

Chapter Review

- Sound is produced by vibrations: the to-and-fro (oscillating) motion of an object such as a stretched rubber band, a tuning fork, strings, membranes or an air column (bansuri). When vibration stops, sound stops. The object producing sound is the source. In humans sound comes from the vibrating vocal cords in the larynx; grasshoppers and crickets rub their wings or legs. A tuning fork is a U-shaped steel bar with two prongs; a vibrating prong touching water makes ripples.
- Sound needs a material medium (solid, liquid or gas) to travel: we hear a desk knock through the desk (solid), spoons tapped under water (liquid) and everyday sounds through air (gas). In the vacuum bell jar experiment the bell is seen ringing but the sound fades as air is pumped out and returns when air is let in; so sound cannot travel in vacuum. In space astronauts use radio devices in their suits.
- Sound waves: when a source (like an oscillating piston) pushes the air, it forms a compression (C), a region of higher density; when it moves back, a rarefaction (R), a region of lower density. These alternate and travel forward. The particles only vibrate about their mean positions; the disturbance (energy) moves, not the particles (slinky analogy). Sound is a longitudinal wave (particles vibrate parallel to the direction of travel) and a mechanical wave (needs a medium). In a transverse wave particles vibrate perpendicular to travel; light is a transverse, non-mechanical wave and travels in vacuum.

- Sound carries energy: grains on a stretched sheet jump when a loud sound is made nearby (Activity 10.6). A microphone converts sound to electrical energy; a speaker converts electrical signals back to sound. The graph of density versus distance is a wave: the crest is the point of maximum density (compression) and the trough is the point of minimum density (rarefaction).
- Characteristics: Wavelength (λ) = distance between two consecutive crests or troughs (m). Frequency (ν) = number of density oscillations per second at a point (hertz, Hz). Time period (T) = time for one oscillation (s); $\nu = 1/T$. Amplitude = maximum change in density from the average; larger amplitude means more energy. Intensity = sound energy passing per unit time through unit area perpendicular to the direction of travel; it decreases with distance as energy spreads over a larger area.
- Speed of sound: $v = \text{wavelength} \times \text{frequency}$ ($v = \lambda \times \nu$). It is highest in solids, less in liquids, least in gases (about 5 times faster in water and 15 to 20 times faster in solids than in air). It increases with temperature and humidity: about 331 m/s at 0 °C and 344 m/s at 22 °C in air. In a medium it depends on the medium, not the source or frequency. Examples: 20 Hz gives 17.2 m, and 20 kHz gives 1.72 cm in air (344 m/s); lightning seen 5 s before thunder (340 m/s) is 1700 m away; steel wave with λ 50 m and ν 5000 m/s has frequency 100 Hz and $T = 0.01$ s.

- Human perception: pitch is how we perceive frequency (high frequency is shrill, low is deep); loudness is how we perceive amplitude (larger amplitude is louder). Loudness is measured in decibels (dB): conversation about 60 dB, firecrackers over 100 dB. Audible range of humans is 20 Hz to 20,000 Hz. Below 20 Hz is infrasonic (elephants), above 20 kHz is ultrasonic (dogs, bats, dolphins). Unwanted loud sound is noise; noise pollution harms hearing and sleep. A tone has a single frequency; a musical note has a fundamental plus overtones; timbre (quality) distinguishes instruments; an octave means doubling of frequency.
- Reflection of sound follows the laws of reflection (angle of incidence equals angle of reflection, and incident ray, reflected ray and normal are in one plane). Echo: the reflected sound heard separately; the gap must be at least 0.1 s, so the minimum distance is $(340 \times 0.1)/2 = 17$ m. Hard smooth surfaces reflect, soft surfaces absorb, rough ones scatter. Reverberation: persistence of sound due to multiple reflections (gaps under about 0.05 s); controlled in halls with absorbing panels, curtains and seats. Example 10.5: echo after 0.5 s gives distance 85 m.
- Applications: infrasonic waves detect earthquakes, volcanic eruptions and storms. Ultrasonic waves are used for ultrasonography (imaging organs), breaking kidney stones, ultrasonic welding and cleaning, detecting flaws in metal blocks, and echolocation. Bats emit ultrasonic bursts and use the echoes to locate prey; dolphins and whales also use echolocation. Sonar (sound navigation and ranging) sends ultrasonic waves into water and uses the reflected waves to find the distance, direction and speed of submarines or shipwrecks: distance = $(v \times t)/2$ (Example 10.6: 0.90 s at 1530 m/s gives 688.5 m). Hearing aids use microphone, amplifier and speaker.

Key Terms

Vibration – Periodic to-and-fro motion.

Medium – Material through which sound travels.

Compression / Rarefaction – Region of higher / lower density.

Longitudinal wave – Particles vibrate parallel to wave travel.

Mechanical wave – Wave needing a medium.

Wavelength – Distance between two consecutive crests or troughs; metre.

Frequency – Oscillations per second; hertz.

Time period – Time for one oscillation; $\nu = 1/T$.

