा का एक रूप है जिससे हम सुन सकते हैं।

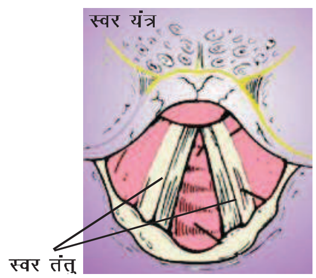
(iii) ऊर्जा संरक्षण का नियम ध्वनि पर भी लागू होता है।

(iv) ध्वनि का संचरण तरंगों के रूप में होता है।

ध्वनि का उत्पादन–ध्वनि तब पैदा होती है जब वस्तु कम्पन करती है या कम्पमान वस्तुओं से ध्वनि पैदा होती है।

–किसी वस्तु को कम्पित करके ध्वनि पैदा करने के लिए आवश्यक ऊर्जा किसी बाह्य स्रोत द्वारा उपलब्ध करायी जाती है।

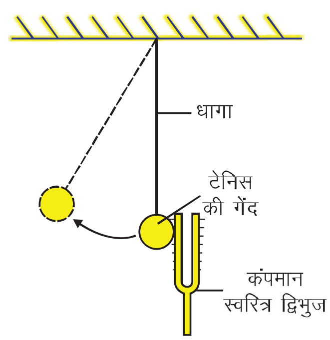
उदाहरण–1. तबला या ड्रम की तनित झिल्ली पर हाथ से मारकर कम्पन पैदा करते हैं जिससे ध्वनि पैदा होती है।



स्वर तंतुओं के कम्पन से ध्वनि पैदा होती है।

ड्रम की तनित झिल्ली के कम्पन से ध्वनि पैदा होती है।

2. प्रयोगशाला में कम्पमान स्वरित्र द्विभुज से ध्वनि उत्पन्न करते हैं। इसको दिखाने के लिए एक छोटी टेनिस (प्लास्टिक) की गेंद को धागे की सहायता से किसी आधार पर लटकाकर कम्पमान स्वरित्र द्विभुज से स्पर्श कराते हैं। गेंद एक बड़े बल के द्वारा दूर धकेल दी जाती है।



ध्वनि उत्पन्न होती है–निम्नलिखित तरीकों से–

1. कम्पन करते तन्तु से (सितार)
2. कम्पन करती वायु से (बाँसुरी)
3. कम्पन करती तनित झिल्ली से (तबला, ड्रम)
4. कम्पन करती प्लेटों से (साइकिल की घण्टी)
5. वस्तुओं से घर्षण द्वारा
6. वस्तुओं को खुरचकर या रगड़कर (Scratching or Scrubing)

ध्वनि का संचरण–वह पदार्थ जिसमें होकर ध्वनि संचरित होती है, माध्यम कहलाता है।

- माध्यम ठोस, द्रव या गैस हो सकता है।
- जब एक वस्तु कम्पन करती है, तब इसके आस–पास के वायु के कण भी बिल्कुल वस्तु की तरह कम्पन करते हैं और अपनी सन्तुलित अवस्था से विस्थापित हो जाते हैं।

www.atpeducation.com

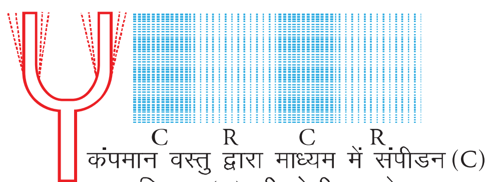
◆ ये कम्पमान वायु के कण अपने आस–पास के वायु कणों पर बल लगाते हैं। अतः वे कण भी अपनी विरामावस्था से विस्थापित होकर कम्पन करने लगते हैं।

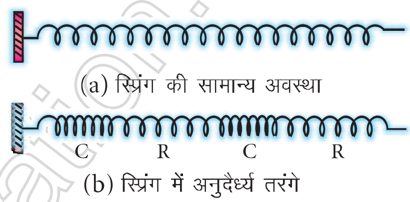
◆ यह प्रक्रिया माध्यम में तब तक चलती रहती है जब तक ध्वनि हमारे कानों में नहीं पहुँच जाती है।

◆ ध्वनि द्वारा उत्पन्न विक्षोभ माध्यम से होकर गति करता है। (माध्यम के कण गति नहीं करते हैं)

◆ तरंग एक विक्षोभ है जो माध्यम में गति करता है तथा एक बिन्दु से दूसरे बिन्दु तक ऊर्जा ले जाता है जबकि दोनों बिन्दुओं में सीधा सम्पर्क नहीं होता है।

◆ ध्वनि यांत्रिक तरंगों के द्वारा संचरित होती है।

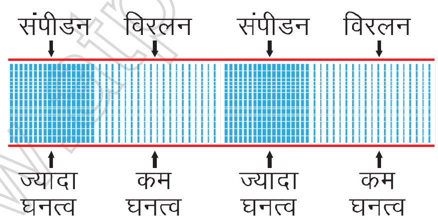




कम्पमान वस्तु द्वारा माध्यम में संपीडन (C) तथा विरलन (R) की श्रेणी बनाते हुए।

(b) स्प्रिंग में अनुदैर्ध्य तरंगे।

◆ ध्वनि तरंगें अनुदैर्ध्य तरंगें हैं। जब एक वस्तु कम्पन करती है तब अपने आस–पास की वायु को संपीडित करती है। इस प्रकार एक उच्च घनत्व या दाब का क्षेत्र बनता है जिसे सम्पीडन (C) कहते हैं।



