212hi18

18

ध्वनि और संचार

अपने दैनिक जीवन में हम परस्पर वार्तालाप करते हैं। हम पक्षियों की चहचहाहट, वाहनों का शोरगुल या बिल्ली की म्याऊं-म्याऊं आदि सुनते हैं। हमारे चारों ओर तरह-तरह की विविध स्वरों की विभिन्न प्रबलताओं की ध्वनियाँ हैं। वास्तव में प्रायः हम किसी व्यक्ति को सिर्फ उसकी आवाज से ही पहचान लेते हैं।

हम कई तरीकों से संवाद करते हैं यहां तक कि एक शिशु भी बगैर शब्दों के सिर्फ ध्वनियों के माध्यम से संवाद करता है। वयस्क बोल कर या लिखकर परस्पर संवाद करते हैं। अक्सर यह हमारी आवाज ही है जिसके द्वारा हम ज्यादातर सीधे या फोन पर बातचीत कर पाते हैं यहाँ तक कि अनपढ़ व्यक्ति भी बात कर सकते हैं। वैसे तो संवाद करने में सबसे ज्यादा उपयोग सीधे वार्तालाप का होता है पर प्रौद्योगिकी ने हमें कई अन्य तरीकों जैसे फोन (दूरभाष), रेडियो, टेलीविजन, भाषा संदेश जैसे कि पेजिंग एवं एस.एम.एस. (sms) और इंटरनेट भी उपलब्ध कराये हैं। सीधी बातचीत तथा फोन व उपग्रहों आदि द्वारा बातचीत में ध्वनि को पहुँचाने वाली तरंगें अलग-अलग होती हैं। दोनों में तरंगों का ही इस्तेमाल होता है, परंतु हम बोलते समय ध्वनि तरंगों (जो कि यांत्रिक तरंगें हैं), व रेडियो व दूरभाष (टेलीफोन) द्वारा ध्वनि भेजते समय विद्युत-चुम्बकीय रेडियो तरंगों को काम में लेते हैं।

mí';

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- तरंगों के गुणधर्म व प्रकृति का वर्णन कर सकेंगे;
- अलग-अलग तरंगों, जैसे यांत्रिक (ध्वनि) और विद्युत-चुम्बकीय तरंगों में अन्तर कर सकेंगे;
- विभिन्न संचार युक्तियों सोनार (SONAR) एव रेडार (RADAR) में विभिन्न तरंगों के उपयोगों को समझ सकेंगे;
- संचार के महत्व और आवश्यकता का वर्णन कर सकेंगे;
- अलग-अलग तरह की संचार प्रणलियों को पहचान सकेंगे और उनकी अच्छाई-बुराई बता सकेंगे; और
- संचार में कम्प्यूटरों व उपग्रहों के उपयोग पर प्रकाश डाल सकेंगे।

18-1 rjx d x.kke vkj iÑfr

ध्वनि, कम्पनों का परिणाम है। स्रोतों के द्वारा कम्पन पैदा किए जाते हैं जो तरंगों के रूप में माध्यम में गति करते हुए आखिरकार कर्ण पटल द्वारा हमें ध्वनि का बोध कराते हैं। आइए, एक कार्यकलाप द्वारा इसे समझने का प्रयास करें। कम्पन और ध्वनि के बीच संबंध को दर्शाने के लिए हम एक सरल प्रयोग कर सकते हैं।

fØ;kdyki 18-1

एक 30 cm लम्बाई का एलुमिनियम का तार या फिर एक धातु (जैसे कि एलुमिनियम) का हैंगर लीजिए। अब उसे इस प्रकार मोड़िए कि उसकी आकृति एक कमान जैसी बन जाए। एक रबड़ बैंड या पर्याप्त लम्बाई का प्रत्यास्थ स्प्रिंग लीजिए। आप पेड़ की एक छोटी टहनी अर्थात् पेड़ की एक छोटी शाखा का उपयोग भी कर सकते हैं। कमान के दोनों कोनों पर एक धागा या प्रत्यास्थ धागा (जैसे रबड बैंड) खींच कर इस तरह से बांधे जिससे वह तनाव में रहे।

1. अब आप अपने किसी मित्र से कहिए कि वह दर्ज करे कि अगर आप इस धागे (रबर बैंड) को झंकृत करेंगे तो क्या उसे कोई आवाज सुनाई देती है। आवाज को सुनने के लिए हो सकता है आपको कमान की वक्रता को व्यवस्थित करना पड़े। आप यह पाऐंगे कि जब आप रबड़ बैंड (तार) को झंकृत करने के बाद उसे हाथ से छूते हैं तो आवाज आनी बंद हो जाती है। अगर आप सावधानीपूर्वक देखेंगे तो पाएँगे कि आवाज तभी तक आती है जब तक कि धागा (रबड़ बैंड) कम्पन करता है।

2. एक और प्रयोग द्वारा आप कम्पनों को समझ सकते हैं। एक छोटा कागज का टुकड़ा लें (लगभग 1cm लम्बाई व 2 या 3 mm चौड़ाई) उसे बीच में से मोड़कर V की आकृति दें और उसे कमान के बीच लगे रबड़ बैंड (तार) के ऊपर लटका दें। रबर बैंड को झंकृत करने पर इस कागज के टुकड़े को ऊपर-नीचे कम्पन करते हुए आप स्पष्टतः देख सकते हैं। ऐसा ही किसी वाद्ययंत्र, जैसे गिटार, सितार, एकतारा आदि के तारों के साथ भी कर सकते हैं अथवा ताल देने वाले वाद्ययंत्रों जैसे तबला, ढोल व ड्रम के ऊपर पाउडर डालकर भी कर सकते हैं। अगर थोड़ा पाउडर या मिट्टी को तबले पर डालकर उसके तल पर थाप मार कर कम्पित करेंगे तो आप उन कम्पनों को स्पष्ट देख सकेंगे। उंगलियों की हल्की-सी थाप भी यह बता देती है कि कम्पनों व आवाज का संबंध है। अगर आप स्टील के किसी बरतन पर चम्मच से चोट करें उसकी आवाज सुने और फिर बरतन को कसकर पकड़ें तो आप पाएँगे कि कम्पन बंद हो जाते हैं और आवाज भी।

अपने दोस्तों के साथ इन प्रेक्षणों के संबंध में चर्चा कीजिए। क्या आप इससे यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि कम्पनों व आवाज में कोई संबंध है? ये कम्पन यांत्रिक रूप से माध्यम द्वारा संचरित होते हैं और इस प्रकार ध्वनि संचरित होती है जो तरंग के रूप में गमन करती है। यांत्रिक तरंगों, जैसे ध्वनि के संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। हम बोलते हैं और यह अपेक्षा

टिप्पणी

करते हैं कि हमारा बोला हुआ सुना जाए परन्तु हमारे लिए यह जानना आश्चर्य की बात है कि बिना कुछ चीजों की मदद के हम चाँद पर उस प्रकार बातचीत नहीं कर सकते जैसे हम यहाँ (पृथ्वी पर) कर पाते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि चाँद पर वायु नहीं हैं जबकि ध्वनि को संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। इसके विपरीत सुदूर अंतरिक्ष के तारों और कृत्रिम उपग्रहों से हम विद्युत-चुम्बकीय तरंगें प्राप्त कर पाते हैं, क्योंकि विद्युत-चुम्बकीय तरंगों को संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है। तरंगें आवर्त्त गति करती हैं, एक ऐसी गति जो निश्चित समय के बाद अपने आप को बार-बार दोहराती है यह उर्जा का परिवहन भी करती है। आइए, तरंगों को अच्छे से समझें।

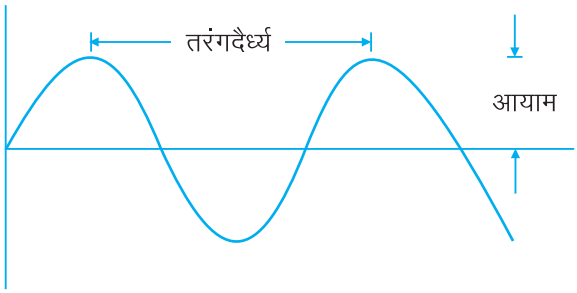
सोचो, क्या होता है जब आप एक पत्थर को किसी जलाशय में फेंकते हैं? आप जल में पत्थर के गिरने के स्थान से एक वृत्ताकार विक्षोभ को अन्दर से बाहर की तरफ बढ़ते हुए देखते हैं। हम यह भी देखते हैं कि यह विक्षोभ जल में एक उभरे हुए वलय रूप में होता है जो कि बाहर की ओर बढ़ता हुआ प्रतीत होता है। एक वृत्ताकार छल्ले के बाद और भी ऐसे ही वृत्ताकार छल्ले उसी केन्द्र पर बन कर बाहर की ओर बढ़ते रहते हैं। यह थोड़े समय के लिए चलता है। यद्यपि वहाँ हमें पदार्थ में हलचल प्रतीत होती है, पर असल में यह केवल विक्षोभ की स्थिति में परिवर्तन है। यह तरंग है और उभरे वलयो (शृंगों) व नीचे उतरे वलयों (गर्तों) से मिलकर बनी है। अतः शृंग और गर्त तरंग के अभिन्न अंग हैं। तरंग बिना माध्यम के कणों को एक बिन्दु से दूसरे तक स्थानान्तरित किए इन बिन्दुओं के बीच ऊर्जा को स्थानान्तरित करती है। अतः तरंग, कणों से स्पष्टतः भिन्न होती है।

ध्वनि की प्रकृति को समझने के लिए प्रेक्षणों की आवश्यकता होती है। हम देखते हैं कि बांसुरीवादक अलग-अलग सुर निकालने के लिए बांसुरी के छिद्रों पर अपनी उंगलियों की जगह बदलते रहते हैं। ऐसे ही सितारावादक सितार के तारों को अलग-अलग सारिकाओं (परदों) पर अंगुलियों से दबाते हैं जब आप एक खाली गिलास या भरे गिलास पर चम्मच टकराते हैं तो अलग-अलग ध्वनियाँ निकलती हैं।

ध्वनियों का विज्ञान इन घटनाओं के पीछे के कारणों को समझने में हमारी सहायता करता है। साथ ही ध्वनि की समझ नए-नए ध्वनि उपकरण बनाने में वैज्ञानिकों की मदद भी करती है। जैसे कि सुनने में सहायक यंत्र, श्रव्य यंत्र जैसे स्पीकर, साउंड रिकॉर्डर और ध्वनि प्रवर्धक युक्तियाँ आदि। यहाँ हम विभिन्न प्रकार के तकनीकी यंत्रों के बारे में जानेंगे जिनके विकास से संचार में प्रगति हुई है। यहाँ संचार में प्रगति से मतलब, ज्यादा लोगों तक, स्पष्ट रूप से तथा अधिकाधिक दूरी तक अपनी बात को पहुंचाना है।

18-2 rjxk dk fu:i.k

जिस तरह से अपने मित्र को हम नाम, कद लिंग आदि से पहचानते हैं उसी तरह से तरंगों के वर्णन के लिए भी कुछ विशिष्ट गुणों को, जिन्हें हम प्राचल कहते हैं, निर्धारित करना जरूरी होता है। एक तरंग का निरूपण तरंगदैर्ध्य, आयाम, आवृत्ति, आवर्त्त-काल के पदों में किया जाता है।



fp= 18-1% तरंग का निरूपण

18-2-1 vk;ke

तरंग की (अधिकतम) ऊँचाई

18-2-2 rjaxnS/;Z

दो क्रमागत शृंगों या गर्तों के बीच की दूरी को तरंग लम्बाई कहते हैं। इसे लम्बाई के मात्रक मीटर में मापा जाता है तथा λ द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। अनुदैर्ध्य तरंगों के लिए, यह दूरी दो क्रमागत संपीडनों व विरलनों के बीच नापी जाती है।

18-2-3 vkorZdky

एक पूर्ण तरंग को दिए गए बिन्दु से होकर गुजरने में लगने वाला समय। इसे सेकण्ड (s) में मापा जाता है।

18-2-4 vkofÙk

दिए गए बिन्दु से होकर एक सेकण्ड में गुजरने वाली पूर्ण तरंगों की संख्या। इसे हर्ट्ज (Hz) में मापा जाता है।

18-2-5 pky ;k osx

तरंग विक्षोभ द्वारा एक सेकंड में चली गई दूरी तरंग चाल होती है। इसे मीटर/सेकण्ड (ms^{-1}) में मापा जाता है। चाल एक अदिश राशि है जबकि वेग एक सदिश राशि है। ये सारे गुणधर्म एक दूसरे से स्वतंत्र नहीं हैं, कुछ में संबंध स्थापित किया जा सकता है। आवर्त्तकाल, आवृत्ति से प्रतिलोम रूप से संबंधित है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि आवृत्ति के बढ़ने पर आवर्तकाल कम हो जाता है। यह बात आसानी से समझ में आ सकती है, क्योंकि आवृत्ति 1s में किसी बिन्दु से गुजरने वाली कुल तरंगों की संख्या है जो कि 1s में कण की ऊपर व नीचे गति अथवा कुल शृर्गों व गर्तों की संख्या के बराबर है। अगर यह दोहराव ज्यादा बार होता है, तो स्पष्टतः दोहराव में लगने वाला समय कम हो जाता है। गणितीय रूप में हम कह सकते हैं कि – आवर्त्तकाल $T = 1/n$

जहाँ n आवृत्ति है। हम यह जानते हैं कि तरंगदैर्ध्य दो क्रमागत शृंगों या क्रमागत गर्तों के बीच की दूरी है। आवृति एक सेकण्ड में इस दूरी की किसी बिन्दु पर बारम्बारता बताती है।