Amplitude – Maximum density change from average.

Intensity – Sound energy per unit area per second.

Speed of sound – $\nu = \text{wavelength} \times \text{frequency}$.

Pitch / Loudness – Perception of frequency / amplitude.

Infrasonic / Ultrasonic – Below 20 Hz / above 20 kHz.

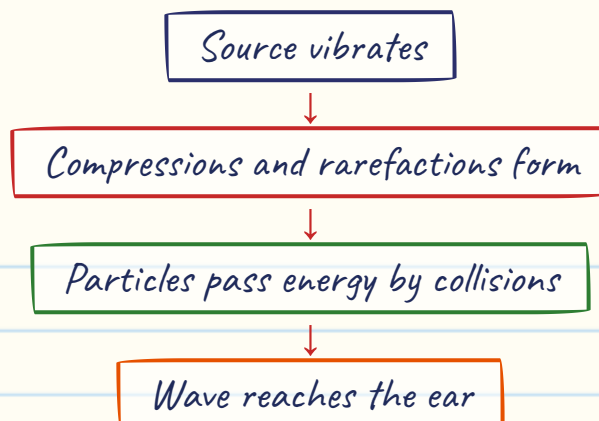
Echo – Reflected sound heard after at least 0.1 s.

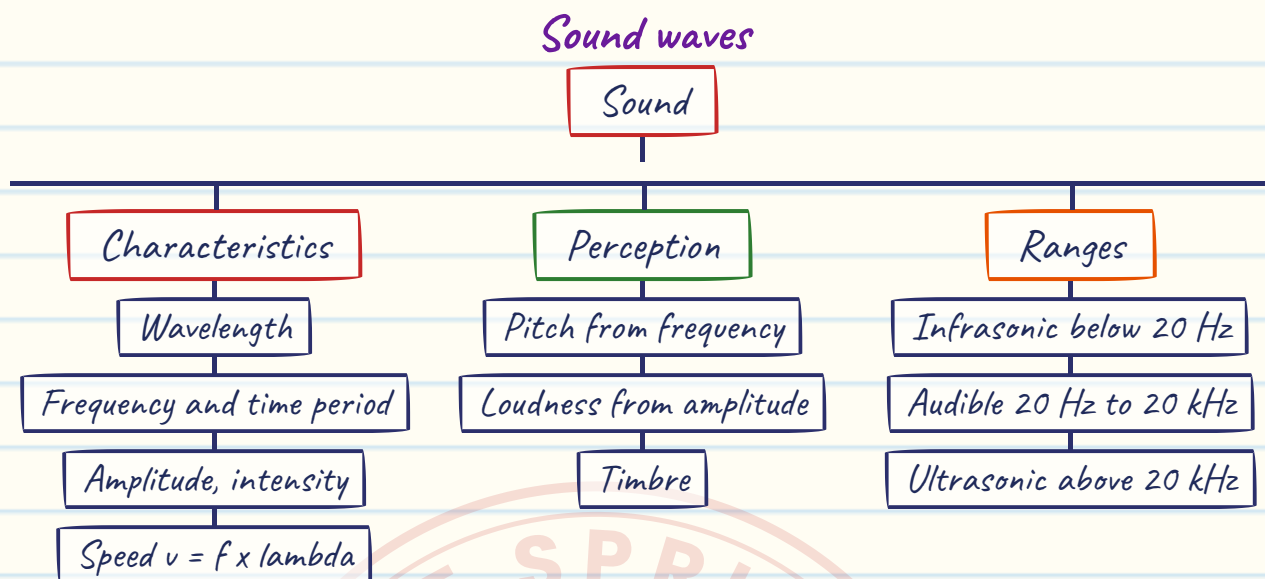
Reverberation – Persistence of sound by multiple reflections.

Sonar – Sound navigation and ranging.

Diagrams / Flowcharts

How sound travels





Echo versus Reverberation

Echo

- Gap at least 0.1 s
- Heard as separate sound
- Minimum distance 17 m
- Hills, large halls

Reverberation

- Gap under about 0.05 s
- Sound persists
- Many reflections
- Halls need absorbers

Longitudinal versus Transverse waves

Longitudinal

- Vibration parallel to travel
- Compression and rarefaction
- Sound waves
- Needs medium

Transverse

- Vibration perpendicular to travel
- Crests and troughs
- Light
- Light needs no medium

Formulas

- $v = \lambda \times \nu$; $\nu = 1/T$; echo distance $d = vt/2$; sonar depth $= vt/2$;
speed of sound: solids > liquids > gases (steel 5000, water 1500, air 340 m/s).

Remember

- Sound cannot travel in vacuum, so astronauts cannot hear each other without radio. Medium particles do not travel with the wave, only energy does.

Revise, Reflect, Refine and Pause and Ponder (with Answers)

Q.1 Q1. Which observation best supports that sound is a mechanical wave?

Ans. (ii) Sound needs a medium to propagate.

Q.2 Q2. Increasing the frequency of a sound wave in a medium will increase its

Ans. (iii) number of compressions per second.