◆ संपीडन वह क्षेत्र है जहाँ माध्यम के कण पास–पास आकर उच्च दाब बनाते हैं।

◆ यह सम्पीडन कम्पमान वस्तु से दूर जाता है।

◆ जब कम्पमान वस्तु पीछे की ओर कम्पन करती है तब एक निम्न दाब क्षेत्र बनता है जिसे विरलन (R) कहते हैं।

◆ जब वस्तु आगे–पीछे तेजी से कम्पन करती है तब हवा में सम्पीडन और विरलन की एक श्रेणी बनकर ध्वनि तरंग बनाती है।

◆ ध्वनि तरंग का संचरण घनत्व परिवर्तन का संचरण है।

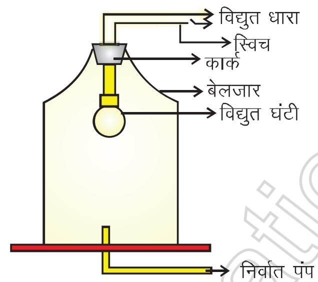
ध्वनि संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है–

◆ ध्वनि तरंगें यांत्रिक तरंगें हैं, इनके संचरण के लिए माध्यम (हवा, पानी, स्टील) की आवश्यकता होती है।

◆ यह निर्वात में संचरित नहीं हो सकती है।

◆ एक विद्युत घण्टी को वायुरुद्ध बेलजार में लटकाकर बेलजार को निर्वात पम्प से जोड़ते हैं।

◆ जब बेलजार वायु से भरा होता है, तब ध्वनि सुनायी देती है। लेकिन जब निर्वात पम्प को चलाकर वायु को बेलजार से निकालकर घण्टी बजाते हैं, तब ध्वनि सुनाई नहीं देती है।



ध्वनि निर्वात में संचरित नहीं हो सकती (प्रयोग)

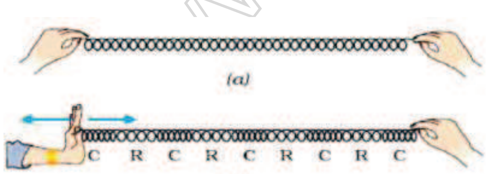
◆ अतः ध्वनि संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है।

ध्वनि तरंगे अनुदैर्ध्य तरंगें हैं–(1) वह तरंग जिसमें माध्यम के कण आगे पीछे उसी दिशा में कम्पन करते हैं जिस दिशा में तरंग गति करती है, अनुदैर्ध्य तरंग कहलाती है।

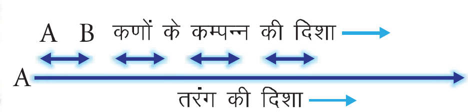
◆ जब एक स्लिंकी को धक्का देते तथा खींचते हैं तब सम्पीडन (स्लिंकी की कुण्डलियाँ पास–पास आ जाती हैं) तथा विरलन (कुंडलियाँ दूर–दूर हो जाती हैं) बनते हैं।

◆ जब तरंग स्लिंकी में गति करती है तब इसकी प्रत्येक कुण्डली (छल्ला) तरंग की दिशा में आगे–पीछे एक छोटी दूरी तय करती है। अतः अनुदैर्ध्य तरंग है।

◆ कणों के कम्पन की दिशा तरंग की दिशा के समान्तर होती है।



(b) अनुदैर्ध्य तरंग



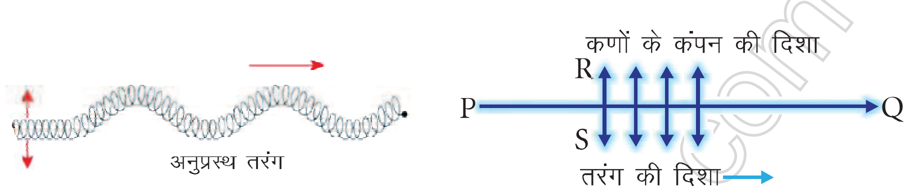
(2) जब स्लिंकी के एक सिरे को आधार से स्थिर करके दूसरे सिरे को ऊपर नीचे तेजी से हिलाते हैं तब यह अनुप्रस्थ तरंगें उत्पन्न करती हैं।

www.atpeducation.com

♦ यह तरंग स्लिंकी में क्षैतिज (Horizontal) दिशा में गति करती है जबकि स्लिंकी की कुण्डलिया (कण) तरंग की दिशा के लम्बवत ऊपर नीचे गति करती हैं।

♦ इस प्रकार अनुप्रस्थ तरंगों में माध्यम के कण ऊपर-नीचे गति करते हैं और तरंग की दिशा से समकोण (लम्बवत) बनाते हैं।

♦ प्रकाश किरणें भी अनुप्रस्थ तरंगें हैं लेकिन उनको संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है।



