ध्वनि (भाग 1)

इस अध्याय के सभी महत्वपूर्ण प्रश्न – उत्तर सहित। पहले खुद हल करने की कोशिश करो, फिर उत्तर मिलाओ।

अभ्यास प्रश्न-उत्तर (हर टॉपिक से)

» ध्वनि एक प्रकार की ऊर्जा है

प्रश्न 1 (आसान). ध्वनि को ऊर्जा का कौन-सा रूप माना जाता है?
उत्तर – ध्वनि एक प्रकार की ऊर्जा है।

प्रश्न 2 (आसान). ध्वनि हमारे साथ किस तरह असर करती है?
उत्तर – यह कानों में श्रवण संवेदन उत्पन्न करती है।

प्रश्न 3 (मध्यम). ऊर्जा संरक्षण के अनुसार ध्वनि उत्पन्न करते समय ऊर्जा का क्या होता है?
उत्तर – ऊर्जा उत्पन्न/नष्ट नहीं होती; यह रूप बदलती है और ध्वनि के रूप में निकलती है।

प्रश्न 4 (कठिन). अगर कोई कहे कि 'ध्वनि बिना ऊर्जा के बनती है', तो विज्ञान की बात के हिसाब से तुम क्या जवाब दोगे?
उत्तर – मैं कहूँगा कि ध्वनि एक ऊर्जा का रूप है। ध्वनि बनाने के लिए किसी न किसी क्रिया/कंपन में ऊर्जा का उपयोग होता है; ऊर्जा संरक्षण के अनुसार ऊर्जा नष्ट नहीं होती, रूप बदलता है।

» कंपन से ध्वनि का उत्पादन

प्रश्न 5 (आसान). ध्वनि का मूल कारण क्या है?
उत्तर – किसी वस्तु का कंपन करना।

प्रश्न 6 (आसान). कंपन का मतलब क्या होता है?
उत्तर – तेज़ी से बार-बार आगे-पीछे गति करना।

प्रश्न 7 (मध्यम). घर्षण/खुरचने/रगड़ने से ध्वनि कैसे बनती है?
उत्तर – ये क्रियाएँ वस्तु में कंपन कराती हैं, इसलिए ध्वनि बनती है।

प्रश्न 8 (कठिन). अगर कोई वस्तु हिलाई नहीं जा रही है, फिर भी अगर हम ध्वनि सुनते हैं, तो वह वस्तु वास्तव में क्या कर रही होगी?
उत्तर – या तो वस्तु खुद अनजाने में कंपन कर रही होगी, या पास की किसी चीज़ कंपन कर रही होगी जो माध्यम के जरिए ध्वनि पहुंचा रही है।

» कंपन का अर्थ और तनी हुई वस्तुओं/वाद्य भागों का रोल

प्रश्न 9 (आसान). कंपन का मतलब क्या है?
उत्तर – किसी वस्तु का तेज़ी से बार-बार इधर-उधर गति करना।

प्रश्न 10 (आसान). खींचा हुआ रबड़ छल्ला छोड़ने पर क्या होता है?
उत्तर – वह कंपन करता है और ध्वनि उत्पन्न होती है।

प्रश्न 11 (मध्यम). तनी हुई तार/झिल्ली वाद्य यंत्रों में ध्वनि कैसे बनाती है?
उत्तर – तनी हुई भाग को छेड़ने/टकराने पर वह तनाव के कारण जल्दी-जल्दी कंपन करती है, इसलिए ध्वनि बनती है।

प्रश्न 12 (मध्यम). मनुष्यों में वाक-ध्वनि किसके कंपन से बनती है?
उत्तर – वाक-तंतुओं के कंपन से।

प्रश्न 13 (कठिन). अगर किसी वस्तु में हिलना तो हो रहा है पर वह बार-बार तेजी से नहीं हो रहा, तो ध्वनि स्पष्ट क्यों नहीं होगी?
उत्तर – क्योंकि बार-बार तेज़ दोलन (कंपन) नहीं बन रहा; बिना कंपन के माध्यम में पर्याप्त गड़बड़ियाँ स्पष्ट रूप से नहीं बनतीं।

» माध्यम और विक्षोभ का संचरण

प्रश्न 14 (आसान). ध्वनि किस माध्यम से गुजरती है?
उत्तर – जिस द्रव्य/पदार्थ से ध्वनि संचरित होती है, उसे माध्यम कहते हैं।