Q.3 Q3. If 20 compressions pass a point in 4 s, the frequency is

Ans. $20/4 = 5$ Hz, option (ii).

Q.4 Q4. The reflected sound reaches the ear 0.05 s after production. Echo or reverberation?

Ans. Reverberation. The gap (0.05 s) is less than 0.1 s, so the reflected sound merges with the original and cannot be heard separately as an echo.

Q.5 Q5. Fig. 10.30: which wave has (i) greater wavelength (ii) smaller amplitude?

Ans. (i) Wave (a), because it has fewer cycles in the same distance. (ii) Wave (a), which has the smaller amplitude.

Q.6 Q6. Fig. 10.31: A has maximum frequency and C minimum.

Ans. A: green curve (most cycles); B: red curve; C: blue curve (fewest cycles).

Q.7 Q7. Draw a graph with density amplitude 3 units and wavelength 4 cm.

Ans. Draw a sine-type curve about a dashed average-density line, with crests 3 units above and troughs 3 units below the line, and one full wave (crest to crest) spanning 4 cm on the distance axis.

Q.8 Q8. A movie shows the explosion of a spacecraft in space with a flash and sound together. Errors?

Ans. There is no medium (near vacuum) in space, so no sound can be heard. Also, light travels much faster than sound, so even in air the flash would be seen before the sound is heard, not at the same time.

Q.9 Q9. Wavelength 3.44 m and speed 344 m/s: time period?

Ans. frequency = $344/3.44 = 100$ Hz, $T = 1/100 = 0.01$ s.

Q.10 Q10. Sonar echo after 5 s, $v = 1525$ m/s. Depth of the wreck?

Ans. $d = (1525 \times 5)/2 = 3812.5$ m.

Q.11 Q11. Parking sensor: obstacle at 1.2 m, speed 345 m/s. Time for to-and-fro?

Ans. $t = (2 \times 1.2)/345 = 0.007$ s (about 7 ms).

Q.12 Q12. Extra time for thunder over 1720 m, speed 344 m/s at 22 C versus 331 m/s at 0 C.

Ans. t at 22 C = $1720/344 = 5$ s; t at 0 C = $1720/331 = 5.196$ s. Extra time is about 0.2 s ($65/331$ s).

Q.13 Q13. Fig. 10.32, speed 340 m/s, 8 cm marked.

Ans. The 8 cm spans two wavelengths (two compression-to-compression distances), so the wavelength is 4 cm = 0.04 m and the frequency = $340/0.04 = 8500$ Hz

Q.14 Q14. Fig. 10.33: waves A and B at 345 m/s.

Ans. A: wavelength 2.5 cm = 0.025 m, frequency = $345/0.025 = 13800$ Hz
B: wavelength 5.0 cm = 0.05 m, frequency = $345/0.05 = 6900$ Hz

Q.15 Q15. Time to return to A (air) is 4.5 times that for B (water). Ratio of speeds?

Ans. Same distance, so speed is inversely proportional to time: $v(\text{air}) : v(\text{water}) = 1 : 4.5 = 2 : 9$.

Q.16 PP3. Bell ringing in jar after air removed: A and R?

Ans. (ii) Both true and R explains A: sound needs a medium.

Q.17 PP4. Compressions and rarefactions move; particles move forward with the wave.

Ans. (iii) A is true but R is false; particles only vibrate about mean positions.

Q.18 PP5. What reaches the ear from a tuning fork?

Ans. (ii) Energy carried by sound waves.

Q.19 PP7-9. Thin rubber band; 20 Hz in a minute; Fig. 10.19.

Ans. A thin band vibrates faster: higher frequency and shorter time period. 20 Hz means $20 \times 60 = 1200$ oscillations per minute. Half of the

wavelength in Fig. 10.19 is 1.5 cm.

Q.20 PP10-13. Speeds, steel fence, echo and sonar.

Ans. Water : air = $1500 : 340 = 75 : 17$; steel : water = $5000 : 1500 = 10 :$

3. Through air $340/340 = 1$ s; through steel $340/5000 = 0.068$ s; difference 0.932 s, so she can distinguish them (greater than 0.1 s).

Minimum distance for a 0.2 s echo = $(343 \times 0.2)/2 = 34.3$ m. Ocean depth = $(1500 \times 4)/2 = 3000$ m.

Board Exam Questions (Important)

Q.1 Show with an experiment that sound needs a medium.

Ans. Electric bell in a bell jar: as air is pumped out the sound fades although the bell is seen ringing; it returns when air is let in.

Q.2 Distinguish longitudinal and transverse waves; which is sound?

Ans. Longitudinal: particles vibrate parallel to travel; transverse: perpendicular. Sound is longitudinal.

Q.3 Define wavelength, frequency, amplitude and time period; write $v = f \times \lambda$.

Ans. Wavelength: crest-to-crest distance; frequency: oscillations per second; amplitude: maximum density change; time period: time of one oscillation.

Q.4 What is an echo? Find the minimum distance for hearing it ($v = 340$ m/s).