अतः $$\text{वेग} = \text{आवृत्ति} \times \text{तरंगदैर्ध्य}$$

या $$V = n \times \lambda$$

जो तरंगें हमें ध्वनि का अहसास कराती हैं, वे ध्वनि तरंगें या श्रव्य तरंगे कहलाती हैं। वे तरंगें जिनकी आवृत्ति 16 Hz से 20000 Hz के परास में होती है वे ही मनुष्यों को सुनाई देती हैं; यह एक सामान्य औसत है और भिन्न-भिन्न व्यक्तियों के लिए थोड़ा ऊपर-नीचे हो सकता है। ध्वनि तरंगें जो 16 Hz से नीचे हो अवश्रव्य तरंगें कहलाती हैं तथा 20 kHz से अधिक आवृत्तियों की तरंगे पराश्रव्य तरंगे कहलाती हैं। चमगादड़ जैसे जीव मनुष्यों की श्रवण क्षमता की परास से परे की श्रव्य तरंगें उत्पन्न और ग्रहण कर सकते हैं और वह इनका इस्तेमाल अंधकार में देखने के लिए करते हैं।

18-3 ok;q e èofu dk lapj.k

ध्वनि तरंगें द्रव व ठोस माध्यमों में अनुदैर्ध्य तरंगों के रूप में संचरण करती हैं। अनुदैर्ध्य तरंगों में कम्पनों का प्रवाह तरंगों के बढ़ने की दिशा में होता है। दाब में अंतर के कारण ध्वनि तरंगें बढ़ती हैं। जब वायु में ध्वनि उत्पन्न होती है तो वह अपने आगे वाले अणुओं को दबाती है। इस दबाव के कारण, वायु दाब बढ़ जाता है जिसके कारण यह सम्पीड़ित अणु दबाव की दिशा में विस्थापित होते जाते हैं जो कि तरंग की दिशा है। अणु के इस विस्थापन के कारण वहाँ दाब में कमी आ जाती है जहाँ से अणु प्रतिस्थापित हो चुके होते हैं। अगर तरंगें निरंतर आती रहती है तो इसी तरह के अणुओं की और बौछार आकर, अगले अणुओं द्वारा उत्पन्न की गई विरल (खाली) जगह को भर देती है। यह प्रक्रिया निरन्तर चलती रहती है और विक्षोभ आगे बढ़ जाता है। इस तरह से ध्वनि द्वारा संपीडन और विरलन उत्पन्न होते रहते हैं। ये आगे बढ़ते हुए ऊर्जा का संचरण करते हैं। अगर यहाँ कोई माध्यम न हो तो उत्पन्न ध्वनि के द्वारा अणुओं को ऊर्जा का स्थानान्तरण नहीं किया जा सकेगा और ध्वनि का संचरण नहीं होगा। यही कारण है कि हम चाँद पर क्यों नहीं सुन पाते; चाँद के वातावरण में वायु के अणु नहीं होते हैं, इसलिए ध्वनि का संचरण नहीं हो पाता है।

ikBxr i'u 18-1

1. किस ध्वनि तरंग के शृंग एक दूसरे से ज्यादा दूर होते हैं – वह तरंग जिसकी आवृत्ति 100 Hz है या वह तरंग जिसकी आवृत्ति 500 Hz है?
2. अगर किसी ध्वनि का वेग 330 मीटर/सेकण्ड (m/s) हो और आवृत्ति 1000 हर्ट्ज हो तो उसका तरंगदैर्ध्य क्या होगा?
3. मनुष्यों द्वारा सुनी जा सकनेवाली ध्वनि की आवृत्ति का श्रव्य परास क्या है?

18-4 fofHkUu i:dkj dh rj:x

तरंगें अलग-अलग तरह की हो सकती हैं। ये यान्त्रिक, विद्युत-चुम्बकीय आदि हो सकती हैं। यान्त्रिक तरंग उन तरंगों को कहा जाता है जिन्हें संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है। इनका वेग माध्यम के गुणधर्मों, जैसे जड़त्व व प्रत्यास्थता पर निर्भर करता है। दूसरे शब्दों में, तरंग का वेग इस बात पर निर्भर करता है कि माध्यम के कण कितनी आसानी या कठिनाई से विस्थापित किए जा सकते हैं (जो उनके जड़त्व पर निर्भर करता है) और कैसे ये कण दोबारा अपनी मूल स्थिति में आ जाते हैं (जो उनकी प्रत्यास्थता पर निर्भर करता है)।

विद्युत-चुम्बकीय तरंगें आवेशों में त्वरण का परिणाम होती हैं। इन्हें संचरण के लिए माध्यम की आवश्यकता नहीं होती, अतः ये निर्वात में भी संचरण कर सकती हैं, जैसे कि प्रकाश तरंगें तारों (सूर्य) से विशाल दूरी तय करते हुए निर्वात वाले अंतरिक्ष को पारकर हम तक पहुँचती हैं। विद्युत चुम्बकीय तरंगों में विद्युत एवं चुम्बकीय क्षेत्रों का समावेश होता है। ये दोनों क्षेत्र (विद्युत और चुम्बकीय) तरंग के बढ़ने की दिशा के और परस्पर एक दूसरे के लम्बवत् होते हैं। जब हम विद्युत चुम्बकीय तरंगों के तरंगदैर्ध्य की बात करते हैं तब हम शृंगों और गर्तों या संपीडनो और विरलनों के बीच भौतिक अलगाव की बात नहीं करते हैं। ऐसा इसलिए, क्योंकि ध्वनि तरंग किसी माध्यम (माना कि वायु) में संचरण करते समय कम दाब व उच्च दाब के क्षेत्र उत्पन्न करती है। मगर विद्युत-चुम्बकीय तरंगों को किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती, अतः वहाँ द्रव्य के कोई शृंग-गर्त अथवा संपीडन – विरलन नहीं होते। ये प्रकाश के वेग से गति करती हैं जो कि निर्वात में 2.9997925 लाख kms^{-1} है।

जब हम किसी माध्यम से ध्वनि के संचरण के बारे में सोचते हैं तब हमें हमेशा याद रखना चाहिए कि माध्यम, कणों के समूह से मिलकर बना होता है। एक कण की गति से अन्य कणों की गति प्रभावित होती है। आपने देखा होगा कि जब कभी पंक्ति में खड़ी साइकिलों में से कोई एक साइकिल गिरती है तो उसके साथ रखी सभी साइकिलें एक-एक कर के क्रम में गिरने लगती हैं। यहाँ हम तरंगों की, (हलचल) विक्षोभ की गति देख सकते हैं। यहाँ एक साइकिल से ऊर्जा दूसरी साइकिल को और उससे तीसरी को मिलती है और यह क्रम चलता रहता है। यहाँ भी विक्षोभ का हस्तांतरण बिना माध्यम की गति (साइकिल) के दूर तक होता है।

ध्वनि तरंगें यांत्रिक तरंगें हैं परंतु प्रकाश तरंगें, अवरक्त किरणें, X-किरणें, सूक्ष्म तरंगें, रेडियों तरंगें आदि विद्युत-चुम्बकीय तरंगें (सूक्ष्म रूप से विद्युत-चुम्बकीय) हैं।

अणु के नाभिक के रेडियोएक्टिव क्षरण के परिणामस्वरूप गामा किरणें उत्पन्न होती हैं। ध्वनि तरंगों की तुलना में विद्युत-चुम्बकीय तरंगें ज्यादा ऊर्जावान होती हैं। ये प्रकाश के वेग से गति करती हैं जो कि निर्वात में 3 लाख km/s है। इसकी तुलना में ध्वनि तरंगें बहुत धीमी गति करती है। वायु में ये लगभग 330 m/s की चाल से गति करती हैं। ध्वनि का वेग कुछ माध्यमों के लिए नीचे सारणी में दिया गया है जो यह दर्शाता है कि ध्वनि तरंगें ठोसों में द्रव या गैस की अपेक्षा तेज गति करती हैं।

lkj.kh 18-1 fofHkUu inkFkk e èofu dk ox

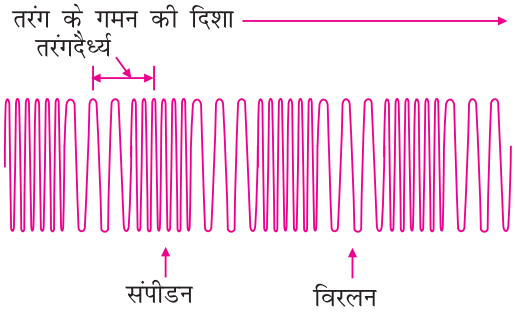
माध्यम	वेग
स्टील	5200 m/s^{-1}
पानी	1520 m/s^{-1}
हवा	330 m/s^{-1}
कांच	4540 m/s^{-1}
चाँदी	3650 m/s^{-1}

ध्वनि व प्रकाश तरंगों के वेग के इन अन्तरों से यह समझ आता है कि अगर आकाश में कोई घटना होती है, जिसमें ध्वनि व प्रकाश दोनों उत्पन्न होते हैं, तब हमें प्रकाश तुरंत दिखाई दे जाता है और आवाज कुछ पल बाद सुनाई देती है। जब बादलों में बिजली चमकती है तब उसकी गर्जना सुनने से पहले ही हमें उसकी चमक दिख जाती है। यांत्रिक तरंगें अनुप्रस्थ या अनुदैर्ध्य में से कोई एक हो सकती है जबकि विद्युत-चुम्बकीय तरंगे केवल अनुप्रस्थ होती हैं। अनुप्रस्थ तरंगों में तरंगों व उनके कणों की गति एक-दूसरे के लम्बवत् होती है। अनुदैर्ध्य तरंगों में तरंग व कण की गति एक ही दिशा में होती है।

अनुप्रस्थ तरंगों को अपनी आँखों के सामने लाने के लिए किसी रस्सी के एक सिरे को लम्बवत् दीवार पर हुक या खूँटी (या दरवाजे के हैंडल) से बाँध दीजिए और दूसरे सिरे को इस प्रकार पकड़िए कि वह ढीली रहे। अब हम रस्सी के अनुदिश चलती अनुप्रस्थ तरंगों को रस्सी के खुले सिरे को ऊपर-नीचे झटका देकर या फिर क्षैतिज तल में दाहिने बाएँ हाथ हिलाकर दर्शा सकते हैं। हम देखते हैं तरंग हमारे हाथ से खूंटी तक गति करती है जबकि रस्सी के बिन्दु तरंग की गति व रस्सी के लम्बवत् गति करते हैं। यह अनुप्रस्थ तरंग है चूँकि इसमें माध्यम के कण तरंग की गति की दिशा के लम्बवत् गति करते हैं। तरंग के उस उदाहरण में जिसमें हम तालाब के स्थिर पानी में एक पत्थर फेंकते है तरंग का बनना एक अधिक जटिल प्रक्रिया है पर यहाँ हम अपना ध्यान तल पर होने वाले परिवर्तनों तक ही सीमित कर लेते हैं। हम देखते हैं कि पानी के तल पर तरंग मध्य से किनारों की तरफ गमन करती है। अगर हम वहाँ कोई बतख या कागज की नाव देखें तो पाएँगे कि वह पानी के साथ ऊपर नीचे अस्थाई रूप से दोलन करती है। क्षैतिज दिशा में उसकी कोई गति नहीं होती और अन्त में वह अपनी मध्य अवस्था में आ जाती है। पानी की सतह पर क्रमिक रूप से इस प्रकार फैलते वलयाकार शृंगों एवं गर्तों से इस प्रकार अनुप्रस्थ तरंग बन जाती है।

अनुदैर्ध्य तरंगों में माध्यम के कणों का विस्थापन व तरंग का गमन एक ही दिशा में होता है। उदाहरणार्थ – यदि हम हॉर्न बजाते हैं, बोलते हैं या किसी वस्तु को तेजी से हवा में घुमाते हैं तब हम हवा के अणुओं को धकेलते हैं और ये अणु बदले में अपने साथ वाले अणुओं को धकेलकर ऊर्जा की एक अणु से दूसरे अणु को स्थानान्तरित करते हैं। इस परस्पर क्रिया में अणु अपनी ऊर्जा का क्षय कर पुनः प्रारंभिक अवस्था में आ जाते हैं। परिणामस्वरूप संपीडनों और विरलनों का निर्माण होता है। अतः यह संपीडन (या विरलन) होते हैं जो कि आगे बढ़ते है न कि अणु।

जैसे अनुप्रस्थ तरंगों में दो क्रमिक शृंग या गर्तों के बीच की दूरी की माप तरंगदैर्ध्य होती है वैसे ही दो क्रमिक संपीडनों या विरलनों के बीच की दूरी को अनुदैर्ध्य तरंगों की तरंगदैर्ध्य कहते हैं।



fp= 18-2% स्प्रिंग के उदाहरण द्वारा वायु में संपीडनों और विरलनों का बनना और तरंगदैर्ध्य को दर्शाना

