অধ্যায়-12

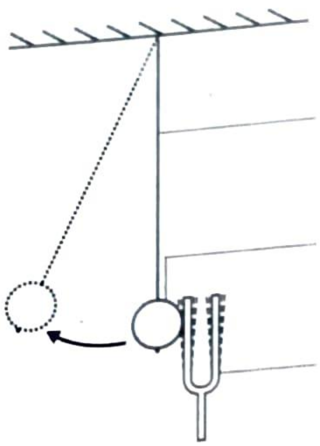
শব্দ
SOUND

আমি সদায় বিভিন্ন উৎস, যেনে মানুহ, চৰাই-চিৰিকতি, ঘণ্টা, যন্ত্র-পাতি, যান-বাহন, দুৰদৰ্শন, ৰেডিঅ' ইত্যাদিৰ পৰা উৎপন্ন শব্দ শুনা পাওঁ। শব্দ হৈছে এবিধ শক্তি যিয়ে আমাৰ কাণত শ্ৰৱণৰ অনুভূতি জগায়। অৱশ্যে যান্ত্ৰিক শক্তি, তাপ শক্তি, পোহৰ শক্তি আদিকে ধৰি আন প্ৰকাৰৰো শক্তি আছে। পূৰ্বৰ অধ্যায়বোৰত আমি যান্ত্ৰিক শক্তিৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিছিলো। তোমালোকক শক্তিৰ সংৰক্ষণৰ বিষয়েও শিকোৱা হৈছিল। এই সংৰক্ষণ সূত্ৰ অনুসৰি শক্তিৰ সৃষ্টি বা বিনাশ হ'ব নোৱাৰে। আমি শক্তিক এটা প্ৰকাৰৰ পৰা আন এটালৈ ৰূপান্তৰহে কৰিব পাৰো। হাত চাপৰি মাৰিলে শব্দৰ সৃষ্টি হয়। নিজৰ শক্তি ব্যৱহাৰ নকৰাকৈ শব্দ উৎপন্ন কৰিব পাৰিবানে? শব্দৰ সৃষ্টিৰ বাবে কেনে প্ৰকাৰৰ শক্তি ব্যৱহাৰ কৰিছিলা? এই অধ্যায়ত আমি শব্দৰ উৎপত্তি, মাধ্যমৰ মাজেৰে ইয়াৰ সঞ্চালন আৰু শ্ৰৱনেন্দ্ৰিয়ৰ দ্বাৰা ইয়াৰ সংগ্ৰাহৰ বিষয়ে শিকিম।

12.1 শব্দৰ উৎপত্তি (Production of Sound)

কাৰ্যকলাপ.................................12.1

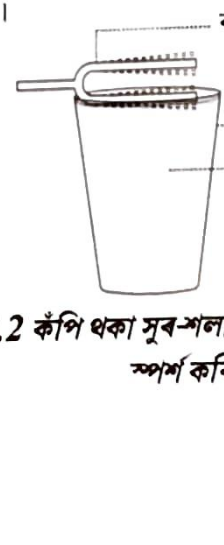
- সুৰ-শলাকা (tuning fork) এডালৰ বাহু ৰবৰৰ পেডত কোবাই তাত কম্পনৰ সৃষ্টি কৰা। কঁপি থকা সুৰ-শলাকাডাল কাণৰ ওচৰলৈ নিয়া।
- কিবা শব্দ শুনিলানে?
- কঁপি থকা সুৰ-শলাকাডালৰ যিকোনো এটা বাহু আঙুলিৰে স্পৰ্শ কৰা আৰু অভিজ্ঞতাটো বন্ধু-বান্ধৱৰ সৈতে আলোচনা কৰা।
- টেবুল টেনিছ বল বা সৰু প্লাষ্টিক বল এটা কোনো আলম্বৰ পৰা সুতাৰে ওলোমোৱা। (ডাঙৰ বেজী এটা আৰু সূতা অলপ যোগাৰ কৰা। সূতাৰ এমূৰে গাঠি এটা দিয়া। তাৰ পিছত বেজীৰ সহায়ত সূতাডাল বলটোৰ মাজেৰে পাৰ কৰি দিয়া)। কঁপি থকা সুৰ-শলাকাডালেৰে লাহেকৈ বলটো স্পৰ্শ কৰা।
- কি ঘটিল লক্ষ্য কৰা আৰু তোমাৰ বন্ধু-বান্ধৱৰ সৈতে আলোচনা কৰা।