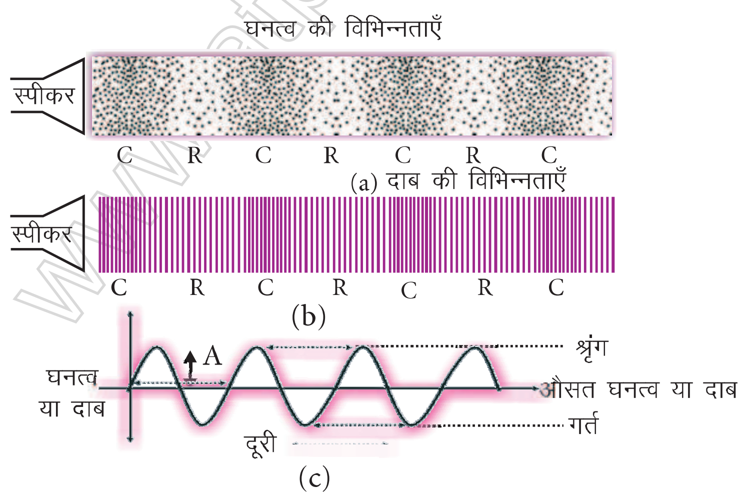
ध्वनि तरंग के अभिलक्षण–ध्वनि तरंग के अभिलक्षण है–तरंग दैर्ध्य, आवृत्ति, आयाम, आवर्तकाल तथा तरंग वेग–

♦ जब एक तरंग वायु में संचरण करती है तब हवा का घनत्व तथा दाब अपनी मध्य स्थिति से बदलते हैं।

♦ संपीडन को शिखर या शृंग (Crest) तथा विरलन को गर्त (Trough) से दिखाया जाता है।

♦ सम्पीडन अधिकतम घनत्व या दाब का क्षेत्र है।

♦ विरलन न्यूनतम घनत्व या दाब का क्षेत्र है।

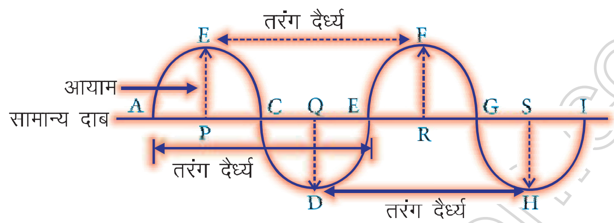


www.atpeducation.com

(i) तरंग दैर्ध्य (Wavelength) (1) ध्वनि तरंग में एक संपीडन तथा एक सटे हुए विरलन की कुल लम्बाई को तरंग दैर्ध्य कहते हैं।

(2) दो क्रमागत संपीडनों या दो क्रमागत विरलनों के मध्य बिन्दुओं के बीच की दूरी को तरंग दैर्ध्य कहते हैं।

- तरंग दैर्ध्य को ग्रीक अक्षर लैम्डा (λ) से निरूपित करते हैं। इसका S.I. मात्रक मीटर (m) है।



(ii) आवृत्ति (Frequency)–(1) एक सेकेण्ड में उत्पन्न पूर्ण तरंगों की संख्या या एक सेकेण्ड में कुल दोलनों की संख्या को आवृत्ति कहते हैं।

(2) एक सेकेण्ड में गुजरने वाले सम्पीडनों तथा विरलनों की संख्या को भी आवृत्ति कहते हैं।

- किसी तरंग की आवृत्ति उस तरंग को उत्पन्न करने वाली कम्पित वस्तु की आवृत्ति के बराबर होती है।

- आवृत्ति का S.I. मात्रक हर्ट्ज (Hertz प्रतीक Hz) है। आवृत्ति को ग्रीक अक्षर ν (न्यू) से प्रदर्शित करते हैं।

हर्ट्ज–एक हर्ट्ज, एक कम्पन प्रति सेकेण्ड के बराबर होता है।

आवृत्ति का बड़ा मात्रक किलोहर्ट्ज है। 1 KHz = 1000 Hz.

(iii) आवर्तकाल (Time Period)–(1) एक कम्पन या दोलन को पूरा करने करने में लिए गये समय को आवर्तकाल कहते हैं।

(2) दो क्रमागत संपीडन या विरलन को एक निश्चित बिन्दु से गुजरने में लगे समय को आवर्तकाल कहते हैं।

- आवर्तकाल का S.I. मात्रक सेकेण्ड (S) है। इसको T से निरूपित करते हैं।
- किसी तरंग की आवृत्ति आवर्तकाल का व्युत्क्रमानुपाती है।

$$r = \frac{1}{T}$$

www.atpeducation.com

(iv) आयाम (Amplitude)–किसी माध्यम के कणों के उनकी मूल स्थिति के दोनों और अधिकतम विस्थापन को तरंग का आयाम कहते हैं।

- आयाम को 'A' से निरूपित करते हैं तथा इसका S.I. मात्रक मीटर 'm' है।
- ध्वनि से तारत्व, प्रबलता तथा गुणता जैसे अभिलक्षण पाये जाते हैं।

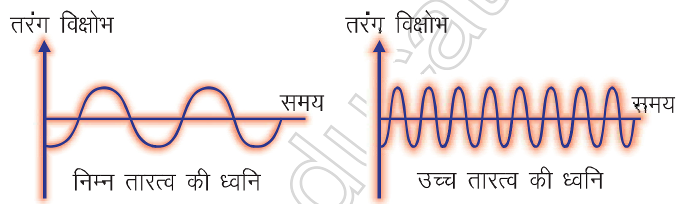
तारत्व (Pitch)–ध्वनि का तारत्व ध्वनि की आवृत्ति पर निर्भर करता है।

यह आवृत्ति के समानुपाती होता है–ज्यादा आवृत्ति, ऊँचा तारत्व, कम आवृत्ति, निम्न तारत्व।