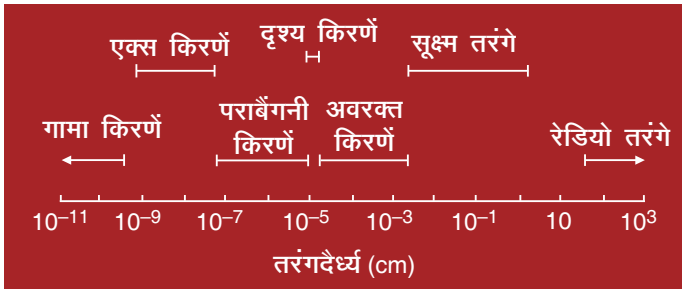
अनुप्रस्थ तरंगे केवल तरलों (गैसों और द्रवों) में बनती हैं जबकि अनुदैर्ध्य तरंगें तीनों माध्यमों से बनाई जा सकती हैं, जैसे ठोस, द्रव और गैस। अनुदैर्ध्य तंरगों को समझने के लिए एक स्प्रिंग लीजिए, इसे दो सिरों के बीच स्थिर कीजिए फिर इसके एक सिरे को लम्बाई के अनुदिश खीचिए या दबाइए। इस प्रकार होने वाले संपीडनों और विरलनों को स्प्रिंग की अक्ष के अनुदिश बढ़ते और दूसरे सिरे से टकरा कर लौटते देखा जा सकता है।

ikBxr iz'u 18-2

1. तरंग में किसका स्थानांतरण होता है, पदार्थ का या ऊर्जा का?
2. यांत्रिक और विद्युत-चुम्बकीय तरंगें किस एक दूसरे से प्रकार भिन्न है?
3. अनुप्रस्थ और अनुदैर्ध्य तरंगों में क्या अन्तर है?
4. क्या ठोसों में अनुप्रस्थ तरंगें बनती हैं?

lkj.kh 18-2 % fo|qr&pEcdh; fofdj.kksa dh rjaxnS/;Z ,oa vko`fÙk;ksa dh ifjlj

uke	rjaxnS/;Z (Å)	rjaxnS/;Z (cm)	vko`fr;ksa dk ifjlj (Hz)	Åtk (eV)
रेडियो तरंगे	$>10^9$	>10	$<3\times10^9$	$<10^{-5}$
सूक्ष्म तरंगे (माइक्रोवेव)	10^9-10^6	10-0.01	3×10^9-3×10^{12}	10^{-5}-0.01
अवरक्त किरणें	10^6-7000	0.01-7×10^{-5}	3×10^{12}-4.3×10^{14}	0.01-2
दृश्य किरणें	7000-4000	7×10^{-5}-4×10^{-5}	4.3×10^{14}-7.5×10^{14}	2-3
पराबैगनी किरणें	4000-10	4×10^{-5}-10^{-7}	7.5×10^{14}-3×10^{17}	3-10^3
एक्स किरणें	10-0.1	10^{-7}-10^{-9}	3×10^{17}-3×10^{19}	10^3-10^5
गामा किरणें	<0.1	$<10^{-9}$	$>3\times10^{19}$	$>10^5$



विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम

fp= 18-3% विभिन्न विकिरण और उनके तरंगदैर्ध्य एवं आवृत्तियाँ

18-5 èofu dh iÑfr] eki vkj x|.koÙkk

डेसीबल (dB) ध्वनि के स्तर का मात्रक है। यहाँ डेसी (deci) का अर्थ दशांश (1/10) ओर बेल (bel) ध्वनि का स्तर है। 'बेल' नाम टेलीफोन के आविष्कारक अलेक्जेंडर ग्राहम बेल के नाम पर रखा गया है। दरअसल, इस मात्रक द्वारा दो स्रोतों की शक्ति के स्तर की तुलना की जाती है। दो शक्ति स्तरों P_1 एवं P_2 में n डेसीबल का अंतर होगा यदि $n = 10 \log_{10} (P_2/P_1)$

यहाँ $\log_{10}$ का मतलब है कि log का आधार 10 है (e नहीं)। यहाँ P_2 माध्य ध्वनि का स्तर है जबकि P_1 एक संदर्भ ध्वनि स्तर है। सामान्यतः संदर्भ ध्वनि स्तर वह न्यूनतम ध्वनि स्तर होता है जिससे कम प्रबलता की ध्वनि को नहीं सुना जा सकता है। सामान्य व्यक्ति के लिए फुसफसाहट की ध्वनि लगभग 30 डेसीबल और सामान्य वार्तालाप 65 डेसीबल पर होता है, जबकि एक जेट हवाई जहाज उड़ान भरते समय लगभग 150 डेसीबल आवाज करता है। 85 डेसीबल की ध्वनि से परे की ध्वनि अस्थायी रूप से हमारे सुनने की क्षमता को क्षति पहुँचा सकती है। ज्यादा समय तक इस तरह के शोर से हमारी सुनने की क्षमता हमेशा के लिए प्रभावित हो सकती है। अतः हमें उत्सवों में भी इस तरह का शोर पैदा नहीं करना चाहिए।

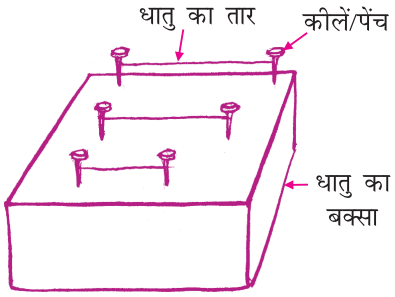
अस्पतालों के पास से बारात को ले जाने के दौरान बैंड को न बजाने की सलाह दी जाती है इसकी ध्वनि से मरीजों को परेशानी हो सकती है। शोर से रक्तचाप बढ़ सकता है तथा तनाव पैदा हो सकता है। हमें पता न भी चले पर लगातार शोर तनाव का कारण बनता है। त्योहारों के दौरान चलने वाले पटाखे भी हानिकारक होते हैं क्योंकि इनसे न केवल वायु प्रदूषण होता है बल्कि शोर भी उत्पन्न होता है।

? D;k vki tkurs gS

मनुष्यों के स्वास्थ्य पर ध्वनि के प्रभावों को जानने के बाद यह जरूरी हो जाता है कि किसी ऐसे यंत्र का विकास किया जाए जिससे ध्वनि की तीव्रता को मापा जा सके। डेसीबल मीटर को एक विशेष क्रिस्टल, जिसे "पिजो विद्युत-क्रिस्टल" कहते हैं, की मदद से बनाया जाता है। इसका गुण यह है कि जब इसे दबाव (जैसे वायु दाब) की स्थिति में रखा जाता है तो यह विद्युत-विभव पैदा करता है। डेसीबल मीटर में माइक्रोफोन और पिजो-विद्युत (Piezoelectric)

क्रिस्टलों को काम में लिया जाता है। ध्वनि के कारण डायाफ्राम में कम्पन्न होकर यह किस्टल को दबाता है जिससे विद्युत विभव पैदा होता है जिसका माप हमें ध्वनि के स्तर को बताता है। इस विभव को, अंशांकन का उपयोग करके डिजिटल रूप में दर्शाया जाता है ताकि पटाखों, वाहनों और मशीनों के शोर को माप कर उसका मॉनीटरन किया जा सके और लोगों को एक विशेष स्तर से अधिक के शोर का सामना करने से बचाया जा सके। तथ्य यह है कि अत्यन्त प्रबल संगीत भी लम्बे समय तक सुना जाए तो हम बधिर हो सकते हैं।

अलग-अलग स्रोतों से अलग-अलग ध्वनि निकलती है। हमें प्रबलता एवं तारत्व के बीच भ्रमित नहीं होना चाहिए। धातु के गिलास को धातु की चम्मच से पीटने पर उत्पन्न ध्वनि का तारत्व मिट्टी के घड़े पर लकड़ी की चम्मच टकराने पर उत्पन्न ध्वनि के तारत्त्व से अधिक होता है। महिलाओं की आवाज की आवृत्ति प्रायः पुरूषों की आवाज की आवृत्ति से ज्यादा होती है। तथापि हमें यह भी समझना होगा कि आवाज केवल एक आवृत्ति ही नहीं होती है, यह कई आवृत्तियों से मिलकर बनती है, जिनमें से कुछ, एक ही आवृत्ति, जिसे उस व्यक्ति का आधारभूत स्वर कहा जाता है, के अपवृत्त्य (जिन्हें हार्मोनिक्स कहते हैं) होते हैं।



fp= 18-4 ¼ तंत्री वाद्य यंत्र (जिसे आप भी एक धातु का बक्सा और तार लेकर बना सकते हैं)

अब क्योंकि हमें तरंगदैर्ध्य व आवृत्ति में संबंध ज्ञात है, हम समझ सकते हैं कि जब बांसुरी के सब छेद खुले हों तो इससे अधिक तारत्व के सुर क्यों निकाले जा सकते हैं (छोटी तरंगदैर्ध्य, उच्च आवृत्ति)। जब सब छेद बन्द होते हैं तो इसमें सबसे बड़ी तरंगदैर्ध्य बनती है। दरअसल, यह संबंध $n \propto 1/\lambda$ पर निर्भर करता है तथा ज्यादा जोर से फूंक मार कर हम अधिक प्रबल स्वर उत्पन्न कर सकते हैं।

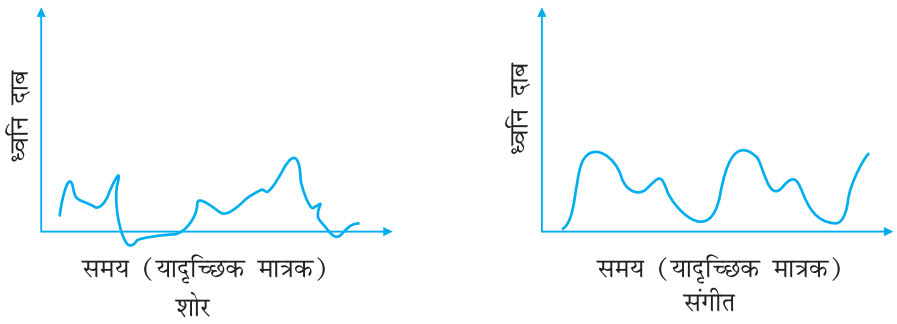
fØ;kdyki 18-2

एक सरल प्रयोग करके आप ध्वनि के तारत्व और तरंगदैर्ध्य के बीच संबंध को समझ सकते हैं। आप देखेंगे कि छोटी युक्ति से उच्चतर की आवृत्ति पैदा होती है। इससे हमें तबले और ढोल तथा छोटी व बड़ी तार से निकलनेवाली ध्वनियों के बीच के अन्तर को समझने में भी मदद मिलेगी।

आप टॉफियों का या अन्य कोई धातु का खाली डिब्बा लीजिए (अगर यह न मिले तो आप कार्ड बोर्ड का डिब्बा भी ले सकते हैं)। अब किसी तार के तीन टुकड़े लीजिए (यह आप किसी वाद्य यंत्र या हार्डवेयर की दुकान से ले सकते हैं)। अब इन्हें चित्रानुसार कील या बोल्ट द्वारा लगाइए।

हथौड़े की सहायता से आप इसे लगा सकते हैं। आपको अगर आवश्यकता पड़े तो आप चिपकाने वाले पदार्थ का भी उपयोग कर सकते हैं। या फिर ड्रिलिंग मशीन से बोर्ड में (बक्से के ऊपरी फलक में) छेद करके नटों (ढिबरियों) की सहायता से दो-दो बोल्टों के तीन सैट कसिए जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। कीलों के सेटों के बीच दूरी भिन्न-भिन्न होनी चाहिए। उदाहरण के लिए, 2 कीलों/बोल्टों के बीच दूरी 10 से.मी. हो तो अन्यों के बीच इसे 20 सें.मी. और 30 से.मी. रखिए। अब धातु की तारों को इन दो कीलों के तीनों समूहों के बीच खींचकर लगाइए। यदि अन्य तारों को झंकृत करेंगे तो आपको ध्वनि सुनाई देगी। तार की प्रत्येक लम्बाई के लिए अलग ध्वनि सुनाई पड़ेगी। छोटे तार से अधिक आवृत्ति की ध्वनि उत्पन्न होगी।

इस घर में बने वाद्ययंत्र को देखने के लिए अपने कुछ मित्रों को आमंत्रित कीजिए। आप सभी यह प्रेक्षित कर सकेंगे कि जब आप तारों को झंकृत करते हैं तो प्रत्येक तार से उत्पन्न ध्वनि का तारत्व भिन्न है। लम्बे तार पर चूँकि लम्बी तरंगदैर्ध्य बन सकेगी, इसकी आवृत्ति कम होगी (याद रखें कि समान वेग के लिए लम्बे तरंगदैर्ध्य का अर्थ होता है कम आवृति)। इसी नियम पर सितार व अन्य तंत्री वाद्य यंत्र कार्य करते हैं। कम्पन करने वाले तार के तनाव पर भी आवृत्ति निर्भर करती है और इसे हम एक सरल प्रयोग की सहायता से सत्यापित कर सकते हैं। आप बोल्ट को घुमाकर और यदि डिब्बा लचीला हो तो उसे ऊपर की ओर मोड़कर (जिससे बोल्ट थोड़ा दूर हो जाए) तार के तनाव को बदल सकते हैं। यही काम तार को एक छोर पर बोल्ट से कसकर तथा धातु के आधार के साथ-साथ दूसरे छोर तक ले जा कर उस पर अलग-अलग वजन के भार लटका कर भी किया जा सकता है। आप एक जैसे काँच के या स्टील के गिलास में अलग-अलग स्तर तक पानी भरें और इनको चम्मच से मारकर बजाऐं तो आप पाऐंगे कि इनसे अलग-अलग तारत्त्व की ध्वनि निकलती है। ध्वनि का तारत्व या आवृत्ति तब ज्यादा होती है जब वायु स्तम्भ कम हो अर्थात् जब गिलास में पानी का स्तर ऊँचा हो। ध्वनि द्वारा उत्पन्न तरंगदैर्ध्य वायु के स्तम्भ की लम्बाई के अनुक्रमानुपाती होती है। दिए गए 2 तबलों में से किसमें ज्यादा आवृत्ति की ध्वनि पैदा होगी – छोटी तलपट्टी (डायाफ्राम) के तबले से अथवा बड़ी तलपट्टी (डायाफ्राम) के तबले से? स्पष्टता बड़े डायाफ्राम से बड़े तरंगदैर्ध्य की तरंगे उठ सकेंगी।