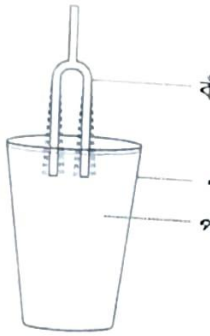
চিত্ৰ : 12.1 কঁপি থকা সুৰ-শলাকাই ওলোমাই থোৱা টেবুল-টেনিছ বলটো স্পৰ্শ কৰিছে।

কাৰ্যকলাপ.................................12.2

- বিকাৰ বা গিলাছ এটা সম্পূৰ্ণকৈ পানীৰে পূৰ্ণ কৰা। কঁপি থকা সুৰ-শলাকা এডালৰ বাহু এটাৰে 12.2 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে লাহেকৈ পানীৰ পৃষ্ঠখন স্পৰ্শ কৰা।
- তাৰ পিছত 12.3 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে কঁপি থকা সুৰ-শলাকাডালৰ বাহু দুটা পানীত ডুবাই দিয়া।
- দুয়োটা ক্ষেত্ৰত কি ঘটিল মন কৰা।
- এনে ঘটনাৰ কাৰণ সম্পৰ্কে বন্ধু-বান্ধৱৰ সৈতে আলোচনা কৰা।



চিত্ৰ : 12.2 কঁপি থকা সুৰ-শলাকাৰ বাহু এটাই পানীৰ পৃষ্ঠ স্পৰ্শ কৰিছে।



চিত্ৰ ঃ ***12.3*** *কঁপি থকা সুৰ-শলাকাৰ দুয়োটা বাহু পানীত ডুবাই দিয়া হৈছে*

ওপৰৰ ক্ৰিয়াকলাপ দুটাৰ পৰা তুমি কি সিদ্ধান্তত উপনীত হ'লা? কঁপি থকা বস্তু অবিহনে শব্দৰ সৃষ্টি কৰিব পাৰিবানে?

ওপৰৰ ক্ৰিয়াকলাপ দুটাত আমি সুৰ-শলাকা এডালক আঘাত কৰি শব্দৰ সৃষ্টি কৰিছিলো। আমি বিভিন্ন বস্তু টানি, আচুঁৰি, ঘঁহি, ফু মাৰি বা জোকাৰিও শব্দৰ সৃষ্টি কৰিব পাৰোঁ। ওপৰৰ ক্ৰিয়াকলাপত বস্তু কেইটাত আমি কি কৰিছিলোঁ? আমি বস্তুকেইটাত কম্পন সৃষ্টি কৰি শব্দ উৎপন্ন কৰিছিলোঁ। কম্পন হৈছে কোনো বস্তুৰ দ্ৰুতভাৱে অগা-পিছা হৈ থকা এবিধ গতি। মানুহৰ মাতৰ শব্দ সুৰ তন্ত্ৰীৰ **(vocal cord)** কম্পনৰ ফলত সৃষ্টি হয়। চৰাইয়ে ডেউকা কোবালে কিবা শব্দ শুনিবলৈ পোৱানে? মৌ-মাখিয়ে গুণ-গুণ শব্দ কেনেকৈ সৃষ্টি কৰে চিন্তা কৰা। সম্প্ৰসাৰিত ৰবৰৰ পটি এডাল টানি এৰি দিলে ই কঁপিবলৈ ধৰে আৰু শব্দ উৎপন্ন কৰে। তুমি যদি কেতিয়াও এনে কৰি পোৱা নাই তেন্তে কৰি চোৱা আৰু সম্প্ৰসাৰিত ৰবৰৰ পটিৰ কম্পন নিৰীক্ষণ কৰা।

কাৰ্যকলাপ..................................**12.3**

- বিভিন্ন ধৰণৰ বাদ্যযন্ত্ৰবোৰৰ তালিকা এখন প্ৰস্তুত কৰা আৰু বাদ্যযন্ত্ৰবোৰৰ কোন অংশ স্পন্দনশীল হৈ শব্দ উৎপন্ন কৰে সেই বিষয়ে বন্ধু-বান্ধৱৰ সৈতে আলোচনা কৰা।

12.2 শব্দৰ সঞ্চালন (Propagation of Sound)