- औरतों की आवाज तीक्ष्ण (Shrill) होती है उसका तारत्व ज्यादा होता है जबकि पुरुषों की आवाज का तारत्व कम होने से उनकी आवाज सपाट होती है।
- उच्च तारत्व की ध्वनि में एक इकाई समय में बड़ी संख्या में सम्पीडन तथा विरलन एक निश्चित बिन्दु से गुजरते हैं।

निम्न तारत्व–कम आवृत्ति

ज्यादा तारत्व–ज्यादा आवृत्ति



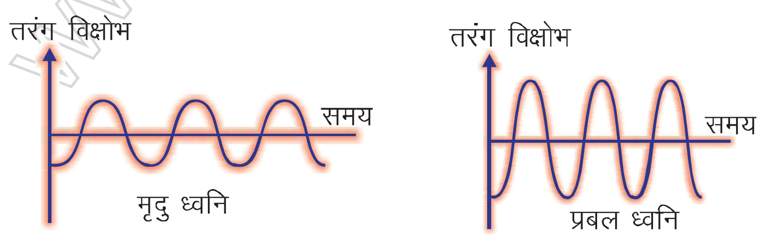
प्रबलता–ध्वनि की प्रबलता ध्वनि तरंगों के आयाम पर निर्भर होती है।

- कानों में प्रति सेकेण्ड पहुँचने वाली ध्वनि ऊर्जा के मापन को प्रबलता कहते हैं।

प्रबल ध्वनि → ज्यादा ऊर्जा → ज्यादा आयाम

मृदु ध्वनि → कम ऊर्जा → कम आयाम

- प्रबलता को डेसीबल (db) में मापा जाता है।



www.atpedu.cation.com

गुणता (Timbre)–किसी ध्वनि की गुणता उस ध्वनि द्वारा उत्पन्न तरंग की आकृति पर निर्भर करती है। यह संगीतमय ध्वनि का अभिलक्षण है। यह हमें समान तारत्व तथा प्रबलता की ध्वनियों में अन्तर करने में सहायता करता है।

टोन–एकल आवृत्ति की ध्वनि को टोन कहते हैं।

स्वर (Note)–अनेक ध्वनियों के मिश्रण को स्वर कहते हैं।

शोर (Noise)–शोर सुनने में कर्णप्रिय नहीं होता है।

संगीत (Music)–संगीत सुनने में सुखद होता है, और इसकी गुणता अच्छी होती है।

(v) तरंग वेग (Velocity)–एक तरंग द्वारा एक सेकेण्ड में तय की गयी दूरी को तरंग का वेग कहते हैं। इसका S.I. मात्रक मीटर/सेकेण्ड (ms^{-1}) है।

$$\text{वेग} = \frac{\text{चली गयी दूरी}}{\text{लिया गया समय}}$$

$V = \frac{\lambda}{T}$, λ ध्वनि की तरंगदैर्ध्य है और यह T समय में चली गयी है।

अतः $V = \lambda v$ ($\frac{1}{T} = v$ *nu*) | वेग = तरंग दैर्ध्य × आवृत्ति | → तरंग समीकरण

उदाहरण–एक ध्वनि तरंग का आवर्तकाल 0.053 है। इसकी आवृत्ति क्या होगी ?

हल–आवृत्ति $r = \frac{1}{T}$ दिया गया है T = 0.05 S

$$V = \frac{1}{0.05} = \frac{100}{5} = 20 \text{ Hz}$$

ध्वनि तरंग की आवृत्ति 20 Hz है।

विभिन्न माध्यमों में ध्वनि की चाल–(1) ध्वनि की चाल पदार्थ (माध्यम) के गुणों पर निर्भर करती है, जिसमें यह संचरित होती है। यह गैसों में सबसे कम द्रवों में ज्यादा तथा ठोसों में सबसे तेज होती है।

(2) ध्वनि की चाल तापमान बढ़ने के साथ बढ़ती है।

(3) हवा में आर्द्रता (नमी) बढ़ने के साथ ध्वनि की चाल बढ़ती है।

- प्रकाश की चाल ध्वनि की चाल से तेज है।
- वायु में ध्वनि की चाल 22°C पर 344 ms^{-1} है।

ध्वनि बूम–कुछ वायुयान, गोलियाँ तथा रॉकेट आदि पराध्वनिक चाल से चलते हैं। पराध्वनिक का तात्पर्य वस्तु की उस चाल से है, जो ध्वनि की चाल से तेज (ज्यादा) होती है। ये वायु में बहुत तेज आवाज पैदा करती है। जिन्हें प्रघाती तरंगें कहते हैं।

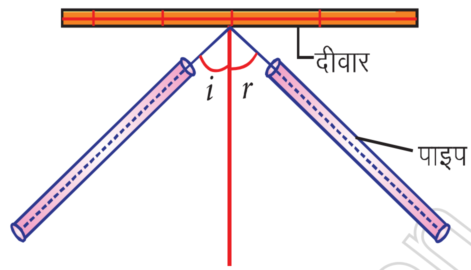
- ध्वनि बूम प्रघाती तरंगों द्वारा उत्पन्न विस्फोटक शोर है।
- यह जबरदस्त ध्वनि ऊर्जा का उत्सर्जन करता है जो खिड़कियों के शीशे तोड़ सकती है।

www.atpeducation.com

ध्वनि का परावर्तन (Reflection of Sound)–प्रकाश की तरह ध्वनि भी जब किसी कठोर सतह से टकराती है तब वापस लौटती है। यह ध्वनि का परावर्तन कहलाता है। ध्वनि भी परावर्तन के समय प्रकाश के परावर्तन के नियमों का पालन करती है–