संगीत शोर व संगीत के बीच अंतर सातत्य से तय होता है

fp= 18-5 संगीत व शोर के बीच अंतर को ध्वनि-दाब व समय के बीच आलेख निरूपण

संगीत यादृच्छिक नहीं बल्कि ऐसी ध्वनियों का समूह है जो हमें आनन्द देता है। यह ध्वनि और लय की गुणवत्ता को निर्दिष्ट करता है। शोर यादृच्छिक होता है और परेशान करता है जबकि

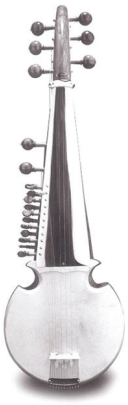
संगीत में ताल और लयबद्ध बारम्बारता होती है। उदाहरण के लिए, एक गाने में आप देखेंगे कि एक धुन एक निश्चित समय के बाद बार-बार दोहराई जाती है। एक छंद के बाद, गायक फिर से उसी धुन पर आ जाता है। अगर आप ध्वनि-दाब और समय के बीच ग्राफ खींचेंगे तो आप पाएँगे कि यदि परिवर्तन एक निश्चित पैटर्न (क्रम) से हो तो ही संगीत मधुर सुनाई देता है। इसके विपरीत शोर, अनियमित तरह से बदलता है और हमें क्षुब्ध करता है। ध्वनि का मूल्यांकन संगीतज्ञ तीन पदों में करते हैं–गुणवत्ता, तारत्त्व और प्रबलता। दो ध्वनियाँ समान प्रबलता की हो सकती हैं। यह भी हो सकता है कि उनका तारत्त्व भी समान हो पर उनकी गुणता/स्वरूप फिर भी अलग हो सकते हैं। इस तरह से हम सितार और गिटार से निकलनेवाली ध्वनि में उनकी प्रबलता और तारत्व एकसमान होने के बावजूद अंतर कर सकते हैं।

fØ;kdyki 18-3

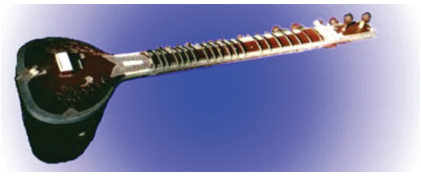
एक बाँसुरी लीजिए और उसके सभी छः छेदों को अपनी अंगुलियों से बंद कर दीजिए (सबसे छोटी अंगुली का उपयोग न कीजिए)। अब बाँसुरी बजाइए और आवाज सुनिए। अपनी अंगुलियों को उसी स्थिति में रखिए (अर्थात् सारे छेदों को बंद ही रखिए) और जोर से बजाइए। आपको अधिक प्रबल ध्वनि सुनाई देगी। यदि आप रुक-रुक कर फूँक मारेंगे तो हो सकता है शुरुआत में आपको ध्वनि अच्छी न लगे या कर्कश सुनाई दे पर यदि आप लगातार फूँक मारेंगे तो आपको सुरमयी ध्वनि सुनाई देगी।

भारत में हम अनेक वाद्ययंत्र देखते हैं। बाँसुरी, सितार, तबला, ढोल, घटवाद्य और कुछ पश्चिमी वाद्ययंत्र, जैसे गिटार, पियानो और हारमोनियम काफी लोकप्रिय हैं। कुछ तारवाले यंत्र हैं जिनमें तार को झंकृत कर या अलग-अलग जगह से कम्पित कर ध्वनियाँ पैदा की जाती हैं, जैसे तानपुरा, सितार और एकतारा। तबला और ढोलक जैसे यंत्र तालवाद्य हैं, उनके ऊपर मंढी झिल्ली को हाथ की थाप या किसी छड़ी से झंकृत किया जाता है। फिर हमारे बाँसुरी और शहनाई है जिसकी नली में हवा फूँक कर हम उसे बजाते हैं।

तानपुरा



सरोद



सितार

तबलों की जोड़ी

ढ़ोल

बांसुरी

तुरही

ढ़ोलक

fp= 18-6% कुछ वाद्य यंत्र

D;k vki tkurs gSa

बाँसुरी को सबसे पुराना वाद्ययंत्र माना जाता है। उल्म (दक्षिणी-पश्चिमी जर्मनी) में सन् 2008 में गिद्ध के पंख की हड्डियों से बनी बाँसुरी मिली। इसमें केवल 5 छेद थे जबकि आधुनिक बाँसुरी में 6 या इससे अधिक छेद मिलते हैं। इसे 35,000 वर्ष पुराना माना गया है।

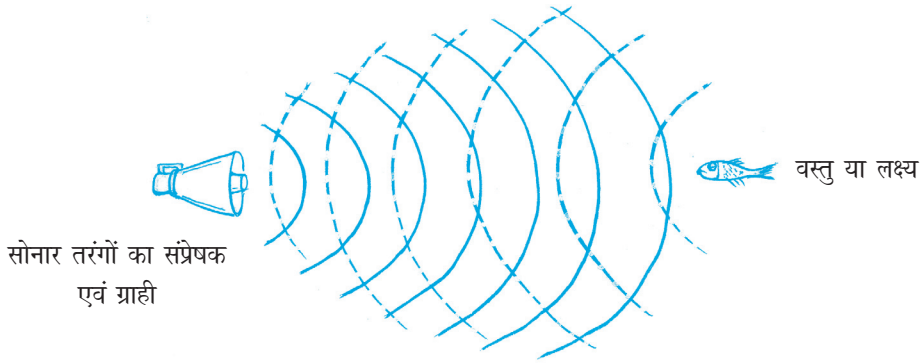
ikBxr iz'u 18-3

1. ध्वनि की प्रबलता का मात्रक क्या है?
2. बाँसुरी के पार्श्वपृष्ठ पर लम्बवत् कई छिद्र क्यों बनाए जाते हैं?

18-6 vyx&vyx rjg dh rjaxksa dk lapkj ;a=ksa esa mi;ksx ¼lksukj vkSj jsMkj½ esa mi;ksx

ध्वनि के गुणों का उपयोग सोनार तकनीक में किया जाता है। सोनार (SONAR) का अर्थ है साउंड नेविगेशन एंड रेंजिंग। यह प्रेषित ध्वनि तरंगों के वस्तु से टकराकर लौटने वाली प्रतिध्वनि के सिद्धान्त पर कार्य करता है। उदाहरण के लिए, अगर आप एक टेनिस बॉल को दीवार पर मारते हैं तो वह उछलकर दोबारा आपके पास आती है। मगर यदि हम दीवार को हटा दें तो गेंद आपके पास दोबारा नहीं आती। अतः आँखें बंद करके भी आपके पास यह जानने का तरीका है कि आपके सामने कोई वस्तु अथवा परावर्तक सतह है या नहीं। सोनार इसी तरह से काम करता है।

वस्तुओं के संसूचन के लिए ध्वनि तरंगों का उपयोग ऊपर दिए गए सरल उदाहरण पर आधारित है। विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की बजाय सोनार तरंगों का उपयोग इसलिए लाभकारी है, क्योंकि समुद्र में पानी के विद्युत चालक होने के कारण विद्युत-चुम्बकीय तरंगें अपनी ऊर्जा को जल्द ही खो देती है; इसके विपरीत सोनार तरंगे ज्यादा दूरी तय कर पाती हैं।



fp= 18.7½ सोनार की कार्य प्रणाली – सतत वक्रों द्वारा प्रेषित लक्ष्य वस्तु सोनार तरंगों का तथा खंडित वक्र रेखाओं द्वारा परावर्तित सोनार तरंगों को दर्शाया गया है

दो प्रकार की सोनार (SONAR) व्यवस्थाएं हो सकती हैं: एक अक्रिय और दूसरी सक्रिय। अक्रिय सोनार द्वारा हम उन ध्वनि तरंगों को पकड़ पाते हैं जो हमारे आस-पास उपस्थित होती हैं। लियोनार्डो डा. विंसी ने 1490 AD की शुरुआत में ऐसा किया था। उन्होंने इसका उपयोग जहाजों द्वारा पानी में निर्मित तरंगों का पता लगाने के लिए किया। आज प्रौद्योगिकी ने और भी सूक्ष्म तरीके ईजाद कर लिए हैं। द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान जहाज और पनडुब्बियों का पता लगाने में अपने महत्त्व के कारण सोनार काफी गम्भीर अध्ययन का विषय बन गया था।

? D;k vki tkurs g

क्या आपने कभी किसी घाटी में अपने चीखने, या ताली बजाने पर होने वाली प्रतिध्वनि सुनी है? यह प्रतिध्वनि पहाड़ियों से आती है। यह आपकी आवाज या आपके द्वारा उत्पन्न ध्वनि की परावर्तित ध्वनि होती है। एक बहुत बड़े हॉल, दो पर्याप्त दूरी पर स्थित दीवारों या इमारतों के बीच भी हम प्रतिध्वनि (गूंज) को सुन सकते हैं। जब परावर्तन बहुत दूर स्थित किसी वस्तु से होता है तो हम उसको प्रतिध्वनि के रूप में पहचान पाते हैं। मगर यदि परावर्तन किसी पास की वस्तु से हो तो हमारा मस्तिष्क उसे हमारी वास्तविक आवाज ही समझता है। यही कारण है कि अधिकतर लोग बाथरूम में अपनी आवाज सुनकर आनन्दित होते हैं क्योंकि उसकी गूँज जल्दी वापस सुनाई दे जाती है, जो वास्तविक ध्वनि से जुड़ी ही प्रतीत होती है। हम दो ध्वनियों को अलग-अलग कर पहचान सकते हैं यदि वह 0.1 सेकण्ड से अधिक समय अन्तराल पर सुनी जा रही हों। हमारे बाथरूम (गुसलखाने) आमतौर पर बहुत छोटे होते हैं अतः यह अंतर 0.1 सेकण्ड से कम होता है।

आजकल सक्रिय सोनार बहुत महत्त्वपूर्ण हो गया है। इसके दो महत्त्वपूर्ण अवयव होते हैं –

1. एक प्रेषी (transmitter) होता है जिसमें एक सिग्नल जनित्र, एक शक्ति प्रवर्धक (power amplifier) और एक ट्रांस्ड्यूसर लगा होता है।

2. एक संसूचक (detector) जो कि केवल एक सिग्नल संसूचक अथवा अनेक सिग्नल संसूचको का समूह हो सकता है।

सबसे पहले यह सुनिश्चित कर लेना होता है कि संकेतों को संकीर्ण किरणपुंज के रूप में भेजा जाए अगर ऐसा नहीं होगा तो परावर्तित पुंज कई दिशाओं से आ सकते हैं जिससे हम भ्रमित हो सकते हैं।

सैद्धान्तिक रूप से, तरंग द्वारा तय की गई दूरी, प्रेषी से परावर्तक अथवा लक्ष्य वस्तु तक की दूरी से दुगुनी होती है। अतः यदि पानी में ध्वनि का वेग v है तो लक्ष्य से दूरी

$$d = \frac{1}{2} \times v \times t$$

जहाँ t सोनार संकेत के प्रेषण और संसूचन के बीच लगा समय-अंतराल है।

तरंग समुद्र के तल या सतह से, जहाजों से, व्हेल मछलियों या पनडुब्बियों से टकराकर परावर्तित हो सकती है। समग्र रूप से यह आसान प्रतीत होता है पर व्यवहार में अन्य कई घटकों का ध्यान रखना पड़ता है। उदाहरण के लिए, किसी माध्यम में ध्वनि का वेग माध्यम के घनत्व तथा घन प्रत्यास्थता गुणांक पर निर्भर करता है।

18-6-1 jMkj

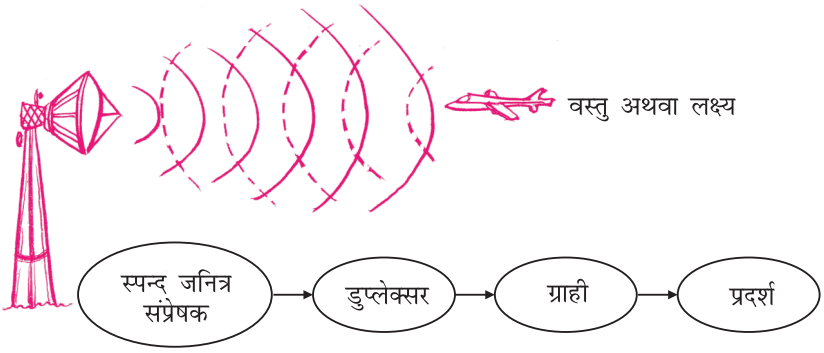
(RADAR) रेडार, रेडियो डिटेक्शन एण्ड रेंजिंग का संक्षिप्त रूप है और यह हमारे लिए कई तरह से उपयोगी है।

1. वायुमण्डलीय पिंडों एवं परिघटनाओं जैसे – बादलों, चक्रवातों, बरसात की बूँदों आदि के अवलोकन के लिए और मौसम का पूर्वानुमान लगाने के लिए।
2. विमान परिवहन नियंत्रण हेतु;
3. जलयान नौचालन के लिए;
4. सेना में उपयोग हेतु (शीघ्र चेतावनी और रेडार द्वारा लड़ाकू विमानों का पता लगाने के लिए)