प्रश्न 15 (आसान). ठोस, द्रव और गैस में से कौन-कौन माध्यम बन सकते हैं?
उत्तर – ठोस, द्रव और गैस–तीनों माध्यम बन सकते हैं।

प्रश्न 16 (मध्यम). क्या माध्यम के कण ध्वनि के साथ आगे-आगे हमारे कानों तक जाते हैं?
उत्तर – नहीं। माध्यम के कण आगे नहीं जाते; वे संतुलन के आसपास दोलन करते हैं और विक्षोभ आगे बढ़ता है।

प्रश्न 17 (कठिन). यदि कोई वस्तु कंपन करे तो माध्यम में विक्षोभ कैसे फैलता है, क्रम बताओ।
उत्तर – वस्तु कंपन करती है पहले पास के माध्यम कण विस्थापित होते हैं ये कण अगले कणों पर बल लगाते हैं वे भी विस्थापित होते हैं विक्षोभ आगे फैलता है।

» ध्वनि तरंग के रूप में संपीडन और विरलन

प्रश्न 18 (आसान). संपीडन में दाब कैसा होता है–उच्च या निम्न?
उत्तर – उच्च दाब

प्रश्न 19 (आसान). विरलन में घनत्व कैसा होता है–अधिक या कम?
उत्तर – कम घनत्व

प्रश्न 20 (मध्यम). यदि किसी बिंदु पर ध्वनि तरंग गुजरते समय पहले दाब बढ़ता है फिर दाब घटता है, तो उस दौरान वहाँ संपीडन और विरलन का क्रम क्या होगा?
उत्तर – पहले संपीडन (दाब बढ़ेगा), फिर विरलन (दाब घटेगा)

प्रश्न 21 (कठिन). ध्वनि के संचरण को 'घनत्व परिवर्तन के रूप में भी देखा जा सकता है'–इसका कारण क्या है? एक कारण लिखो।
उत्तर – क्योंकि संपीडन में घनत्व बढ़ता है और दाब भी बढ़ता है; विरलन में घनत्व घटता है और दाब भी घटता है–घनत्व और दाब दोनों साथ बदलते हैं।

» ध्वनि तरंगें अनुदैघ्र्य होती हैं (संपीडन- विरलन के साथ)

प्रश्न 22 (आसान). अनुदैघ्र्य तरंग में कण किस दिशा में कंपन करते हैं?
उत्तर – विक्षोभ/तरंग संचरण की दिशा के समांतर (आगे-पीछे)।

प्रश्न 23 (आसान). संपीडन वाले भाग में दाब कैसा होता है?
उत्तर – दाब अधिक होता है।

प्रश्न 24 (मध्यम). स्लिंकी में जहाँ वुंफडलियाँ दूर-दूर हों, उसे क्या कहते हैं और वहाँ घनत्व कैसा होता है?
उत्तर – विरलन; वहाँ घनत्व कम होता है।

प्रश्न 25 (कठिन). मान लो एक ग्राफ में तरंग का भाग शिखर (ऊपर) पर है। संपीडन-विरलन के हिसाब से बताओ उस भाग में दाब/घनत्व कैसा होगा और नीचे (घाटी) में कैसा होगा?
उत्तर – शिखर = संपीडन, दाब/घनत्व अधिक; घाटी = विरलन, दाब/घनत्व कम।

» तरंगदैर्घ्य, आयाम और उनके संकेत

प्रश्न 26 (आसान). दो क्रमागत विरलनों के बीच दूरी 0.50 m है। तरंगदैर्घ्य कितना होगा?
उत्तर – = 0.50 m

प्रश्न 27 (आसान). तरंगदैर्घ्य को किस संकेत से दिखाते हैं?
उत्तर –

प्रश्न 28 (मध्यम). अगर ध्वनि में दाब/घनत्व का अधिकतम उतार-चढ़ाव (आयाम) बढ़े, तो आवाज प्रबल होगी या मृदु?
उत्तर – प्रबल

प्रश्न 29 (कठिन). एक तरंग-चित्र में संपीडन-विरलन-संपीडन का पैटर्न दिख रहा है। अगर संपीडन से अगला संपीडन 1.2 m दूर है, तो उस चित्र में कितनी होगी? और क्या यह दूरी संपीडन से तुरंत अगले विरलन तक की दूरी के बराबर है?
उत्तर – = 1.2 m. नहीं, संपीडन से अगले विरलन की दूरी की आधी होती है (क्योंकि संपीडन और विरलन क्रम में मध्य में आते हैं)।