Ans. Reflected sound heard at least 0.1 s later; $d = (340 \times 0.1)/2 = 17$ m.

Q.5 Explain echolocation and sonar with uses.

Ans. Bats and dolphins emit ultrasonic waves and use the echoes to find objects; sonar uses ultrasonic waves to find depth and objects underwater, $d = vt/2$.

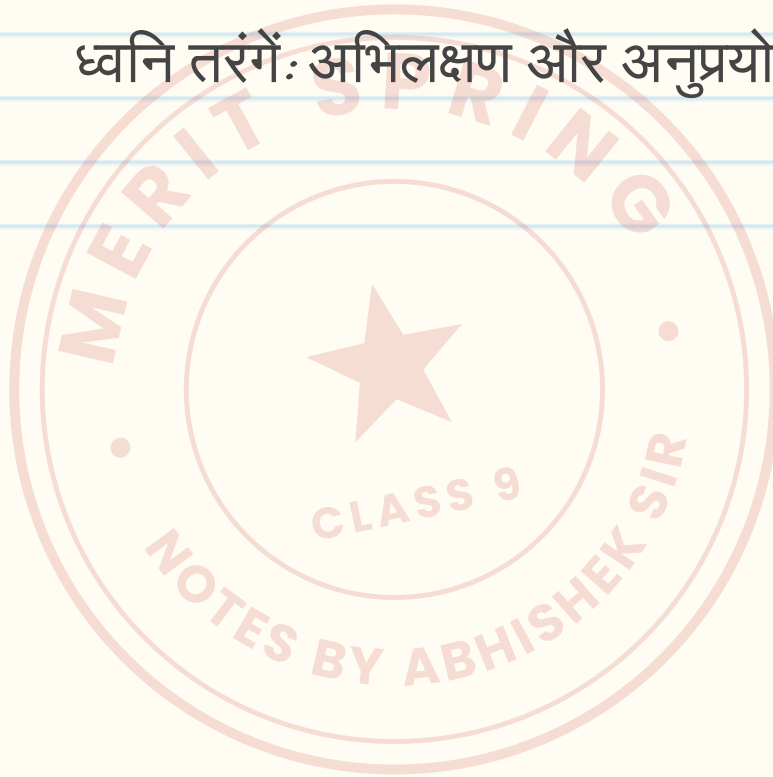
Q.6 Write two applications of ultrasonic waves.

Ans. Ultrasonography and breaking kidney stones (also cleaning machine parts, flaw detection).



हिंदी संस्करण

ध्वनि तरंगें: अभिलक्षण और अनुप्रयोग



अध्याय समीक्षा

- ध्वनि कंपन से उत्पन्न होती है: किसी वस्तु की आवर्ती आगे-पीछे गति, जैसे खिंचा रबर बैंड, स्वरित्र द्विभुज, तार, झिल्ली या वायु-स्तंभ (बाँसुरी)। कंपन रुकने पर ध्वनि रुक जाती है। ध्वनि उत्पन्न करने वाली वस्तु स्रोत है। मनुष्य में स्वर-रज्जु (कंठ में) के कंपन से ध्वनि बनती है; झींगुर और टिड्डे पंख या पैर रगड़ते हैं। स्वरित्र U आकार की स्टील की छड़ है जिसकी दो भुजाएँ हैं; कंपित भुजा पानी को छूने पर तरंगें बनती हैं।
- ध्वनि को चलने के लिए भौतिक माध्यम (ठोस, द्रव या गैस) चाहिए: मेज़ थपथपाने की ध्वनि मेज़ (ठोस) से, पानी में चम्मच टकराने की ध्वनि (द्रव) से और सामान्य ध्वनियाँ वायु (गैस) से सुनाई देती हैं। निर्वात घंटी-ज्वार प्रयोग में घंटी बजती दिखती है पर वायु निकालने पर ध्वनि क्षीण हो जाती है और वायु लौटाने पर लौट आती है; अतः ध्वनि निर्वात में नहीं चलती। अंतरिक्ष में यात्री सूट के रेडियो यंत्रों से बात करते हैं।
- ध्वनि तरंगें: जब स्रोत (जैसे दोलन करता पिस्टन) वायु को आगे धकेलता है तो उच्च घनत्व का क्षेत्र संपीडन (C) बनता है; पीछे हटने पर निम्न घनत्व का क्षेत्र विरलन (R) बनता है। ये बारी-बारी से आगे बढ़ते हैं। कण केवल अपनी माध्य स्थिति के आसपास कंपन करते हैं; विक्षोभ (ऊर्जा) चलता है, कण नहीं (स्प्रिंकी उदाहरण)। ध्वनि अनुदैर्घ्य तरंग (कण संचरण दिशा के समांतर कंपन करते हैं) और यांत्रिक तरंग (माध्यम चाहिए) हैं। अनुप्रस्थ तरंग में कण संचरण के लंबवत कंपन करते हैं; प्रकाश अनुप्रस्थ और अयांत्रिक तरंग है, निर्वात में भी चलता है।
- ध्वनि ऊर्जा वहन करती है: तनी चादर पर रखे दाने पास में तेज़ ध्वनि करने पर उछलते हैं (क्रियाकलाप 10.6)। माइक्रोफोन ध्वनि को विद्युत ऊर्जा में और लाउडस्पीकर विद्युत संकेत को ध्वनि में बदलता है। घनत्व बनाम दूरी का ग्राफ तरंग जैसा है: शीर्ष अधिकतम घनत्व (संपीडन) और गर्त न्यूनतम घनत्व (विरलन) हैं।
- अभिलक्षण: तरंगदैर्घ्य (लैम्ब्डा) = दो क्रमागत शीर्षों या गर्तों के बीच दूरी (m)। आवृत्ति (ν) = एक बिंदु पर प्रति सेकंड घनत्व दोलन (हर्ट्ज़, Hz)। आवर्तकाल (T) = एक दोलन का समय (s); $\nu = 1/T$ । आयाम = औसत घनत्व से अधिकतम परिवर्तन; अधिक आयाम = अधिक ऊर्जा। तीव्रता = संचरण की लंबवत इकाई क्षेत्रफल से प्रति सेकंड गुज़रने वाली ध्वनि ऊर्जा; दूरी के साथ ऊर्जा बड़े क्षेत्र में फैलने से घटती है।