স্পন্দনশীল বস্তুৱে শব্দৰ সৃষ্টি কৰে। যি পদাৰ্থ বা বস্তুৰ মাজেৰে শব্দৰ সঞ্চালন হয় তাক মাধ্যম বোলে। ই গোটা, তৰল বা গেছ হ'ব পাৰে। উৎপত্তিস্থানৰ পৰা মাধ্যমৰ মাজেৰে শব্দ শ্ৰোতালৈ সঞ্চালিত হয়। কঁপি থকা বস্তু এটাই তাৰ চৌপাশে থকা মাধ্যমৰ কণাবিলাকক কঁপিবলৈ বাধ্য কৰে। কণাবোৰে কিন্তু কম্পমান বস্তুটোৰ পৰা কাণ পৰ্যন্ত ভ্ৰমণ নকৰে। কম্পমান বস্তুৰ সংস্পৰ্শত থকা মাধ্যমৰ কণা এটা পোনতে তাৰ সাম্য অৱস্থাৰ পৰা অপসাৰিত হ'ব। তাৰ পিছত ই নিকটৱৰ্তী কণাটোৰ ওপৰত বল প্ৰয়োগ কৰে। তাৰ ফলত নিকটৱৰ্তী কণাটোও তাৰ সাম্য অৱস্থানৰ পৰা অপসাৰিত হয়। নিকটৱৰ্তী কণাটোক অপসাৰিত কৰাৰ পিছত প্ৰথম কণাটো আগৰ অৱস্থানলৈ উভতি আহে। শব্দ আহি কাণত নপৰা পৰ্যন্ত মাধ্যমত এই প্ৰক্ৰিয়াটো চলি থাকে। আচলতে শব্দটো যাব নোৱোৱালৈকে প্ৰক্ৰিয়াটো চলে। শব্দৰ উৎসই মাধ্যমত সৃষ্টি কৰা আন্দোলনহে

শব্দই পোহৰৰ ফুট এটাক নচুৱাব পাৰেনে?

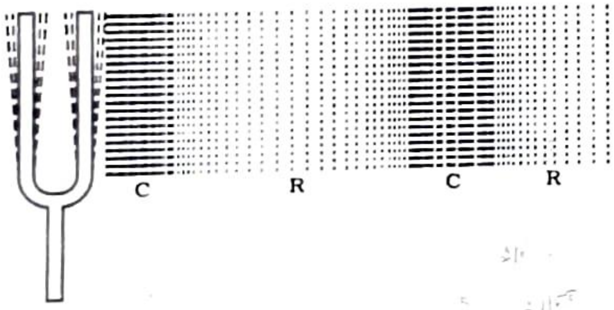
টিনৰ পাত্ৰ এটা লোৱা। দুয়োটা মূৰ এৰুৱাই তাক ফোপোলা চুঙা এটাৰ ৰূপ দিয়া। বেলুন এটা বহলাই টিনটোৰ এটা মূৰত টানকৈ লগোৱা আৰু তাৰ পিছত ৰবৰৰ পটি এডালেদি বান্ধা। সৰু দাপোণ এখনৰ যোগাৰ কৰা। এটোপাল আঠাৰে দাপোনখন বেলুনটোত লগোৱা। এতিয়া ছিদ্ৰ এটাৰ মাজেৰে অহা পোহৰ এই দাপোনখনত পৰিবলৈ দিয়া। 12.4 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে প্ৰতিফলনৰ পিছত পোহৰৰ ফুটটো বেৰত দৃশ্যমান হ'ব। টিনৰ খোলা মূৰটোৰ সন্মুখত কথা পাতা বা চিঞৰা আৰু বেৰত নাচি থকা পোহৰৰ ফুটটোলৈ লক্ষ্য কৰা। কিহে পোহৰৰ ফুটটোক নাচিবলৈ বাধ্য কৰালে সেই বিষয়ে তোমাৰ বন্ধু-বান্ধৱৰ সৈতে আলচ কৰা।

চিত্ৰ ঃ 12.4 পোহৰৰ উৎস এটাৰ পৰা নিৰ্গত ৰশ্মিগুচ্ছ দাপোণত পৰিব দিয়া হৈছে। প্ৰতিফলিত পোহৰ বেৰত আপতিত হৈছে।