» आवर्तकाल और आवृत्ति (, T) व उनका संबंध

प्रश्न 30 (आसान). आवर्तकाल T = 1 s हो तो आवृत्ति कितनी होगी?
उत्तर – = 1 Hz

प्रश्न 31 (आसान). आवृत्ति = 25 Hz हो तो आवर्तकाल T कितना होगा?
उत्तर – T = 1/25 s = 0.04 s

प्रश्न 32 (मध्यम). एक बिंदु से 1 सेकंड में 80 संपीडन-विरलन पैटर्न गुजरते हैं। आवृत्ति और आवर्तकाल निकालो।
उत्तर – = 80 Hz, T = 1/80 s = 0.0125 s

प्रश्न 33 (कठिन). किसी ध्वनि की आवृत्ति 60 Hz है। उसी माध्यम में यदि आवर्तकाल दुगुना कर दिया जाए, तो नई आवृत्ति क्या होगी?
उत्तर – T दुगुना आधी: = 60/2 = 30 Hz

» तारत्व (pitch) का अर्थ और आवृत्ति से संबंध

प्रश्न 34 (आसान). आवृत्ति बढ़ने पर तारत्व पर क्या प्रभाव पड़ता है?
उत्तर – तारत्व बढ़ता है (pitch अधिक हो जाता है)।

प्रश्न 35 (आसान). कम तारत्व वाली ध्वनि की आवृत्ति कैसी होती है?
उत्तर – आवृत्ति कम होती है।

प्रश्न 36 (मध्यम). दो ध्वनियों की आवृत्तियाँ 300 Hz और 450 Hz हैं। किस ध्वनि का pitch ऊँचा है?
उत्तर – 450 Hz वाली ध्वनि का pitch ऊँचा है।

प्रश्न 37 (कठिन). अगर किसी वाद्य की वही कंपन-आवृत्ति घट जाए, तो तारत्व और आवर्तकाल T पर क्या असर होगा? (संकेत: = 1/T)
उत्तर – आवृत्ति घटेगी तो तारत्व कम होगा और = 1/T से T बढ़ जाएगा।

हल किए हुए उदाहरण (step-by-step)

उदाहरण 1. तुमने 5 सेकंड तक टेबल पर बार-बार उंगली से हल्का ठक-ठक किया। क्या तुम कह सकते हो कि ध्वनि ऊर्जा के रूप में पैदा हुई? और क्या ऊर्जा संरक्षण के हिसाब से यह ऊर्जा नष्ट हो जाती है या रूप बदलता है?

› टेबल पर ठक-ठक करते समय तुम यांत्रिक काम/हिलाने की क्रिया कर रहे हो

› इसी क्रिया से ध्वनि उत्पन्न होती है, जो हमारे कानों में श्रवण संवेदन बनाती है

› ऊर्जा संरक्षण के अनुसार ऊर्जा नष्ट नहीं होती; वह रूप बदलती है–हाथ/टेबल की यांत्रिक ऊर्जा का कुछ भाग ध्वनि के रूप में निकलता है

उत्तर – हाँ, ध्वनि ऊर्जा के रूप में पैदा होती है और ऊर्जा नष्ट नहीं होती; यह रूप बदलकर ध्वनि के रूप में निकलती है।

उदाहरण 2. मान लो एक घंटी बिना छुए रखी है और तुम्हें कोई आवाज़ नहीं सुनाई देती। अब तुम घंटी को हल्का-सा हिलाते/मारते हो। बताओ–ध्वनि क्यों शुरू होती है?

› पहले हालत में घंटी स्थिर है, उसमें बार-बार आगे-पीछे गति (कंपन) नहीं हो रही।

› इसलिए ध्वनि उत्पन्न नहीं होती।

› जब तुम घंटी को हिलाते/मारते हो, उसकी धातु/भाग आगे-पीछे तेज़ी से कंपन करने लगते हैं।

› यही कंपन वस्तु में ध्वनि उत्पादन का कारण बनता है, इसलिए तुम्हें आवाज़ सुनाई देने लगती है।

उत्तर – घंटी हिलाने/मारने पर उसमें कंपन शुरू होता है, और कंपन से ध्वनि उत्पन्न होती है; इसलिए आवाज़ सुनाई देती है।

उदाहरण 3. एक विद्यार्थी रबर की पेंसिल-सी तनी हुई पट्टी को हल्का-सा हिलाता है। अगर वह हल्का और एक बार का हिलाना करे, फिर अगर वह उसी पट्टी को खींचकर छोड़ दे और वह कंपन करने लगे–तो ध्वनि कब ज्यादा स्पष्ट होगी और क्यों?