रेडार, सोनार के समतुल्य रेडियो तरंग युक्ति है, रेडार में रेडियो तरंग वही कार्य करती है, जो सोनार में ध्वनि तरंग करती है।

jMkj i.kkyh d cfu;knh ?kVd

1. एक स्पन्द (pulse) स्रोत तथा एक एरियल युक्त ट्रांसमीटर जो रेडियो तरंगें प्रसारित करता है।
2. एक लक्ष्य जो रेडियो तरंगों को परावर्तित करती है।
3. एक ग्राही जिस पर एक ऐंटिना लगा होता है तथा कैथोड किरण नली जैसा एक प्रदर्श (वैसा ही जैसा टेलीविजन में लगा होता है)।



fp= 18-8% रेडार के विभिन्न घटकों का सरल आरेख

V%k l eh Vj

रेडार तंत्र में ट्रांसमीटर रेडियो तरंगों को उत्पन्न करता है और उन्हें प्रेषित करता हैं। रेडियो तरंगें सभी दिशाओं में जाती हैं। अगर कहीं कोई वस्तु होती है तो तरंगें उसके द्वारा परिवर्तित हो जाती हैं। उन तरंगों को ग्रहण करने अथवा पकड़ने के लिए एक ग्राही (रिसवीर) होना चाहिए। रेडियो तरंगें विद्युत-चुम्बकीय विकिरण होती हैं जो कि प्रकाश के वेग से संचरण करती हैं। यह स्पष्ट है कि भेजी गई रेडियो तरंगों व आने वाली परावर्तित तरंगों के बीच समय अंतराल बहुत कम होगा। अतः जैसे ही रेडियो तरंगों को माध्यम में छोड़ा जाता है, वैसे ही ट्रांसमीटर को बंद कर दिया जाता है और ग्राही को चालू कर दिया जाता है जिससे कि प्रेषित तरंगें परावर्तित तरंगों पर न छा जाए और एक कमजोर परावर्तित तरंग को भी ग्राही द्वारा पकड़ा जा सके। अगर थोड़े अंतराल तक कोई परावर्तित तरंग रिसीवर द्वारा न पकड़ी जाए तब हम मान सकते हैं कि एक निश्चित दूरी तक कोई वस्तु अथवा लक्ष्य नहीं है, तब हम ग्राही को बंद कर पुनः प्रेषी (संचारक) को चालू कर सकते हैं। यह प्रक्रिया सोनार की भाँति ही चलती रहती है। यह स्पन्द प्रेषण कहलाता है। तथापि गति करते एक पिण्ड के संसूचन के लिए हमें सतत तरंग प्रेषी का उपयोग करना होगा। अगर पिण्ड दूर जा रहा हो तो परावर्तित तरंग की आवृत्ति ज्यादा होगी। यह प्रभाव ध्वनि का डॉपलर प्रभाव कहलाता है। हम ग्राही को सदैव इस तरह से व्यवस्थित कर सकते हैं कि वह उस आवृत्ति की तरंग ग्रहण न करे जो उसने उत्सर्जित की थी बल्कि वह केवल कम या ज्यादा आवृत्ति की ही रेडियो तरंगों को ग्रहण करे। डॉपलर रेडार कहलाने वाले ऐसे रेडार केवल गति करते पिण्डों का ही संसूचन कर पाते है क्योंकि ये उन आवृतियों को तो ग्रहण करते नहीं जिन पर प्रेषण किया गया था और केवल गति करता पिण्ड संचरित तरंग की आवृत्ति में परिवर्तन लाता है। रेडार, वायु परिवहन को नियंत्रित करने में उपयोग में लिया जाता है। चूँकि इससे अंधेरे में भी देखा जा सकता है रेडार बादलों के स्थानान्तरण एवं वर्षा बूंदों के संसूचन को मॉनीटर कर सकता है। यह दूरस्थ जहाजों और बड़े जानवरों जैसे व्हेल की उपस्थिति का संसूचन भी कर सकता है। इसके द्वारा हमारी ओर आती हुई या हमसे दूर जाती हुई वस्तु की गति का अनुमान भी लगाया जा सकता है। मौसम विज्ञानियों द्वारा इसका उपयोग तूफानों, चक्रवातों व बवंडरों का पता लगाने में किया जाता है। अंतरिक्ष और पृथ्वी विज्ञानी इसके उपयोग से उपग्रहों के पथ और पृथ्वी के धरातल का मानचित्र बना पाते हैं। इसके अलावा हवाई अड्डों एवं दुकानों के स्वतःचालित दरवाजे बनाने में भी यह उपयोगी है। यह सब इस कारण हो पाता है क्योंकि उत्सर्जित रेडियो तरंगों के रास्ते में आने वाले अवरोधो से प्रकाश तरंगें परावर्तित हो जाती हैं।

18-7 lapkj dh vko';drk ,oa egÙo

हमारे कई कार्य अन्य लोगों के विचारों उनकी अपेक्षाओं व कार्यों पर निर्भर करते हैं। यही बात औरों पर भी लागू होती है। तथापि बातचीत केवल शब्द द्वारा ही नहीं होती, चेहरे के हाव-भाव अथवा शारीरिक मुद्राएं भी संकेत देते हैं कि दिमाग में क्या चल रहा है। लेकिन साधारणतः ऐसा नहीं होता है; विचार मस्तिष्क में होते हैं और हम उन्हें पढ़ नहीं पाते हैं। क्या आपने ऐसा चेहरा देखा है जो उदास हो और मदद की गुहार कर रहा हो? शायद हाँ, और हो सकता है आपने ऐसे शख्स की मदद भी की हो परंतु जब तक आप बातचीत नहीं करते आपको यह पता नहीं चलता कि उसकी वास्तविक जरूरत क्या है। परस्पर वार्तालाप द्वारा ही हम एक-दूसरे के विचारों को जान पाते हैं और तदनुसार कार्य करते हैं। अतः संचार जीवन का एक महत्त्वपूर्ण हिस्सा है। अनपढ़ लोग, जो लिख-पढ़ नहीं सकते, उनके लिए तो ध्वनि (बातचीत) ही संचार का मुख्य हिस्सा होता है। कभी ध्वनि सीधे सुन ली जाती है तो कभी लाउडस्पीकर जैसे किसी उपकरण के माध्यम से और कभी बहुत दूर तक इसे पहुँचाने के लिए हम जटिल उपकरणों का उपयोग करते हैं।

18-7-1 fofHkUu izdkj dh lapkj i.kkfy;k vkj ;fDr;k

सामान्य बातचीत व छपाई के अलावा ध्वनि द्वारा संचार की कुछ सामान्य युक्तियाँ नीचे दी गई है –

1. माइक्रोफोन और स्पीकर
2. टेलीफोन
3. संचार में उपग्रह, कम्प्यूटर और इंटरनेट,
4. हैम (HAM)

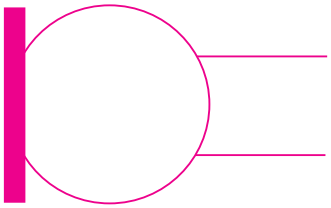
1- ekbØkQku vkj Lihdj

fØ;kdyki 18-4

गतिमान वायु के धक्कों को समझने के लिए एक मोमबत्ती, माचिस की डिबिया, एक पंखा और लाउडस्पीकर लीजिए। मोमबत्ती को जलाइए और उसे पंखें के नीचे ले जाइए। मोमबत्ती की लौ डगमगाने लगेगी या फिर यह बुझ जाएगी। गतिमान वायु में धकेलने का गुण होता है। अगर आप लाउड स्पीकर व मोमबत्ती के साथ यही प्रयोग दोहराएंगे तो आपको यही परिणाम प्राप्त होंगे। लौ के बुझने का कारण वायु का दबाव है। पहले प्रयोग में यह स्रोत पंखा था और दूसरे में लाउड स्पीकर। लाउडस्पीकर डायाफ्राम में होने वाले कम्पनों के कारण ध्वनि उत्पन्न करता है जो कि अपने सामने की वायु को धकेलते हैं और जिससे वायु में संपीडन और विरलन पैदा होते हैं।

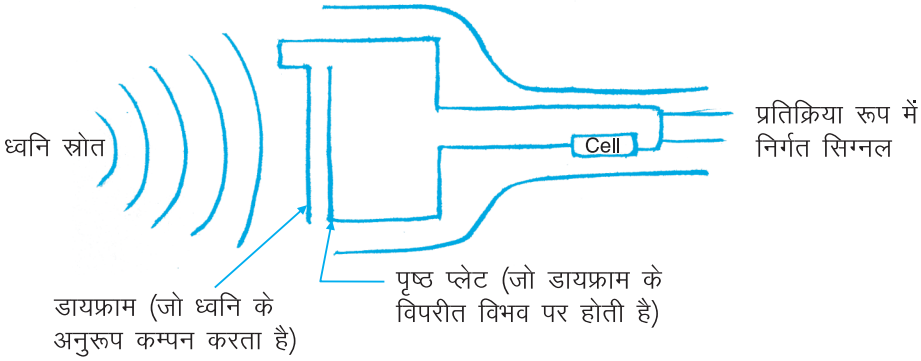
माइक्रोफोन और स्पीकर बहुत ही आम उपकरण हैं। आप न केवल इन्हें आम सभाओं और सम्मेलनों में देखते हैं, अपितु जब आप अपने टेलीफोन का उपयोग करते हैं तब भी आपका इन से सामना

होता है। माइक्रोफोन और स्पीकर का उपयोग एक दूसरे के विपरीत है। माइक्रोफोन ध्वनि को विद्युतसिग्नलों (वोल्टता) में बदलता है जबकि स्पीकर डायाफ्राम को गति देकर और वायु में कम्पन उत्पन्न कर के वोल्टता को ध्वनि में परिवर्तित करता है। मूलतः माइक्रोफोन में एक डायाफ्राम होता है जो ध्वनि दाब द्वारा धकेले जाने पर गति करता है। इस गति को समानुपातिक वोल्टताओं में अनेक प्रकार के ट्रांस्ड्यूसरों की मदद से बदला जा सकता है। यहाँ ट्रांस्ड्यूसर एक ऐसी युक्ति है जो विद्युत, यांत्रिक अथवा ध्वनि तरंगों को एक माध्यम से ग्रहण कर के उन्हें समान अथवा भिन्न माध्यम में सम्बद्ध तरंगों में रूपान्तरित करती है।



fp= 18-9% ekbØkQku dk l:dr fpgu

माइक्रोफोन कई प्रकारों के हो सकते हैं जैसेकि वैद्युत-स्थैतिक (संधनित्र सरल या RF वोल्टेज पर) पीजो विद्युत (क्रिस्टली या सिरेमिक) संपर्क प्रतिरोध (कार्बन) और चुम्बकीय (कुण्डली और रिबन)।



fp= **18.10 (a)** % एक संधारित्र माइक्रोफोन की संरचना

ऊपर दिया गया आरेख l:/kkfj= ekbØkQku को दर्शा रहा है। इसमें एक पतला डायाफ्राम होता है जिसकी मोटाई 1 से 10 माइक्रोमीटर तक होती है। एक माइक्रोमीटर, 1 मीटर का 10 लाखवाँ हिस्सा या 1 मिलीमीटर का एक हजारवाँ हिस्सा होता है। धातु या धातुचढ़ी प्लास्टिक की इस प्लेट के पास धातु की एक अन्य छिद्रित प्लेट लगी होती है। ये दोनों प्लेटें इलेक्ट्रोड की तरह कार्य करती हैं। इन्हें 60 V से 60 V डीसी वोल्टता देकर विपरीत ध्रुवता प्रदान की जाती है। संधारित्र की भाँति कार्य करने के लिए उन्हें परस्पर विद्युत-रोधी बनाया जाता है। जब ध्वनि तरंगें डायाफ्राम से टकराती हैं तो यह

fp= **18.10 (a)** % संधारित्र माइक्रोफोन

कम्पित होता है और संधारित्र की धारिता बदल जाती है। यह इसलिए होता है चूँकि धारिता वोल्टेज अंतर के अनुक्रमानुपाती परंतु दोनों प्लेटों के बीच की दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होती है। धारिता, माध्यम पर भी निर्भर करती है परंतु चूँकि यहाँ माध्यम समान है अतः इस मापदंड की अनदेखी की जा सकती है। धारिता और प्रतिरोध का चयन इस प्रकार किया जाता है कि वोल्टेज में परिवर्तन का तुरंत प्रभाव हमें श्रेणी-क्रम में लगे प्रतिरोध के सिरों के बीच की वोल्टता के रूप में तुरंत दिखाई दे जाता है। धारिता में होने वाला कोई भी परिवर्तन (अर्थात ध्वनि में होने वाला कोई भी अंतर) वोल्टता को परिवर्तित कर देता है। यह वोल्टता एक प्रवर्धक को दी जाती है। जब प्रवर्धित वोल्टता को स्पीकर की कुण्डली के सिरों के बीच लगाया जाता है तो इससे वापस वैसी ही ध्वनि पैदा होती है जैसी निवेशित की गई थी। स्पीकर की कार्यप्रणाली इससे उलट होती है। वहाँ विद्युत-विभव को स्पीकर की कुण्डली के सिरों के बीच लगाया जाता है और इसके परिवर्तन से डायाफ्राम कम्पन कर ध्वनि उत्पन्न करता है।

रिबन माइक्रोफोन में धातु का बना एक नालीदार रिबन चुम्बकीय क्षेत्र में लटका होता है। ध्वनि के कारण वह कम्पित होता है। इससे रिबन से होकर गुजरने वाले चुम्बकीय फ्लक्स में परिवर्तन आता है। परिणामस्वरूप इसमें एक विद्युत-धारा प्रवाहित होती है अैर इससे स्पीकर बजने लगता है। जब यह धारा डायाफ्राम से जुड़ी कुण्डली से प्रवाहित होती है तब डायाफ्राम कम्पित होकर ध्वनि पैदा करता है। नैनोप्रौद्योगिकी का उपयोग करके विकसित किए गए विशिष्ट पदार्थों का उपयोग ऐसी रिबन बनाने में किया जा रहा है जो कि हल्के होते हुए भी मजबूत हेाते हैं। हल्का होने के कारण ध्वनि के प्रति इनका व्यवहार सुधर जाता है। रिबन माइक्रोफोन मात्र दाब नहीं अपितु दाब ढाल (gradient) का संवेदन करता है इसलिए यह दोनों ओर से ध्वनि का संसूचन करता है।

ikBxr i'u 18-4

1. तीन ऐसे उपकरणों के उदाहरण दीजिए जिनमें माइक्रोफोनों अथवा स्पीकरों अथवा दोनों का एक साथ उपयोग किया जाता है।
2. संधारित्र माइक्रोफोन में लगे डायाफ्राम को यदि बहुत भारी बना दिया जाए तो क्या होगा?