- ध्वनि की चाल: $v = \text{तरंगदैर्घ्य} \times \text{आवृत्ति}$ । ठोस में सर्वाधिक, द्रव में कम, गैस में सबसे कम (जल में लगभग 5 गुना और ठोस में 15 से 20 गुना वायु से अधिक)। तापमान और आर्द्रता बढ़ने पर बढ़ती है; वायु में 0°C पर लगभग 331 m/s और 22°C पर लगभग 344 m/s। माध्यम में यह माध्यम पर निर्भर है, स्रोत या आवृत्ति पर नहीं। उदाहरण: 344 m/s पर 20 Hz की तरंगदैर्घ्य 17.2 m और 20 kHz की 1.72 cm; बिजली दिखने के 5 s बाद गर्जन (340 m/s) तो दूरी 1700 m; स्टील में तरंगदैर्घ्य 50 m और चाल 5000 m/s हो तो आवृत्ति 100 Hz और $T = 0.01 \text{ s}$ ।
- मानव प्रत्यक्षण: तारत्व (पिच) आवृत्ति का प्रत्यक्षण है (उच्च आवृत्ति तीक्ष्ण, निम्न गहरी); प्रबलता आयाम का प्रत्यक्षण (अधिक आयाम अधिक तेज़)। प्रबलता डेसिबल (dB) में: बातचीत लगभग 60 dB, पटाखे 100 dB से अधिक। मानव श्रव्य परास 20 Hz से 20,000 Hz। 20 Hz से कम अवश्रव्य (हाथी सुनते हैं), 20 kHz से अधिक पराश्रव्य (कुत्ते, चमगादड़, डॉल्फ़िन)। अनचाही तेज़ ध्वनि शोर है; ध्वनि प्रदूषण श्रवण और नींद को हानि पहुँचाता है। स्वर में एक आवृत्ति; संगीत स्वर में मूल आवृत्ति और अधिस्वरक; गुणता (टिम्बर) वाद्यों में भेद करती है; सप्तक में आवृत्ति दोगुनी।
- ध्वनि का परावर्तन प्रकाश के नियमों का पालन करता है (आपतन कोण = परावर्तन कोण; आपतित, परावर्तित किरण और अभिलंब एक तल में)। प्रतिध्वनि: परावर्तित ध्वनि अलग सुनाई देना; अंतराल कम से कम 0.1 s होना चाहिए, अतः न्यूनतम दूरी $(340 \times 0.1)/2 = 17 \text{ m}$ । कठोर चिकनी सतह परावर्तित करती है, मुलायम अवशोषित, खुरदरी बिखेरती है। अनुरणन: बहुल परावर्तनों से ध्वनि का बना रहना (अंतराल लगभग 0.05 s से कम); हॉल में अवशोषक पैनल, पर्दे, गद्दीदार कुर्सियाँ इसे नियंत्रित करती हैं। उदा. 10.5: 0.5 s पर प्रतिध्वनि, दूरी 85 m।
- अनुप्रयोग: अवश्रव्य तरंगें भूकंप, ज्वालामुखी और तूफान पहचानने में। पराश्रव्य तरंगें अल्ट्रासोनोग्राफी (अंगों का चित्रण), गुर्दे की पथरी तोड़ने, पराश्रव्य वेल्डिंग व सफ़ाई, धातु में दोष खोजने और प्रतिध्वनि-स्थानन में। चमगादड़ पराश्रव्य स्पंद छोड़कर प्रतिध्वनि से शिकार खोजते हैं; डॉल्फ़िन और व्हेल भी। सोनार (ध्वनि नावहन और परास) पानी में पराश्रव्य तरंगें भेजकर परावर्तन से पनडुब्बी या जहाज़ की दूरी, दिशा और चाल पता करता है: दूरी = $(v \times t)/2$ (उदा. 10.6: 0.90 s, 1530 m/s से 688.5 m)। श्रवण यंत्र में माइक्रोफोन, प्रवर्धक और स्पीकर होते हैं।