› पहले हल्का-सा, एक बार का हिलाना देखें: यह बार-बार तेज़ दोलन नहीं बनाता।

› अब खींचकर छोड़ने पर पट्टी तनी से तनाव के कारण तेजी से बार-बार आगे-पीछे दोलन करती है–यानी कंपन करती है।

› कंपन होने पर माध्यम में दबाव/संपीडन- विरलन जैसी गड़बड़ियाँ बनती हैं, इसलिए ध्वनि स्पष्ट होती है।

उत्तर – ध्वनि ज्यादा स्पष्ट तब होगी जब विद्यार्थी पट्टी को खींचकर छोड़ता है और वह लगातार कंपन करती है, क्योंकि तनी हुई वस्तु का तनाव तेजी से बार-बार दोलन (कंपन) कराता है।

उदाहरण 4. एक ध्वनि स्रोत एक कमरे में कंपन कर रहा है। (i) ध्वनि को संचरित होने के लिए किसकी जरूरत होती है? (ii) क्या माध्यम के कण हमारे कानों तक उसी तरह 'आगे' बढ़ते हैं जैसे ध्वनि? (iii) असल में क्या आगे बढ़ता है?

› ध्वनि के संचरण के लिए माध्यम चाहिए–ठोस/द्रव/गैस में से जो माध्यम उपलब्ध है

› स्रोत कंपन करता है तो पहले निकटवर्ती माध्यम कण विस्थापित होते हैं

› ये कण बल लगाकर अगले कणों को भी विस्थापित कर देते हैं

› क्योंकि कण अपने संतुलन के आसपास लौटते हैं, इसलिए कण पूरे रास्ते तक नहीं पहुंचते

› इस प्रक्रिया में 'विक्षोभ'/गड़बड़ी आगे बढ़ती है और वही ध्वनि कहलाती है

उत्तर – (i) माध्यम की जरूरत होती है (ठोस/द्रव/गैस)। (ii) नहीं, माध्यम के कण आगे तक नहीं बढ़ते। (iii) असल में विक्षोभ/गड़बड़ी आगे बढ़ती है।

उदाहरण 5. एक वस्तु हवा में 1 सेकंड में कई बार आगे-पीछे कंपन करती है। मान लो किसी बिंदु पर उस समय दाब बढ़ा हुआ है और उस हिस्से में कणों की संख्या/घनत्व ज्यादा है। बताओ वहाँ माध्यम में कौन-सा भाग होगा–संपीडन या विरलन? और यदि अगले क्षण दाब घट जाए और घनत्व कम हो जाए, तो दूसरा भाग क्या कहलाएगा?

› जहाँ दाब बढ़ा है और कणों का घनत्व ज्यादा है, उसे संपीडन मानते हैं

› संपीडन में कण पास होते हैं इसलिए उच्च दाब होता है

› अगले क्षण अगर दाब घटे और घनत्व कम हो, तो वह विरलन होगा

› विरलन में कण दूर होते हैं इसलिए निम्न दाब होता है

उत्तर – पहले हिस्से में संपीडन होगा (उच्च दाब, घनत्व अधिक)। दाब घटने और घनत्व कम होने पर विरलन होगा (निम्न दाब)।

उदाहरण 6. एक स्लिंकी में एक चिह्न पर ध्यान दो। जब चिह्न के पास लगे कुंडली/पेंच पास-पास हो जाते हैं तो उस हिस्से को क्या कहेंगे और उस हिस्से में दाब व घनत्व कैसा होगा? फिर जब पेंच दूर-दूर हो जाते हैं तो क्या कहेंगे और दाब व घनत्व कैसा होगा?