(ii) VyhQku

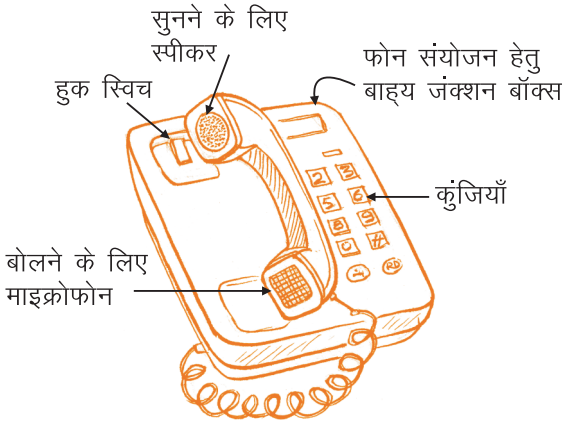
टेलीफोन के आविष्कार का श्रेय एलेक्जेंडर ग्राहम बेल को जाता है। टेलीफोन कई तरह के होते हैं, जैसे–हैंड सेट, मोबाइल फोन, सेटेलाइट फोन और इंटरनेट के माध्यम से (इंटरनेट टेलीफोनी)। टेलीफोन का बुनियादी कार्य आवाज का दोतरफा संचार है। कुछ समय से ऐसे टेलीफोन भी आने लगे हैं जिन में तस्वीरों के सम्प्रेषण की सुविधा भी होती है। टेलीफोन तार से जुड़े भी हो सकते हैं और बिना तारों के भी हो सकते हैं। तार-युक्त टेलिफोन का बुनियादी ढाँचा इस प्रकार होता हैः इसमें एक माइक्रोफोन और स्पीकर होता है। माइक्रोफोन हमारी ध्वनि को ग्रहण करके उसे तदनुरूपी विद्युत-संकेतों (signals) में बदलता है। इसी प्रकार की प्रक्रिया टेलीफोन के बोले जानेवाले

भाग में होती है। टेलीफोन के बुनियादी तौर से तीन मुख्य भाग होते हैं।

(i) रिसीवर को रखने के लिए बना टेलीफोन का भाग जिसमें रिसीवर को रखने व डायल के लिए हुक स्विच बना हो

(ii) एक ध्वनि ग्राही जिसमें माइक्रोफोन लगा होता है।

(iii) श्रवण यंत्र जिसमें कि स्पीकर (आमतौर पर 8 ओम स्पीकर) लगा होता है।



fp= **18.11 (a)** टेलीफोन का बुनियादी ढाँचा (वास्तविक फोन में इस तरह की व्यवस्था होती है कि बातचीत बाधित न हो)

फोन का रिसीवर हुक पर रखा होता है। जैसे ही रिसीवर को उठाया जाता है हुक ऊपर उठ जाते हैं, क्रेडिल के अन्दर एक परिपथ बन जाता है जिससे डायल रिंग बजाने वाला परिपथ पूरा हो। इससे सुनाई पड़नेवाली रिंग की ध्वनि में दो स्वरों (आवृत्तियों) के अन्दर एक का मिश्रण होता है। जब हमें डायल टोन सुनाई देती है तो हमें पता चलता है कि फोन का परिपथ (circuit) पूरा है और हम किसी को फोन मिला/सुन सकते हैं। यदि हमारे मिलाने पर वह नम्बर व्यस्त हो तो हमे अन्य स्वरों के मिश्रण से उत्पन्न ध्वनि सुनाई पड़ती है। समय के साथ-साथ टेलीफोन में अनेक बदलाव आए हैं, जिनमे शामिल हैं: (कम दूरी के लिए) तारविहीन फोन और मोबाइल फोन। परंतु यदि टेलीफोन के बुनियादी ढाँचे की बात की जाए तो वह तो अभी भी सभी में पहले जैसा ही है।

अब बटनों को दबा कर फोन मिलाया जाता है। हम रिसीवर के मुख भाग में बोलते हैं एवं श्रवण भाग से लगे स्पीकर से दूसरे व्यक्ति को सुनते हैं। बेसिक फोन में माइक्रोफोन और स्पीकर फोन के दोनों ओर होते हैं। इस तरह से जब हम फोन अपने चेहरे के पास लाते हैं तो स्पीकर हमारे कानों के ऊपर और माइक हमारे मुँह के समीप आता है। हमारी आवाज माउथपीस से नियंत्रित होती है इसमें माइक लगा होता है और माइक में एक डायाफ्राम होता हैं। पुराने टेलीफोनों में धातु की पत्तियों के बीच में कार्बन कणिकाओं (granules) को रखकर डायाफ्राम बनाया जाता था। इन फोनों में जब कोई बोलता था तो डायाफ्राम दबता था, उसी तरह से जैसे स्पीकर से ध्वनि उत्पन्न होने में होता है। इससे कार्बन कणिकाओं में भी संपीडन (दबाव) व विरलन (असंपीडन) अर्थात् उनका पास आना और दूर जाना होता है जिसमें इसकी विद्युत चालकता भी ज्यादा और कम होती है।

डायाफ्राम में दिष्ट धारा (DC) प्रवाहित की जाती है। इस धारा का स्रोत (कुछ mA) टेलीफोन एक्सचेंज विभाग में लगी एक बैटरी होती है और उसी से हमारे टेलीफोन में धारा आती है। डायाफ्राम की चालकता में परिवर्तन के कारण हमारे टेलीफोन में प्रवाहित होने वाली विद्युत-धारा

परिवर्तित होती है। धारा का यह परिवर्तन ध्वनि के दाब पर निर्भर करता है। अतः यह धारा ध्वनि के अनुरूप सिग्नल पैटर्न बनाती है जिन्हे प्रवर्धित करके केबल के द्वारा सम्प्रेषित किया जाता है। आजकल इलेक्ट्रॉनिक माइक्रोफोन का इस्तेमाल किया जाता है। प्रत्यावर्ती विद्युत धारा के रूप में यह सिग्नल हमारे घर के बाहर लगे संधि बॉक्स (junction box) तक कॉपर या एलुमिनियम के दो तारों द्वारा भेजे जाते हैं। इसी सन्धि बॉक्स में अन्य घरों के सिग्नल भी पहुँचते हैं। इन सभी तारों में वाक् सिग्नल (विद्युत सिग्नलों में रूपान्तरित ध्वनि सिग्नल) होते हैं जो सर्वनिष्ठ सहअक्षीय केबलों द्वारा टेलिफोन कम्पनी के एक्सचेंज को भेजे जाते हैं जिनमें ताँबे के तारों के कई युग्म समाहित रहते हैं। यहाँ से आगे इन्हें विभिन्न मार्गों पर धातु या प्रकाशिक तंतु केबलों द्वारा भेजा जाता है। आजकल उपग्रहों की सहायता से सूक्ष्म तरंगों द्वारा भी संकेतों को एक स्थान से दूसरे स्थान पर भेजा जाता है। विशेषकर अंतर्राष्ट्रीय दूरसंचार के लिए ऐसा किया जाता है। इसके अतिरिक्त हमारी आवाज को हमारे कानों तक पहुँचाने से बचाने के लिए माइक के परिपथ में एक दोहरी कुंडली लगी होती है। हमारे टेलीफोन में एक घंटी लगी होती है। जब हमें कोई फोन करता है तो यह घंटी बजती है जिससे पता चलता है कि हमें फोन उठाना है।

स्पीकर के द्वारा हम सुनने को नियंत्रित करते हैं। इसमें एक डायाफ्राम लगा होता है जिसके एक ओर एक स्थायी चुम्बक जबकि दूसरी ओर एक विद्युत-चुम्बक लगा होता है। विद्युत-चुम्बक एक नर्म लोहे का टुकड़ा होता है जिसके चारों ओर एक कुण्डली लिपटी होती है। सिग्नल (संकेत) इसी कुण्डली में आते और प्रवाहित होते हैं। इसके कारण यह लौह क्रोड चुम्बकित हो जाती है। इससे डायाफ्राम उसी तरह से कम्पन करने लगता है जिस तरह की धारा (अर्थात आवाज का पैटर्न बनाता हुई) इसमें प्रवाहित हो रही है। और परिणामस्वरूप वह ध्वनि उत्पन्न होती है जिसे हम सुनते हैं।

मोबाइल फोन के कारण सामान्य जीवन बहुत आसान हो गया है। मोबाइल फोन में भी बुनियादी कार्यप्रणाली तो वैसी ही होती है, पर इसमें ध्वनि केबल और तारों के द्वारा संचरित नहीं होती बल्कि यह ऐन्टिना, आधार टॉवरों, स्विचिंग स्टेशनों (यहाँ तक कि सेटेलाइटों) से होती हुई जाती है और अन्त में फिर ऐन्टिना द्वारा प्राप्त की जाती है। जब मोबाइल से नंबर को मिलाया जाता है तो मोबाइल के एन्टिना से (विद्युत-चुम्बकीय) क्षेत्र सभी और फैल जाता है। सिग्नल हमारे निकटस्थ सूक्ष्मतरंग टॉवर द्वारा ग्रहण किया जाता है और यहाँ से पास के स्विचन स्टेशन तक पहुँचाया जाता है। यह स्टेशन इसे पुनः सभी दिशाओं में संप्रेषित करता है। (इस समय इसे यह पता नहीं होता कि टारगेट मोबाइल कहाँ है) और इसका एक भाग अन्य स्थानों के मोबाइल ऐन्टिना के लिए उपलब्ध रहता है। जब लक्ष्य मोबाइल के निकट कोई ऐंटिना सिग्नल प्राप्त कर लेता है तो यह भी इसे पुनः संप्रेषित करता है जिसे लक्ष्य मोबाइल ग्रहण कर लेता है और इसमें घंटी बजने लगती है।

fp= 18.11 (b) मोबाइल

पक्के सबूत तो नहीं हैं परन्तु मोबाइल फोन के उपयोग से जुड़ी मस्तिष्क कैंसर जैसी संभावित स्वास्थ्य संबंधित खतरों की आशंकाएँ लोगों में हैं। मोबाइल फोन व्यवस्थाओं में सूक्ष्म तरंगों का

उपयोग होता है जो पानी द्वारा अवशोषित की जा सकती है। यह आशंका है कि चूँकि दिमाग में भी तरल (fluids) उपस्थित होते हैं सूक्ष्म तरंगों का बड़ा डोज मस्तिष्क को प्रभावित करेगा। बच्चों को खोपड़ी पतली होती है और इसमें तरल भी अधिक होता है। अतः इनमें सूक्ष्म तरंगों से प्रभावित होने की प्रवृत्ति अधिक हेाती है। प्रयोगों द्वारा ये साक्ष्य मिले हैं कि अधिक देर तक मोबाइल का उपयोग करने पर उसके निकटवर्ती शरीर के अंगों का तापमान बढ़ जाता है।

अंतर्राष्ट्रीय कैंसर अनुसंधान एजेंसी द्वारा विश्व स्वास्थ्य संगठन के सहयोग से किया गया एक अध्ययन रेडियो आवृत्ति विद्युत-चुम्बकीय क्षेत्र को ऐसे कारकों के समूह B में रखता है जो मानवों में कैंसर के संभावित कारण हो सकते हैं। अतः यह सलाह दी जाती है कि मोबाइल को सिर के ज्यादा पास नहीं रखना चाहिए। मोबाइल का उपयोग कम से कम समय के लिए किया जाना चाहिए। खासतौर पर एक साथ देर तक उपयोग न किया जाए और इसे एक ही कान के पास नहीं रखा जाए। देर तक बात करनी हो तो इयरफोन (earphones) का उपयोग आवश्यक हो जाता है।