मुख्य शब्दावली

कंपन - आवर्ती आगे-पीछे गति।

माध्यम - जिसमें ध्वनि चलती है।

संपीडन / विरलन - उच्च / निम्न घनत्व का क्षेत्र।

अनुदैर्घ्य तरंग - कण संचरण के समांतर कंपन करते हैं।

यांत्रिक तरंग - जिसे माध्यम चाहिए।

तरंगदैर्घ्य - दो क्रमागत शीर्षों/गर्तों की दूरी; मीटर।

आवृत्ति - प्रति सेकंड दोलन; हर्ट्ज।

आवर्तकाल - एक दोलन का समय; $v = 1/T$ ।

आयाम - औसत से अधिकतम घनत्व परिवर्तन।

तीव्रता - प्रति इकाई क्षेत्र प्रति सेकंड ध्वनि ऊर्जा।

ध्वनि की चाल - $v = \text{तरंगदैर्घ्य} \times \text{आवृत्ति}$ ।

तारत्व / प्रबलता - आवृत्ति / आयाम का प्रत्यक्षण।

अवश्रव्य / पराश्रव्य - 20 Hz से कम / 20 kHz से अधिक।

प्रतिध्वनि - कम से कम 0.1 s बाद सुनाई देती परावर्तित ध्वनि।

अनुरणन - बहुल परावर्तन से ध्वनि का बने रहना।

सोनार - ध्वनि नावहन और परास।

आरेख / फ्लोचार्ट

ध्वनि कैसे चलती है

स्रोत कंपन करता है



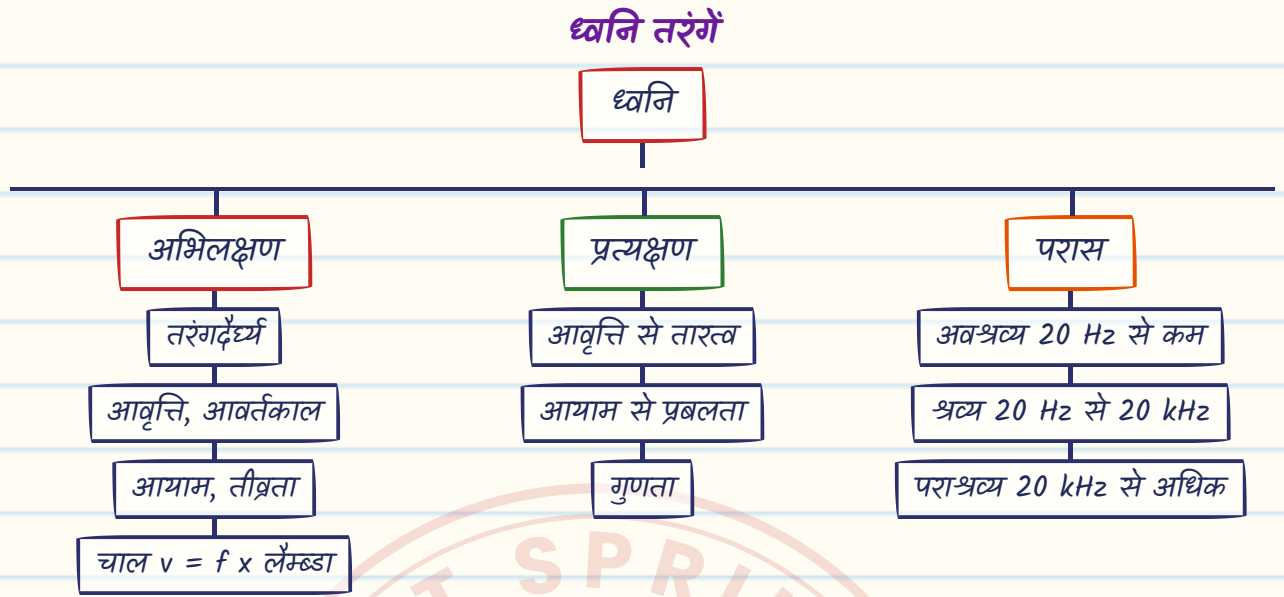
संपीडन और विरलन बनते हैं



कण टकराकर ऊर्जा देते हैं



तरंग कान तक पहुँचती है



प्रतिध्वनि बनाम अनुरणन

प्रतिध्वनि

- अंतराल कम से कम 0.1 s
- अलग सुनाई देती है
- न्यूनतम दूरी 17 m
- पहाड़, बड़े हॉल

अनुरणन

- अंतराल लगभग 0.05 s से कम
- ध्वनि बनी रहती है
- अनेक परावर्तन
- हॉल में अवशोषक चाहिए