(i) आपत्ति ध्वनि तरंग, परावर्तित ध्वनि तरंग तथा आयतन बिन्दु पर खींचा गया अभिलम्ब एक ही तल में होते हैं।

(ii) ध्वनि का आपतन कोण हमेशा ध्वनि के परावर्तन कोण के बराबर होता है।



ध्वनि का परावर्तन

प्रतिध्वनि (Echo)–ध्वनि तरंग के परावर्तन के कारण ध्वनि के दोहराव (पुनः सुनना) को प्रतिध्वनि कहते हैं।

- हम प्रतिध्वनि तभी सुन सकते हैं जब मूल्य ध्वनि तथा प्रतिध्वनि (परावर्तित ध्वनि) के बीच 0.1 सेकेण्ड का समय अन्तराल हो।
- प्रतिध्वनि तब पैदा होती है जब ध्वनि किसी कठोर सतह (जैसे ईंट की दीवार पहाड़ आदि) से परावर्तित होती है। मुलायम सतह ध्वनि को अवशोषित करते हैं।
- प्रतिध्वनि सुनने के लिए न्यूनतम दूरी की गणना–

$\text{चाल} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}}$ वायु में ध्वनि की चाल = 344 m/s (22ºC पर)

समय = 0.1 सेकेण्ड

$344 = \frac{\text{दूरी}}{0.15}$ या दूरी $= 344\ ms^{-1} \times 0.1\ s = 34.4\ m$

- अतः श्रोता तथा परावर्तक पृष्ठ के बीच की दूरी = 17.2 m (at 22ºC)
- बादलों की गड़गड़ाहट, बिजली की आवाज के कई परावर्तक पृष्ठों जैसे बादलों तथा भूमि से बार–बार परावर्तन के कारण होती है।

अनुरणन–(1) किसी बड़े हॉल में, हॉल की दीवारों, छत तथा फर्श से बार–बार परावर्तन के कारण ध्वनि का स्थायित्व (ध्वनि का बने रहना) अनुरणन कहलाता है।

(2) अगर यह स्थायित्व काफी लम्बा हो तब ध्वनि धुंधली, विकृत तथा भ्रामक हो जाती है।

www.atpeducation.com

किसी बड़े हॉल या सभागार में अनुसरन को कम करने के तरीके–

(1) सभा भवन की छत तथा दीवारों पर संपीडित फाइबर बोर्ड से बने पैनल ध्वनि का अवशोषण करने के लिए लगाये जाते हैं।

(2) खिड़की, दरवाजों पर भारी पर्दे लगाये जाते हैं।

(3) फर्श पर कालीन बिछाए जाते हैं।

(4) सीट ध्वनि अवशोषक गुण रखने वाले पदार्थों की बनायी जाती है।

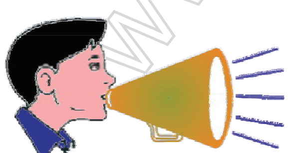
प्रतिध्वनि तथा अनुरणन में अन्तर–

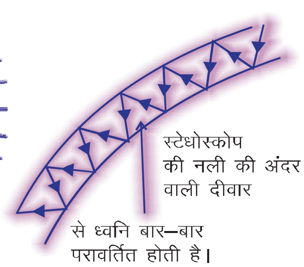
प्रतिध्वनि	अनुरणन
1. ध्वनि तरंग के परावर्तन के कारण ध्वनि के दोहराव (Repetition) को प्रतिध्वनि कहते हैं।	1. किसी बड़े हॉल में छत, दीवारों तथा फर्श से ध्वनि के बार–बार परावर्तन के कारण ध्वनि के स्थायित्व को अनुरणन कहते हैं।
2. प्रतिध्वनि एक बड़े खाली हॉल में उत्पन्न होती है। ध्वनि का बार–बार परावर्तन नहीं होता है और ध्वनि स्थायी भी नहीं होती है।	2. अनुरणन के ज्यादा लम्बा होने पर ध्वनि धुँधली, विकृत तथा भ्रामक हो जाती है।

ध्वनि के परावर्तन के उपयोग–(1) **मेगाफोन** या लाउडस्पीकर, हॉर्न, तूर्य और शहनाई आदि इस प्रकार बनाये जाते हैं कि वे ध्वनि को सभी दिशाओं में फैलाये बिना एक ही दिशा में भेजते हैं।

- इन सभी यंत्रों में शंक्वाकार भाग ध्वनि तरंगों को बार–बार परावर्तित करके श्रोताओं की ओर भेजता है।
- इस प्रकार ध्वनि तरंगों का आयाम जुड़ जाने से ध्वनि की प्रबलता बढ़ जाती है।

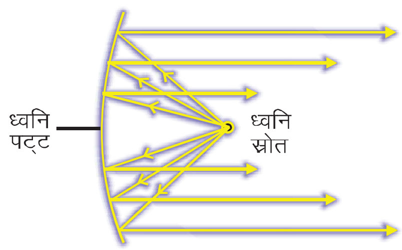
(2) स्टेथोस्कोप–यह एक चिकित्सा यंत्र है जो मानव शरीर के अन्दर हृदय और फेफड़ों में उत्पन्न ध्वनि को सुनने में काम आता है। हृदय की धड़कन की ध्वनि स्टेथोस्कोप की रबर की नली में बारम्बार परावर्तित होकर डॉक्टर के कानों में पहुँचती है।