(iii) lapkj esa mixzgksa] dEI;Vjksa vkSj bVjuV dk mi;ksx

(a) **mixzg%** ग्रहों के चारों ओर चक्कर लगाने वाले पिण्ड उपग्रह कहलाते हैं। सौरमण्डल में बुध ग्रह को छोड़ सभी ग्रहों के प्राकृतिक उपग्रह हैं। चन्द्रमा हमारी पृथ्वी का उपग्रह है। परंतु हमारे पास कई देशों द्वारा छोड़े गए और पृथ्वी की कक्षा में स्थापित किए गए कृत्रिम उपग्रह भी हैं। शायद कभी आपने सूर्यास्त के तुरंत बाद क्षितिज के पास कुछ सूक्ष्म प्रकाश के बिन्दु जैसे आकाश में पास चक्कर लगाते देखे होंगे। ये इतनी तेज गति करते हैं कि तारे नहीं हो सकते। ये कृत्रिम उपग्रह हैं जो सूर्य के क्षितिज से नीचे चले जाने के कारण उसके प्रकाश को विकीर्णित करके चमकते हुए दिखाई देते हैं। पहला कृत्रिम उपग्रह स्पुतनिक-1, तत्कालीन सोवियत संघ (USSR) द्वारा 4 अक्टूबर 1957 को छोड़ा गया था। यह अपने साथ रेडियो ट्रांसमीटर लेकर गया था।

अमेरिका के द्वारा 1958 में क्रमिक संचार के लिए छोड़ा गया पहला उपग्रह 'प्रोजेक्ट स्कोर' था। भारत ने पहला कृत्रिम उपग्रह ''आर्यभट'' USSR की प्रमोचन सुविधा का उपयोग करके 19 अप्रैल 1975 को छोड़ा था। उसके बाद 17 जून, 1979 को भास्कर-1 छोड़ा गया। स्वदेशी प्रक्षेपण यान SLV-3 का विकास कर लेने के बाद 18 जुलाई 1980 को 4 चरण वाले SLV-3 का उपयोग करके 35 kg का रोहिणी-I उपग्रह प्रमोचित किया गया और इसके बाद रोहिणी क्रम के ही दो और उपग्रह अन्तरिक्ष में भेजे गए। इसके बाद APPLE (Assianne Passenge Pay Load Experiment) और फिर अन्य कई उपग्रह जैसे भास्कर-II और INSAT (Indian National Statellite) श्रृंखला के छोड़े गए जिनका उपयोग संचार तथा T.V. एवं रेडियो प्रसारण के लिए किया गया। सन् 1988 में IRS श्रृंखला का प्रथम उपग्रह महत्वपूर्ण सुदूर संवेदन कार्यों और उसके अनुप्रयोगों को ध्यान में रख कर छोड़ा गया।

अंतरिक्ष में हमारे उपग्रह होना हमें विश्व में अग्रणी बनाता है। धरातल पर रहते हुए पृथ्वी के अनेक पहलुओं को देख पाने की हमारी सीमा होती है। दूर से पृथ्वी को देखने के अपने फायदे हैं। यदि हम पर्याप्त दूरी से देख पाएं तो हमें लगभग आधे ग्रह को देख पाने का मौका मिलता है। अंतरिक्ष में घूमते उपग्रहों की सहायता से हम विद्युत-चुम्बकीय संकेतों को ग्लोब के दूसरी

तरफ भी भेज सकते हैं। अतः कृत्रिम उपग्रह किसी भी देश के बुनियादी ढाँचे के विकास में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। वे संचार, अंतरिक्ष अनुसंधान, प्राकृतिक संसाधनों, जैसे पृथ्वी पर विद्यमान खनिजों के सर्वेक्षण, बादलों के गमन की दिशा सहित मौसम के पूर्वानुमान, नदियों के पथ के बदलावों, प्राकृतिक आपदा (बाढ़, चक्रवात, सुनामी आदि) में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

शिक्षा के बढ़ावे के लिए संचार महत्त्वपूर्ण है। आर्थर सी. क्लार्क ने 40वें दशक के मध्य के आस-पास यह विचार दिया था कि उपग्रह को संचार के लिए उपयोग में लाया जा सकता है। इसी कारण से भूस्थैतिक कक्षा (अथवा भूसमकालिक) कक्षा को क्लार्क कक्षा भी कहा जाता है। क्लार्क का नाम विज्ञान के महानतम विज्ञान कथाकारों में लिया जाता है।

पृथ्वी के किसी भी भाग से भेजी गई विद्युत-चुम्बकीय तरंगें पृथ्वी के सभी भागों तक नहीं पहुँचाई जा सकतीं। अगर नीचे की ओर भेजी जाएँ तो पृथ्वी की वक्रता के कारण वे काफी कम दूरी तक ही पहुँच पाएंगी। अगर उन्हें ऊपर की तरफ संप्रेषित किया जाए तो यह सीधे चलकर आयन मण्डल, जो अन्तरिक्ष में पृथ्वी से 50 km और उससे अधिक ऊँचाई पर एक आयनित परत है, टकराएगी और फिर वहाँ से परावर्तित होकर पृथ्वी पर स्रोत से दूर कहीं प्राप्त होंगी। इस प्रकार इन दोनों के बीच एक बड़ा क्षेत्रफल ऐसा होगा जहाँ सिग्नल नहीं पहुँच पाते। इसे अदीप्त क्षेत्र कहते हैं। आयनमण्डल के अतिरिक्त संकेतों के प्रसारण के लिए हम उपग्रह का उपयोग भी कर सकते हैं। परन्तु इसके लिए हमें एक से अधिक (कृत्रिम) उपग्रहों का उपयोग करना होगा जो भूमि से भेजे गए सिग्नलों को ग्रहण कर उन्हें विभिन्न दिशाओं में पुनः प्रेषित करेंगे। इसलिए यह सोचा गया कि अनेक उपग्रह मिलकर पूरी पृथ्वी के लिए संचार सुसाध्य कर सकेंगे। किसी उपग्रह (सेटेलाइट) की स्थिति और कक्षा परम महत्त्व की होती हैं। उपग्रह को रॉकेट का उपयोग करके प्रमोचित किया जाता है, उसे उपयुक्त कक्षा तक ऊपर उठा कर सही दिशा में उचित संवेग और ऊर्जा दी जाती है ताकि यह गतिमान रह सके। कोई उपग्रह भूस्थैतिक हो सकता है जो पृथ्वी के सापेक्ष स्थिर रहता है। भूस्थैतिक कक्षा में कोई उपग्रह पृथ्वी की कोणीय गति के समान गति से पृथ्वी की घूर्णन गति की दिशा में पृथ्वी के साथ गति करता है। इस प्रकार एक भूस्थैतिक उपग्रह की परिक्रमण गति, पृथ्वी की घूर्णन गति के बराबर होती है जो कि 24 घंटे है। पृथ्वी से देखने पर यह एक निश्चित स्थान के ऊपर स्थिर प्रतीत होता है। यह काफी लम्बे समय तक पृथ्वी की एक ही स्थिति के ऊपर बना रहता है, उस स्थान पर होने वाले परिवर्तनों को मॉनिटर करता है और भू स्टेशनों तक आंकड़े प्रेषित करता है। अतः सिग्नल प्राप्त करने के लिए किसी को उपग्रह की ओर ऐन्टिना को निर्देशित करके गतिशील उपग्रह को ट्रैक नहीं करते रहना पड़ता। तब सीधे टीवी प्रसारण के लिए पृथ्वी (जमीन) पर बहुत महंगे उपकरणों की आवश्यकता होती। इसका अर्थ है बड़ी बचत, क्योंकि इससे अनेक ऐन्टेना लगाने की आवश्यकता नहीं रह जाती। 36,000 km की ऊँचाई पर एक उपग्रह स्थापित करने एक अतिरिक्त लाभ यह है कि इससे ऊर्जा की बचत होती है क्योंकि यह ठीक पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र में रहता है हालाँकि इसका प्रमोचन निम्न कक्षा वाले सेटेलाइट की तुलना में महँगा होता है। निम्न कक्षावाले उपग्रह लगभग 400 km की ऊँचाई पर स्थापित किए जा सकते हैं। परन्तु निम्नकक्षीय होने के कारण ये जमीन का केवल कुछ हिस्सा ही देख पाते हैं। ध्रुवीय उपग्रह वे होते हैं जो ध्रुवों के ऊपर से होकर गति करते हैं। सुदूरसंवेदी उपग्रह (रिमोट सेन्सिंग सेटेलाइट) भूस्थैतिक उपग्रहों (जो कि पृथ्वी

से 36,000 km की ऊँचाई पर होते हैं) की अपेक्षा कम ऊँचाई (1000 km से कम ऊँचाई) पर स्थापित किए जाते हैं। सुदूरसंवेदी उपग्रह इस प्रकार स्थापित किए जाने चाहिएं कि वे प्रातः 10 बजे से दोपहर बाद 2 बजे के बीच प्रेक्षण लें ताकि भूमि उस समय लगभग ऊर्ध्वाधरतः आते प्रकाश से दीप्त रहे और चित्र अधिक स्पष्ट आएँ।

भूस्थैतिक (तुल्यकालिक) उपग्रह भारत जैसे निम्न अक्षांशों पर स्थित देशों के लिए उपयोगी होता है। उपग्रह को लगभग 36,000 km ऊँचाई पर स्थापित किया जाता है यह विषुवतीय तल में पृथ्वी के चारों ओर घूमता है और 24 घंटे में इसकी एक परिक्रमा पूरी करता है। चूँकि पृथ्वी भी अपना एक घूर्णन 24 घंटे में पूरा करती है यह उपग्रह हमेशा पृथ्वी के एक स्थान के ऊपर बना रहता है। इस अक्षांश से यह पृथ्वी के लगभग एक तिहाई भाग को देख पाता है। जमीन से उपग्रह तक सिग्नल कुछ निश्चित आवृत्ति की सूक्ष्मतरंगों (माइक्रोवेव्स) के रूप में भेजे जाते हैं और उपग्रह इन सिग्नलों को पृथ्वी के अन्य भू-भागों पर भिन्न आवृत्ति, जो अभी भी माइक्रोवेव परिसर में ही होती है, पर पुनः प्रेषित करता है। माइक्रोवेव की तरंगदैर्ध्य एक मीटर के 10 लाखवें भाग की कोटि की होती है। पृथ्वी पर लगे अत्यन्त उच्च दिशाग्राही ऐन्टीना इन सूक्ष्मतरंगों को ग्रहण करते हैं। इस प्रकार उपग्रह पृथ्वी पर दूरस्थ स्थानों तक, यहाँ तक कि ग्लोब के दूसरी ओर भी टीवी व रेडियो तरंगों को भेजना संभव बनाता है।

d{kh; f=T;k	fd-eh-
निम्न भू-कक्षा (LEO)	160-1,400
मध्यम भू-कक्षा (MEO)	10-15,000
तुल्यकालिक भू-कक्षा (GEO)	36,000

fp= **18.12:** एक उपग्रह निम्न भू (LEO), तुल्यकालिक (GEO) या ऐसी किसी कक्षा के ऊपर से घूर्णन करता है। LEO प्रत्येक परिक्रमा में ध्रुवों के ऊपर से गुजरता है और पृथ्वी का मानचित्रण करने के काम आता है। यह मौसम के अध्ययन में भी उपयोगी है, क्योंकि यह बादलों आदि को प्रत्येक दिन एक ही समय देख पाने के अवसर मुहैया करवाता है। GEO और LEO उपग्रह पृथ्वी पर एक नियत स्थान का मॉनीटरन करते हैं।

(b) dEI;Vj vkj bVjusV

आजकल कम्प्यूटर दैनिक जीवन में अपरिहार्य हो गए हैं। प्रकाशन उद्योग, घरों के डिजाइन बनाने कारों और पोशाकों के संचालन और नियंत्रण, कम्प्यूटरीकृत मशीनों में विमानों के यातायात नियंत्रण और सरल तथा जटिल वैज्ञानिक उपकरणों में कम्प्यूटर महत्त्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं। हमारे घरों में भी अधिकतर उपकरण, चाहे वे टेलीविजन हो, स्वचालित वाशिंग मशीन हों, या माइक्रोवेव ओवन, इन सभी में कम्प्यूटर के अनुप्रयोग देखने को मिलते हैं। इसके अलावा इससे संचार के क्षेत्र में भी क्रांति आ गई है। आज वायुयानों, जलयानों और यहाँ तक कि बड़ी-बड़ी नौकाओं तक भी संचार के लिए कम्प्यूटरों का उपयोग किया जा रहा है और इनके माध्यम से पैसे के लेन-देन तथा वित्तीय प्रक्रमणों और रख-रखाव को उसी प्रकार नियंत्रित किया जाता है जैसे एटीएम

(Automated teller machine) और बैंकों में किया जाता है। इंटरनेट के अनुप्रयोग के रूप में कम्प्यूटर संचार की एक बहुत मजबूत कड़ी के रूप में उभर कर आया है। ई-मेल का उपयोग कर हम संदेश भेज सकते हैं, सीधे चैट (जैसे कि तुरंत संदेश भेज पाना व प्राप्त करना) कर सकते हैं और तत्काल बातचीत तक की जा सकती है जिससे संचार के क्षेत्र में क्रांति आ गई है। पहले विदेशों तक संदेश भेजने और प्राप्त करने में हफ्तों लगते थे। आजकल यह चंद सेकंडों का काम है। यह वाकई ज्ञान के प्रसार और वृद्धि में सहायक है।