› जहाँ स्लिंकी की वुंफडलियाँ पास-पास हों–वहाँ कण पास हैं मानो हवा दब गई
› कण पास होने से उस भाग में दाब (और घनत्व) अधिक होंगे
› जहाँ वुंफडलियाँ दूर-दूर हों–वहाँ कण दूर हैं मानो हवा फैल गई
› कण दूर होने से उस भाग में दाब (और घनत्व) कम होंगे

उत्तर – पेंच पास-पास हों तो वह संपीडन है; वहाँ दाब और घनत्व अधिक होते हैं। पेंच दूर-दूर हों तो वह विरलन है; वहाँ दाब और घनत्व कम होते हैं।

उदाहरण 7. एक ध्वनि तरंग में दो क्रमागत संपीडनों के बीच की दूरी 0.80 m है। तरंगदैर्घ्य निकालो। फिर मान लो उसी तरंग में दाब/घनत्व का अधिकतम उतार-चढ़ाव (आयाम) दोगुना कर दिया जाए, तो ध्वनि प्रबल होगी या मृदु?

› तरंगदैर्घ्य की परिभाषा लिखो: दो क्रमागत संपीडनों के बीच दूरी ही है
› दिया है: 0.80 m, इसलिए = 0.80 m
› अब आयाम का असर समझो: आयाम (A) दाब/घनत्व के अधिकतम उतार-चढ़ाव से जुड़ा होता है
› अगर आयाम दोगुना हो जाता है, तो उतार-चढ़ाव ज्यादा होगा ध्वनि प्रबल लगेगी

उत्तर – तरंगदैर्घ्य = 0.80 m. आयाम दोगुना करने पर ध्वनि प्रबल (जोर वाली) होगी।

उदाहरण 8. किसी ध्वनि तरंग का आवर्तकाल T = 0.02 s है। इसकी आवृत्ति कितनी होगी?

› दिया है: T = 0.02 s
› संबंध लिखो: = 1/T
› = 1/0.02 = 50
› इकाई: Hertz (Hz) इसलिए = 50 Hz

उत्तर – आवृत्ति = 50 Hz

उदाहरण 9. एक ध्वनि की आवृत्ति 200 Hz है और दूसरी ध्वनि की आवृत्ति 500 Hz है। किस ध्वनि का तारत्व अधिक होगा और कौन-सी कम?

› दोनों ध्वनियों की आवृत्तियाँ दी हैं: 1 = 200 Hz, 2 = 500 Hz
› तारत्व आवृत्ति के समानुपाती अनुभव है: अधिक pitch अधिक
› 500 Hz (2) > 200 Hz (1), इसलिए दूसरी ध्वनि का pitch अधिक होगा

उत्तर – 500 Hz वाली ध्वनि का तारत्व अधिक (high pitch) होगा और 200 Hz वाली ध्वनि का तारत्व कम (low pitch)।

बोर्ड परीक्षा के लिए ख़ास

- परिभाषा याद रखें: ध्वनि = ऊर्जा का रूप, जो कानों में श्रवण संवेदन बनाती है।
- परिभाषा लिखो: कंपन = आगे-पीछे तेज़ बार-बार गति; फिर 'कंपन से ध्वनि' लिखो।
- वाद्य यंत्रों और वाक-तंतुओं में 'कौन-सा भाग कंपन करता है' लिखना–1 अंक पक्का।
- हर प्रश्न में लिखो: 'माध्यम आवश्यक है' और 'कण नहीं, विक्षोभ आगे बढ़ता है'।
- परिभाषा याद रखना जरूरी: संपीडन–उच्च दाब व घनत्व अधिक; विरलन–निम्न दाब व घनत्व कम।
- चित्र/ग्राफ में शिखर-घाटी को संपीडन-विरलन से जरूर मिलाओ।
- NCERT में की परिभाषा "क्रमागत" शब्द के साथ लिखना–यही नंबर दिलाता है।
- अक्सर T का रूपांतरण आता है–इकाई सेकंड और Hz जरूर लिखना।

• अक्सर उत्तर में लिखो: अधिक उच्च तारत्व, कम निम्न तारत्व; 'frequency' शब्द जरूर लिखना।

एक नज़र में रिवीज़न

› ध्वनि ऊर्जा है; कानों में श्रवण संवेदन बनाती है।
› - कंपन कराओ, ध्वनि बनेगी
› - तना + कंपन = ध्वनि
› - कण नहीं, विक्षोभ आगे बढ़ता है।
› संपीडन: उच्च दाब; विरलन: निम्न दाब।
› - अनुदैघ्र्य: कण भी आगे-पीछे, संपीडन-दाब, विरलन-दाब
› - : क्रमागत संपीडन/वरिलन के बीच दूरी; A: अधकितम वक्षिोभ
› = 1/T (उल्टा रश्िता)
› - Pitch Frequency (आवृत्ति)