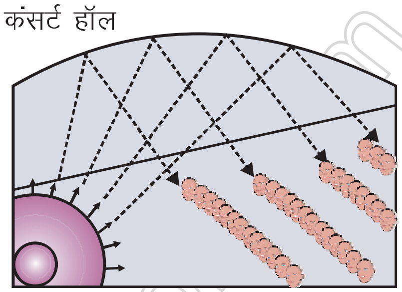

मेगाफोन



(3) ध्वनि पट्ट (Sound Board)–(a) बड़े हॉल या सभागार में दीवारों, छत तथा सीटों द्वारा ध्वनि का अवशोषण हो जाता है। अतः वक्राकार ध्वनि पट्टों को वक्ता के पीछे रख दिया जाता है ताकि उसका भाषण श्रोताओं को आसानी से सुनाई दे जाये। ये ध्वनि पट्ट ध्वनि के बहुल परावर्तन पर आधारित है।

(b) कंसर्ट हॉल की छतें वक्राकार बनायी जाती हैं ताकि परावर्तन के बाद ध्वनि हाल के सभी भागों में पहुँच जाये।





श्रव्यता का परिसर–(1) मनुष्य में श्रव्यता का परिसर **20 Hz से 2000 Hz** तक होता है। 5 वर्ष से कम आयु के बच्चे तथा कुत्ते 25 KHz तक की ध्वनि सुन लेते हैं।

(2) 20 Hz से कम आवृत्ति की ध्वनियों को **अवश्रव्य ध्वनि (Infrasonic Sound)** कहते हैं।

- कम्पन करता हुआ सरल लोलक अवश्रव्य ध्वनि उत्पन्न करता है।
- गैण्डे 5 Hz की आवृत्ति की ध्वनि से एक–दूसरे से सम्पर्क करते हैं।
- हाथी तथा व्हेल अवश्रव्य ध्वनि उत्पन्न करते हैं।
- भूकम्प प्रघाती तरंगों से पहले अवश्रव्य तरंगें पैदा करते हैं जिन्हें कुछ जन्तु सुनकर परेशान हो जाते हैं।

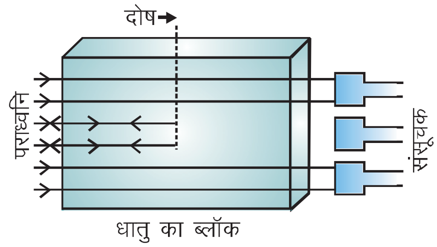
(3) 20 KHz से अधिक आवृत्ति की ध्वनियों का **पराश्रव्य ध्वनि (Ultrasonic waves)** या पराध्वनि कहते हैं। कुत्ते, डॉलफिन, चमगादड़, मॉरपॉइज तथा चूहे पराध्वनि सुन सकते हैं। कुत्ते तथा चूहे पराध्वनि उत्पन्न करते हैं।

श्रवण सहायक युक्ति–यह बैटरी चालित इलेक्ट्रॉनिक मशीन है जो कम सुनने वाले लोगों द्वारा प्रयोग की जाती है। माइक्रोफोन ध्वनि को विद्युत संकेतों में बदलता है जो एंप्लीफायर द्वारा प्रवर्धित हो जाते हैं। ये प्रवर्धित संकेत युक्ति के स्पीकर को भेजे जाते हैं। स्पीकर प्रवर्धित संकेतों को ध्वनि तरंगों में बदलकर कान को भेजता है जिससे साफ सुनाई देता है।

पराध्वनि के अनुप्रयोग (Application of ultrasound)–(1) इसका उपयोग उद्योगों में धातु के इलाकों में दरारों या अन्य दोषों का पता लगाने के लिए (बिना उन्हें नुकसान पहुँचाए) किया जाता है।

www.atpeducation.com

(2) यह उद्योगों में वस्तुओं के उन भागों को साफ करने में उपयोग की जाती है जिनका पहुँचना कठिन होता है; जैसे–सर्पिलाकार नली, विषम आकार की मशीन आदि।



(3) पराध्वनि का उपयोग मानव शरीर के आन्तरिक अंगों; जैसे यकृत, पित्ताशय, गर्भाशय, गुर्दे और हृदय की जाँच करने में किया जाता है।

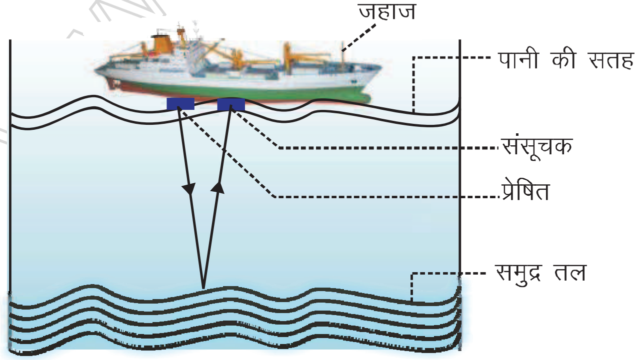
(4) **इकोकार्डियोग्राफी (ECG)**–इन तरंगों का उपयोग हृदय की गतिविधियों को दिखाने तथा इसका प्रतिबिम्ब बनाने में किया जाता है। इसे इकोकार्डियोग्राफी कहते हैं।