(iv) हैम – यह शब्द (पद) अंग्रेजी भाषा से नहीं है। यह उन तीन व्यक्तियों के नामों के प्रथम अक्षर हैं जिन्होंने दोतरफा वायरलैस संचार की शुरूआत की थी। ये थे Hyman, Bob Alby और Poogie Murry । यह 1908 की बात है जब इन्होंने एक शौकिया रेडियो क्लब की शुरुआत की थी जो विश्व स्तर पर अब शौकिया लोगों का समूह बन गया है। आज भी जब मोबाइल फोन का चलन इतना आम हो गया है। आपातकालीन स्थिति में जब संचार के सभी माध्यम विफल हो जाते हैं तब हैम ही संचार के लिए उपलब्ध रहता है। हैम में रेडियो तरंगों का उपयोग होता है। रेडियो तरंगें लगभग 10 cm से 10 km परास की (चित्र 18.3 देखें) विद्युत-चुम्बकीय तरंगें हैं। अतः ये लगभग 3 लाख किलोमीटर प्रति सेकण्ड के वेग से (निर्वात में) गति करती हैं। ध्वनि को विद्युत-चुम्बकीय संदेशो में बदलकर एंटीना की मदद से सम्प्रेषित किया जाता है। इन विद्युत-चुम्बकीय ध्वनि संकेतों को ग्राही ग्रहण करके पुनः ध्वनि में परिवर्तित कर देता है।

ikBxr i'u 18-5

1. उपग्रहों के कुछ उपयोगों को सूचिबद्ध कीजिए।
2. अगर कैमरों से सुसज्जित कोई उपग्रह धरातल के ऊपर एक निश्चित ऊँचाई पर बना रहता है जबकि पृथ्वी अपने अक्ष पर घूर्णन और अपनी कक्षा में परिक्रमण करती रहे तो इसके क्या संभावित उपयोग हो सकते हैं?
3. निम्न भू-कक्षा, भूस्थैतिकी (geostationary) और ध्रुवीय (polar) उपग्रहों को पृथ्वी से ऊँचाई के घटते क्रम में लगाइए (सबसे दूर वाला सबसे पहले)।
4. संचार में अनुप्रयोग हेतु किस प्रकार के उपग्रह को प्राथमिकता दी जाती है?

vkiu D;k lh[kk

- ध्वनि कम्पनों के कारण उत्पन्न होती है और संचरण के लिए इसे माध्यम की आवश्यकता होती है। वह माध्यम गैस (जैसे वायु), ठोस अथवा द्रव हो सकता है। यह ठोसों में सबसे तेज, फिर द्रव में और गैसों में सबसे धीमे संचरित होती है।
- विद्युत-चुम्बकीय विकिरण भी तरंग रूप होते हैं पर यह निर्वात में भी संचरण कर सकते हैं।

- ध्वनि हो या विद्युत चुम्बकीय, तरंगों में आवर्त्त गति होती है, अर्थात ऐसी गति जिसकी निश्चित समय में पुनरावृत्ति होती है।
- किसी तरंग का वर्णन उसके तरंगदैर्ध्य, आवृत्ति, और आयाम के द्वारा किया जाता है। तरंग का वेग, उसके तरंगदैर्ध्य और आवृत्ति के गुणनफल के बराबर होता है।
- शोर यादृच्छिक होता है जबकि संगीत आवर्ती होता है; संगीत को सुनने में आनन्द आता है पर यह वैयक्तिक भी होता है। लगातार शोर यहाँ तक कि संगीत की भी अत्यधिक तीव्रता हमें नुकसान पहुँचाती है।
- तबले, बाँसुरी और सितार जैसे वाद्ययंत्रों की कार्यप्रणाली को पटलों, तारों और वायु स्तम्भों के कम्पनों के द्वारा समझा जा सकता है।
- साउन्ड नेवगिेशन एण्ड रेंजिंग (SONAR) और रेडियो डिटेक्शन एक रेंजिंग (RADAR) ऐसी दो तकनीके हैं जिनके कई अनुप्रयोग हैं। इनमें क्रमशः ध्वनि और विद्युत-चुम्बकीय तरंगों का उपयोग होता है। पानी में रेडार की तुलना में सोनार ज्यादा उपयोगी होता है क्योंकि विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की ऊर्जा का क्षय पानी में बहुत तेजी से होता है।
- माइक्रोफोन, स्पीकर, टेलीफोन, सैटेलाइट (उपग्रह), HAM, कम्प्यूटर और इंटरनेट ने संचार के क्षेत्र में क्रांति ला दी है। ये सभी सम्प्रेषण स्थल पर ध्वनि तरंगों एवं लिखित सामग्री को विद्युत-चुम्बकीय तरंगों में बदल कर संचरित करते हैं तथा प्राप्ति स्थल पर उन्हें पुनः ध्वनि एवं लिखित तरीके में परिवर्तित कर लिया जाता है।
- माइक्रोफोन ध्वनि को विद्युत-सिग्नल में परिवर्तित करता है जबकि स्पीकर पुनः इसे ध्वनि में परिवर्तित कर देता है। माइक्रोफोन कई तरह के हो सकते हैं जैसे संधारित्र, पिजो विद्युत, सम्पर्क और चुम्बकीय माइक्रोफोन ।
- ध्वनि प्रदूषण के गंभीर दुष्प्रभाव हैं इसलिए शोर को कम रखने के प्रयास किए जाने चाहिएं। इसी तरह अधिक समय तक मोबाइल का उपयोग करने से गंभीर बीमारी और शारीरिक नुकसान होने का खतरा है।

ikBkr i'u

1. रिक्त स्थान को भरिए–
   (i) प्रकाश एवं ध्वनि के बीच, ध्वनि प्रकाश की अपेक्षा ..... गति से संचरण करती है।
   (ii) जब बिजली कड़कती है तो पहले हमें ..... देती है फिर ..... सुनाई पड़ती है।
   (iii) सोनार में.....तरंगों का जबकि रडार मे ..... तरंगों का उपयोग किया जाता है।
   (iv) माइक्रोफोन ध्वनि को ..... में जबकि स्पीकर विद्युत-सिग्नल को ..... संकेतों में परिवर्तित करता है।

2- oLrfu"B i'u

(i) किस उपग्रह द्वारा हम पृथ्वी के विस्तृत भाग को देख पाते हैं?

(a) निम्न भू-कक्षा उपग्रह द्वारा (b) उच्च भू-कक्षा उपग्रह द्वारा

(c) मध्यम भू-कक्षा उपग्रह द्वारा

(ii) भारत द्वारा छोड़ा गया प्रथम उपग्रह था

(a) IRS (b) आर्यभट

(c) रोहिणी (d) INSAT

(iii) समान वेग के लिए, अधिक आवृत्ति वाली तरंग से मतलब (अर्थ) है –

(a) उच्च तरंगदैर्ध्य (b) निम्न तरंगदैर्ध्य

(c) समान तरंगदैर्ध्य

(iv) ध्वनि सबसे अधिक वेग से चलती है

(a) ठोस में (b) द्रव में

(c) गैस में

(v) रेडार के लिए सर्वाधिक उपयुक्त माध्यम होगा

(a) गैस (b) द्रव

(c) ठोस

3. चाँद पर हम एक-दूसरे की आवाज क्यों नहीं सुन पाते?
4. दो प्रयोगों का वर्णन कर बताइए कि ध्वनि के साथ कम्पन जुड़ा होता है।
5. वेग, तरंगदैर्ध्य और आवृत्ति के बीच क्या सहसंबंध है? बताइए।
6. ध्वनि तरंगों एवं सूक्ष्म तरंगों के बीच तीन अंतर बताइए।
7. अनुप्रस्थ एवं अनुदैर्ध्य ध्वनि तरंगों के बीच क्या अंतर हैं?
8. ध्वनि किसमें तेज संचरण करती है, ठोस में अथवा वायु में?
9. शोरगुल और संगीत में बुनियादी फर्क क्या है?
10. जब आप स्नानघर में गाते हैं जो हमारी आवाज ज्यादा सुरीली क्यों मालूम पड़ती है?
11. सक्रिय सोनार अक्रिय सोनार से किस प्रकर भिन्न होता है?
12. सोनार व रेडार की तुलनात्मक उपयोगिता क्या है? पानी में सोनार का उपयोग बेहतर क्यों है?
13. सोनार कैसे वस्तु की दूरी के अनुमान लगाने में मदद करता है?

ikBxr i'uksa ds mÙkj

18-1

1. 100 हर्ट्ज आवृत्ति की तरंग में शृंग दूर-दूर होंगे क्योंकि उसकी तरंगदैर्ध्य ज्यादा होगी। ध्वनि तरंगों के लिए वेग 'v' तरंगदैर्ध्य 'λ' और आवृत्ति 'ν' के गुणनफल के बराबर होता है। ($v = n \times \lambda$ अथवा $v/n = \lambda$) और इसलिए तरंगदैर्ध्य ओर आवृत्ति आपस में व्युत्क्रमानुपाती होते हैं। समान वेग के लिए, कम आवृत्ति वाली तरंग ज्यादा तरंगदैर्ध्य की होगी। इसलिए 500 Hz की तरंग की तुलना में 100 Hz वाली तरंग के लिए तरंगदैर्ध्य अधिक होगी और शृंग दूर-दूर होंगे।

2. तरंगदैर्ध्य = 0.33 मीटर

3. लगभग 20 Hz से 20 K Hz तक

18-2

1. तरंग ऊर्जा को स्थानान्तरित करती है। अगर पदार्थ अपनी जगह बदलता भी है तो यह अस्थायी होता है तथा व पुनः अपनी प्रारंभिक अवस्था को प्राप्त कर लेता है जैसा कि पानी की लहरों में होता है।

2. यांत्रिक तरंगों को गमन के लिए द्रव्यात्मक माध्यम की आवश्यकता होती है। विद्युत-चुम्बकीय तरंगें माध्यम में भी चल सकती हैं और निर्वात में भी, परन्तु माध्यम में विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की ऊर्जा तेजी से क्षयित होती है जबकि ध्वनि, जो यांत्रिक तरंग है, गैसों से द्रवों में और द्रवों से ठोसों में अधिक वेग से गति करती है और इसमें उतनी ऊर्जा का क्षय नहीं होता। विद्युत-चुम्बकीय तरंगों का वेग (लगभग 3 लाख किलोमीटर प्रति सेंकड) भी ध्वनि से बहुत अधिक होता है।

3. अनुप्रस्थ तरंग में माध्यम के कण तरंग गति की लम्बवत् दिशा में कम्पन करते हैं जबकि अनुदैर्ध्य तरंग में माध्यम के कण तरंग गति के अनुदिश कम्पन करते हैं।

4. जी हाँ, ध्वनि तरंगें ठोसों में चल सकती हैं।

18-3

1. ध्वनि के स्तर का मात्रक डेसीबल है। यह बेल (bel) का दसवाँ हिस्सा होता है। दरअसल, डेसीबल एक तुलनात्मक मात्रक है। इसके लिए निर्देशक निम्नतर स्तर पर वह सबसे कम तीव्रता की ध्वनि है जिसे हम बस सुन ही पाते हैं। अतः हम सामान्यतः ध्वनि के स्तर का उल्लेख डेसीबल में करते हैं।

2. बांसुरी एक प्रकार का आर्गन पाइप है जिसमें वायु-स्तम्भ कम्पन करते हैं। वायुस्तम्भ की लम्बाई अधिक होने से इसमें उत्पन्न कम्पनों का तरंगदैर्ध्य अधिक होगा और इसलिए आवृत्ति

कम होगी। बांसुरी के पार्श्व में छिद्र इसलिए बनाए जाते हैं ताकि उनको बंद करके कम्पनशील वायुस्तंभ की लम्बाई को बदला जा सके।

18-4

1. टेलीफोन के बोलनेवाले भाग में माइक्रोफोन लगा होता है। इसके दूसरे सिरे पर एक स्पीकर भी लगा होता है। रेडियो व टेलीविजन में भी स्पीकर लगा होता है। सिग्नल की वोल्टता के अनुरूप स्पीकर के डायाफ्राम को कम्पन करा कर उन्हें वायु में ध्वनि तरंगों में रूपांतरित कर लिया जाता है। अगर हम टेलिफोन, रेडियो और टेलिविजन को निर्वात में बजाएँ/चलाएँ तो हमें कोई आवाज नहीं सुनाई देगी।

2. एक संघनित्र माइक्रोफोन में अगर डायाफ्राम बहुत भारी बनाया जाए तो डायाफ्राम का जड़त्व अधिक होगा। इसका अर्थ यह हुआ कि डायाफ्राम का गति करना कठिन हो जाएगा। अतः इसकी गति को इतना नहीं बढ़ाया जा सकेगा कि उच्च आवृत्ति की ध्वनि पुनः प्राप्त की जा सके।

18-5

1. कृत्रिम उपग्रहों का उपयोग संचार, पृथ्वी के मानचित्रण, भौगोलिक घटकों का अध्ययन करने और खगोल विज्ञान में किया जाता है।

2. अगर उपग्रह स्थिर है और पृथ्वी अपनी गति करती रहे तो उपग्रह द्वारा दिए जानेवाले दृश्य बदलते रहेंगे। अतः उपग्रह की स्थिति बदले बगैर उपग्रह पर लगे कैमरे द्वारा पृथ्वी के सम्पूर्ण क्षेत्र को देखा जा सकता है।

3. भूस्थैतिकी, ध्रवीय और निम्न भू-कक्षा उपग्रह। इनमं से भूस्थैतिकी उपग्रह की ऊँचाई लगभग 36000 km होती है। ध्रुवीय उपग्रह उससे नीचे और निम्न भू-कक्षा उपग्रह सबसे नीचे (16-1400 km) होते हैं।

4. भूस्थैतिकी उपग्रहों को संचार अनुप्रयोगो के लिए प्राथमिकता दी जाती है। यह इसलिए क्योंकि पृथ्वी से ये उपग्रह एक ही स्थान पर स्थिर दिखाई पड़ते हैं। अतः यदि एन्टीना को इनकी दिशा में एक बार व्यवस्थित कर दिया जाए तो हमें बार-बार उसे व्यवस्थित करने की आवश्यकता नहीं पड़ेगी।