अनुदैर्घ्य बनाम अनुप्रस्थ तरंग

अनुदैर्घ्य

- कंपन संचरण के समांतर
- संपीडन और विरलन
- ध्वनि तरंगें
- माध्यम चाहिए

अनुप्रस्थ

- कंपन संचरण के लंबवत
- शीर्ष और गर्त
- प्रकाश
- प्रकाश को माध्यम नहीं चाहिए

सूत्र

- $v = \text{लैम्ब्डा} \times \nu$; $\nu = 1/T$; प्रतिध्वनि $d = vt/2$; सोनार गहराई $= vt/2$; चाल: ठोस > द्रव > गैस (स्टील 5000, जल 1500, वायु 340 m/s)।

याद रखें

- ध्वनि निर्वात में नहीं चलती, इसलिए अंतरिक्ष यात्री रेडियो के बिना नहीं सुन सकते। माध्यम के कण तरंग के साथ नहीं चलते, केवल ऊर्जा चलती है।

दोहराएँ, सोचें, सुधारें और रुकें-सोचें (उत्तर सहित)

प्र.1 प्रा. कौन-सा प्रेक्षण ध्वनि को यांत्रिक तरंग सिद्ध करता है?

उत्तर- (ii) ध्वनि को संचरण के लिए माध्यम चाहिए।

प्र.2 प्र2. माध्यम में ध्वनि तरंग की आवृत्ति बढ़ाने पर क्या बढ़ेगा?

उत्तर- (iii) प्रति सेकंड कंपीडनों की संख्या।

प्र.3 प्र3. 4 s में 20 कंपीडन गुजरें तो आवृत्ति?

उत्तर- $20/4 = 5 \text{ Hz}$, विकल्प (ii)।

प्र.4 प्र4. कमरे में परावर्तित ध्वनि 0.05 s बाद कान तक पहुँचती है। प्रतिध्वनि या अनुरणन?

उत्तर- अनुरणन। अंतराल (0.05 s) 0.1 s से कम है, अतः परावर्तित ध्वनि मूल ध्वनि में मिल जाती है, अलग प्रतिध्वनि नहीं सुनाई देती।

प्र.5 प्र5. चित्र 10.30: (i) अधिक तरंगदैर्घ्य (ii) कम आयाम किसका?

उत्तर- (i) तरंग (a), क्योंकि समान दूरी में चक्र कम हैं। (ii) तरंग (a), जिसका आयाम कम है।

प्र.6 प्र6. चित्र 10.31: A की आवृत्ति अधिकतम और C की न्यूनतम।

उत्तर- A: हरा वक्र (सबसे अधिक चक्र); B: लाल वक्र; C: नीला वक्र (सबसे कम चक्र)।

प्र.7 प्र7. घनत्व आयाम 3 इकाई और तरंगदैर्घ्य 4 cm की तरंग का ग्राफ बनाइए।

उत्तर- औसत घनत्व की बिंदीदार रेखा के ऊपर-नीचे 3 इकाई के शीर्ष व गर्त वाला ज्यावक्रीय वक्र बनाएँ, जिसमें शीर्ष से शीर्ष की एक पूर्ण तरंग दूरी-अक्ष पर 4 cm हो।

प्र.8 प्र.8. फ़िल्म में अंतरिक्ष में यान विस्फोट पर प्रकाश और ध्वनि साथ दिखाई गई। त्रुटियाँ?

उत्तर- अंतरिक्ष में माध्यम (लगभग निर्वात) नहीं है, अतः ध्वनि सुनाई नहीं दे सकती। साथ ही प्रकाश ध्वनि से बहुत तेज़ चलता है, इसलिए वायु में भी चमक पहले दिखती, ध्वनि बाद में सुनाई देती।

प्र.9 प्र.9. तरंगदैर्घ्य 3.44 m, चाल 344 m/s आवर्तकाल?

उत्तर- आवृत्ति = $344/3.44 = 100 \text{ Hz}$, $T = 1/100 = 0.01 \text{ s}$

प्र.10 प्र.10. सोनार संकेत 5 s में लौटा, $v = 1525 \text{ m/s}$ मलबे की गहराई?

उत्तर- $d = (1525 \times 5)/2 = 3812.5 \text{ m}$

प्र.11 प्र.11. पार्किंग सेंसर: बाधा 1.2 m पर, चाल 345 m/s आने-जाने का समय?

उत्तर- $t = (2 \times 1.2)/345 = 0.007 \text{ s}$ (लगभग 7 ms)।

प्र.12 प्र.12. 1720 m पर 22 °C (344 m/s) के बजाय 0 °C (331 m/s) पर गर्जन में अतिरिक्त समय?