(5) **अल्ट्रासोनोग्राफी (Ultrasonography)**–वह तकनीक जो शरीर के आन्तरिक अंगों का प्रतिबिम्ब पराध्वनि तरंगों की प्रतिध्वनियों द्वारा बनाती है। अल्ट्रासोनोग्राफी कहलाता है।

(6) पराध्वनि का उपयोग गुर्दे की छोटी पथरी को बारीक कणों में तोड़ने के लिए किया जाता है।

सोनार (Sonar)–सोनार शब्द (Sound Navigation and Ranging) से बना है।

- सोनार एक युक्ति जो पानी के नीचे पिड़ों की दूरी, दिशा तथा चाल नापने के लिए प्रयोग की जाती है।
- सोनार में एक प्रेषित तथा एक संसूचक होती है जो जहाज की तली में लगा होता है।
- प्रेषित्र पराध्वनि तरंगें उत्पन्न करके प्रेषित करता है।



www.atpeducation.com

- ये तरंगें पानी में चलती है, समुद्र के तल में पिण्डों से टकराकर परावर्तित होकर संसूचक द्वारा ग्रहण कर ली जाती है और विद्युत संकेतों में बदल ली जाती है।

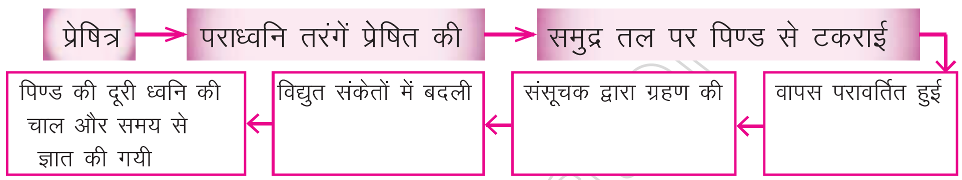
- वह युक्ति पराध्वनि तरंगों द्वारा जहाज से समुद्र तल तक जाने तथा वापस जहाज तक आने में लिये गये समय को नाप लेती है।

- इस समय का आधा समय पराध्वनि तरंगों द्वारा जहाज से समुद्र तल तक जाने में लिया जाता है।

- यदि पराध्वनि के प्रेषण और संसूचन का समय अन्तराल t है। समुद्र जल में ध्वनि की चाल v है तब तरंग द्वारा तय की गयी दूरी = $2d$

$2d = v\pi t$. यह विधि प्रतिध्वनिक परास कहलाती है।

सोनार की कार्य विधि



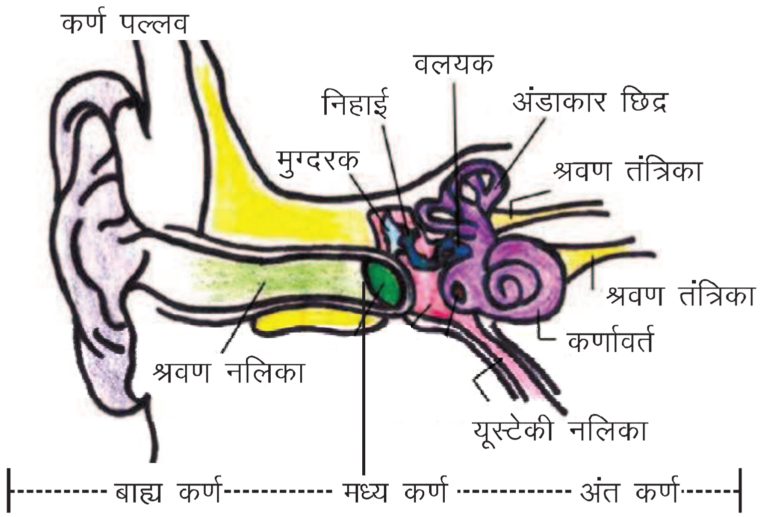
सोनार का उपयोग समुद्र तल की गहराई नापने, जल के नीचे चट्टानों, घाटियों, पनडुब्बी, हिम शैल तथा डूबे हुए जहाज का पता लगाने में किया जाता है।

चमगादड़ अंधेरी रात में उच्च तारत्व की पराध्वनि तरंगें उत्सर्जित करते हुए उड़ती हैं जो अवशेषों या कीटों से परावर्तित होकर चमगादड़ के कानों तक पहुँचते हैं। परावर्तित स्पंदों की प्रकृति से चमगादड़ को पता चलता है कि अवरोध या कीट कहाँ है और किस प्रकृति के हैं।

मानव कर्ण की संरचना–

- मानव कर्ण तीन हिस्सों से बना है–बाह्य कर्ण, मध्य कर्ण, अन्तःकर्ण
- कान संवेदी अंग है जिनकी सहायता से हम ध्वनि को सुन पाते हैं।
- **बाह्य कान को कर्ण पल्लव** कहते हैं, यह आस–पास से ध्वनि इकट्ठा करता है।
- यह ध्वनि श्रवण नलिका से गुजरती है।
- श्रवण नलिका के अन्त पर एक पतली लचीली झिल्ली कर्ण पटह या कर्ण पटह झिल्ली होती है।
- **मध्य कर्ण** में तीन हड्डियाँ–मुग्दरक, निहाई और वलथक (hammer, anviland stirrup) एक-दूसरे से जुड़ी होती हैं। मुग्दरक का स्वतन्त्र हिस्सा कर्णपट्ट से तथा वलयक का अंतकर्ण के अण्डाकार छिद्र की झिल्ली से जुड़ा होता है।

www.atpeducation.com



- **अंतःकर्ण** में एक मुड़ी हुई नलिका कर्णावर्त (Cochlea) होती है जो अण्डाकार छिद्र से जुड़ी होती है। कर्णावर्त में एक द्रव भरा होता है जिसमें तंत्रिका कोशिका होती है कर्णावर्त का दूसरा सिरा श्रवण तंत्रिका से जुड़ा होता है जो मस्तिष्क को जाती है।

कार्यविधि–जब ध्वनि तरंग का संपीडन कर्णपटह पर टकराता है तब कर्णपटह के बाहर का दबाव बढ़ जाता है और कर्णपट्ट को अन्दर की ओर दबाता है जबकि विरलन के समय कर्णपट्ट बाहर की तरफ गति करता है। इस प्रकार कर्णपटह अन्दर कर्णपटह अन्दर–बाहर कथन करना शुरु कर देता है।

- ये कम्पन तीन हड्डियों द्वारा कई गुणा बढ़ा दिये जाते हैं। मध्य कर्ण ध्वनि तरंगों से प्राप्त इन प्रवर्धित (amplified) दाब परिवर्तनों को अन्तःकर्ण को भेज देता है।
- अंतःकर्ण में ये दाब परिवर्तन कर्णावर्त के द्वारा विद्युत संकेतों में बदल दिये जाते हैं।
- ये विद्युत संकेत श्रवण तंत्रिका के द्वारा मस्तिष्क को भेज दिये जाते हैं और मस्तिष्क इनकी ध्वनि रूप में व्याख्या करता है।

कर्ण पल्लव → श्रवण नलिका → कर्णपटह → मुग्दरक → निहाई → वलयक

मस्तिष्क ← श्रवण तंत्रिका ← कर्णावर्त ← अण्डाकार छिद्र ←

प्रश्न बैंक

[A-1 अंक]

1. ध्वनि तरंगों को यांत्रिक तरंगें क्यों कहते हैं ?
2. ध्वनि का कौन–सा अभिलक्षण निर्धारित करता है–तारत्व तथा प्रबलता ?
3. ध्वनि वेग के लिए तरंग सूत्र लिखिए।
4. मानव का श्रव्यता तथा परिसर लिखिए।
5. ध्वनि क्या है ?
6. स्लिंकी पर उत्पन्न होने वाली दो प्रकार की तरंगों के नाम लिखिए।
7. आवृति का S.I. मात्रक क्या है ? इसका बड़ा मात्रक भी लिखिए।
8. ध्वनि कैसे पैदा का जाती है ?
9. किस माध्यम में ध्वनि सबसे तेज संचरित होगी ? (a) हवा (b) जल (c) स्टील।
10. ध्वनि के परावर्तन पर आधारित दो युक्तियों के नाम लिखिए।

[B-2 अंक]

1. ध्वनि परावर्तन के दो नियम बताइए।
2. तरंग दैर्ध्य तथा आवृत्ति को परिभाषित कीजिए।
3. आवर्तकाल तथा आयाम की परिभाषा लिखिए।
4. तड़ित की चमक हमें पहले दिखाई देती है और गड़ागड़ाहट की आवाज बाद में सुनाई देती है। क्यों ?
5. पराध्वनिक चाल से आप क्या समझते हैं ?
6. कंसर्ट हॉल की छतें वक्राकार क्यों बनायी जाती हैं ?

[C-3 अंक]

1. अनुरणन क्या है ? एक बड़े हाल में अनुरणन को कैसे कम किया जा सकता है ?
2. प्रतिध्वनि क्या है ? प्रतिध्वनि कैसे बनती है ? बादलों की गड़गड़ाहट की आवाज कैसे बनती है ?
3. पराध्वनि के कोई तीन अनुप्रयोग बताइए।
4. चमगादड़ अपना शिकार पकड़ने में पराध्वनि का कैसे उपयोग करती है ? समझाइए।

www.atpeducation.com

[D-5 अंक]

1. सोनार क्या है ? इसकी कार्यविधि का वर्णन कीजिए। इसके उपयोग बताइए ?
2. एक तरंग हवा में 340 ms^{-1} की गति से संचरित हो रही है। इसकी तरंग दैर्ध्य क्या होगी यदि इसकी आवृति (a) 512 कम्पन प्रति सेकेण्ड है (b) 100 Hz है ?
3. एक सोनार स्टेशन संकेत की प्रतिध्वनि 3S बाद ग्रहण करता है। वस्तु की दूरी क्या होगी ? (ध्वनि की पानी में चाल = 1440 ms^{-1}).
4. 200 मीटर ऊँची मीनार की चोटी से एक पत्थर मीनार के आधार स्थित एक पानी के तालाब में गिराया जाता है। पानी में इसके गिरने की ध्वनि चोटी पर कब सुनाई देगी ? ($g = 10\ m/s^2$ तथा ध्वनि की चाल = 340 ms^{-1})

Ans. **5 अंक**

2. (a) 0.66 मीटर (b) 3.4 मीटर
3. 2160 मीटर [संकेत पत्थर द्वारा तालाब तक जाने में लिया गया समय $t = ?$ $s = ut + gt^2$,$500 = 0 + ½10t^2$]
4. 11.47 सेकेंड [$t^2 = 100$ $t = 10$ sec.]

www.atpeducation.com