उत्तर- 22 °C पर $t = 1720/344 = 5 \text{ s}$; 0 °C पर $t = 1720/331 = 5.196 \text{ s}$ । अतिरिक्त समय लगभग 0.2 s ($65/331 \text{ s}$)।

प्र.13 प्र.13. चित्र 10.32, चाल 340 m/s, 8 cm अंकित।

उत्तर- 8 cm में दो तरंगदैर्घ्य हैं, अतः तरंगदैर्घ्य 4 cm = 0.04 m और आवृत्ति = $340/0.04 = 8500 \text{ Hz}$ ।

प्र.14 प्र.14. चित्र 10.33: तरंगें A और B, चाल 345 m/s।

उत्तर- A: तरंगदैर्घ्य 2.5 cm = 0.025 m, आवृत्ति = $345/0.025 = 13800 \text{ Hz}$ । B: तरंगदैर्घ्य 5.0 cm = 0.05 m, आवृत्ति = $345/0.05 = 6900 \text{ Hz}$ ।

प्र.15 प्र.15. A (वायु) तक लौटने का समय B (जल) से 4.5 गुना। चालों का अनुपात?

उत्तर- दूरी समान, अतः चाल समय के व्युत्क्रमानुपाती: $v(\text{वायु}) : v(\text{जल}) = 1 : 4.5 = 2 : 9$ ।

प्र.16 रुकें-सोचें 3. जार से वायु निकालने पर घंटी की ध्वनि: A और R?

उत्तर- (ii) दोनों सत्य और R, A की व्याख्या है: ध्वनि को माध्यम चाहिए।

प्र.17 रुकें-सोचें 4. संपीडन-विरलन चलते हैं; कण तरंग के साथ आगे चलते हैं।

उत्तर- (iii) A सत्य पर R असत्य; कण केवल माध्य स्थिति के आसपास कंपन करते हैं।

प्र.18 रुकें-सोचें 5. स्वरित्र से कान तक वास्तव में क्या पहुँचता है?

उत्तर- (ii) ध्वनि तरंगों द्वारा ले जाई गई ऊर्जा।

प्र.19 रुकें-सोचें 7-9. पतला रबर बैंड; 20 Hz प्रति मिनट; चित्र 10.19।

उत्तर- पतला बैंड तेज़ कंपन करता है; अधिक आवृत्ति और कम आवर्तकाल। 20 Hz का अर्थ 20 x 60 = 1200 दोलन प्रति मिनट। चित्र 10.19 में तरंगदैर्घ्य का आधा 1.5 cm है।

प्र.20 रुकें-सोचें 10-13. चालें, स्टील की बाड़, प्रतिध्वनि और सोनार।

उत्तर- जल : वायु = 1500 : 340 = 75 : 17; स्टील : जल = 5000 : 1500 = 10 : 3। वायु से 340/340 = 1 s; स्टील से 340/5000 = 0.068 s; अंतर 0.932 s, अतः अंतर पहचाना जा सकता है (0.1 s से अधिक)। 0.2 s की प्रतिध्वनि हेतु न्यूनतम दूरी = $(343 \times 0.2)/2 = 34.3 \text{ m}$ । समुद्र की गहराई = $(1500 \times 4)/2 = 3000 \text{ m}$ ।

बोर्ड परीक्षा प्रश्न (महत्वपूर्ण)

प्र.1 प्रयोग से सिद्ध कीजिए कि ध्वनि को माध्यम चाहिए।

उत्तर- बेल जार में बिजली की घंटी; वायु निकालने पर घंटी बजती दिखती है पर ध्वनि क्षीण हो जाती है; वायु लौटाने पर ध्वनि लौट आती है।

प्र.2 अनुदैर्घ्य और अनुप्रस्थ तरंग में अंतर; ध्वनि कौन-सी है?

उत्तर- अनुदैर्घ्य: कंपन संचरण के समांतर; अनुप्रस्थ: लंबवत। ध्वनि अनुदैर्घ्य है।

प्र.3 तरंगदैर्घ्य, आवृत्ति, आयाम और आवर्तकाल परिभाषित कीजिए; $v = f \times \lambda$ लिखिए।

उत्तर- तरंगदैर्घ्य: शीर्ष से शीर्ष दूरी; आवृत्ति: प्रति सेकंड दोलन; आयाम: अधिकतम घनत्व परिवर्तन; आवर्तकाल: एक दोलन का समय।

प्र.4 प्रतिध्वनि क्या है? न्यूनतम दूरी निकालिए ($v = 340 \text{ m/s}$)।

उत्तर- परावर्तित ध्वनि जो कम से कम 0.1 s बाद अलग सुनाई दे; $d = (340 \times 0.1)/2 = 17 \text{ m}$ ।

प्र.5 प्रतिध्वनि-स्थानन और सोनार उपयोग सहित समझाइए।

उत्तर- चमगादड़ और डॉल्फिन पराश्रव्य तरंगें छोड़कर प्रतिध्वनि से वस्तु खोजते हैं; सोनार पानी में गहराई और वस्तुएँ पता करता है, $d = vt/2$

प्र.6 पराश्रव्य तरंगों के दो अनुप्रयोग लिखिए।

उत्तर- अल्ट्रासोनोग्राफी और गुर्दे की पथरी तोड़ना (साथ ही पुर्ले साफ करना, धातु के दोष खोजना)।