মাধ্যমেদি সঞ্চালিত হয়, মাধ্যমৰ কণাবোৰ কিন্তু নিজৰ ঠাইতে থাকে।

মাধ্যমৰ কণাই সিহঁতৰ নিকটৱৰ্তী কণাবোৰক লৰচৰ কৰিবলৈ বাধ্য কৰালে মাধ্যমৰ মাজেৰে আন্দোলন এটা সঞ্চালিত হয়। এনে গতিশীল আন্দোলনকে তৰংগ বোলে। ইতিমধ্যে লৰচৰ কৰিবলৈ আৰম্ভ কৰা কণাবোৰে কাষৰীয়া স্থিতিশীল কণাবোৰত গতিৰ সূত্ৰপাত কৰে। মাধ্যমৰ কণাবোৰ নিজে আগবাঢ়ি নাযায়; কিন্তু আন্দোলনটো আগবাঢ়ে। মাধ্যমত শব্দ সঞ্চালিত হ'লে এনে ঘটনাই ঘটে, গতিকে শব্দক তৰংগ হিচাপে গণ্য কৰিব পাৰি। শব্দ তৰংগৰ সৈতে মাধ্যমৰ কণাৰ গতি জড়িত আৰু সেয়েহে ইহঁতক যান্ত্ৰিক তৰংগ বুলি কোৱা হয়।

শব্দ সঞ্চালিত হোৱা আটাইতকৈ সাধাৰণ মাধ্যমটো হৈছে, বায়ু। স্পন্দনশীল বস্তু এটাৰ গতিয়ে সন্মুখৰ বায়ুখিনিক ঠেলি সংকুচিত কৰে আৰু ফলত অধিক চাপৰ অঞ্চল এটাৰ সৃষ্টি হয়। 12.5 চিত্ৰত দেখুৱা এনে অঞ্চলক সংকোচন (Compression) বোলে। স্পন্দনশীল বস্তুটোৰ পৰা এই ঘনীভৱন আঁতৰি যাবলৈ আৰম্ভ কৰে। যেতিয়া স্পন্দনশীল বস্তুটো পিছফাললৈ উভতি আহে, তেতিয়া ই নিম্ন চাপৰ অঞ্চল এটাৰ সৃষ্টি কৰে যাক তনুভৱন (Rarefaction) বোলে। 12.5 চিত্ৰত তনুভৱন দেখুৱা হৈছে। বস্তুটোৰ ক্ষীপ্ৰ অগা-পিছা গতিৰ বাবে বায়ুত ঘনীভৱন আৰু তনুভৱনৰ এটা শৃংখলৰ সৃষ্টি হয়। এনে শৃংখলেই হ'ল মাধ্যমৰ মাজেৰে অগ্ৰগামী হোৱা শব্দ তৰংগ। সংকোচন হ'ল উচ্চ চাপযুক্ত অঞ্চল আৰু তনুভৱন হ'ল নিম্নচাপযুক্ত অঞ্চল। মাধ্যমৰ কোনো প্ৰদত্ত আয়তনত থকা কণাৰ সংখ্যাৰ সৈতে চাপৰ সম্পৰ্ক আছে। কণাৰ ঘনত্ব বেছি মানেই মাধ্যমত চাপ বেছি আৰু ইহঁতৰ ঘনত্ব কম মানেই চাপ কম। গতিকে মাধ্যমত শব্দৰ সঞ্চালনক ঘনত্বৰ পৰিবৰ্তনৰ বা চাপৰ পৰিবৰ্তনৰ সঞ্চালন বুলি গণ্য কৰিব পাৰি ।



চিত্ৰ ঃ 12.5 মাধ্যমত স্পন্দনশীল বস্তু এটাই সংকোচন আৰু তনুভৱনৰ শৃংখল সৃষ্টি কৰিছে।

প্ৰশ্নাৱলী

1. *স্পন্দনশীল বস্তু এটাই মাধ্যমত উৎপন্ন কৰা শব্দ কেনেকৈ তোমাৰ কাণ পায়গৈ?*

12.2.1 শব্দ সঞ্চালিত হ'বলৈ মাধ্যমৰ প্ৰয়োজন (SOUND NEEDS A MEDIUM TO TRAVEL)

শব্দ এবিধ যান্ত্ৰিক তৰংগ আৰু ই অগ্ৰসৰ হ'বলৈ বায়ু, পানী, তীখা আদিৰ দৰে মাধ্যমৰ প্ৰয়োজন। ই শূন্যস্থানৰ মাজেৰে সঞ্চালিত হ'ব নোৱাৰে। ই তলৰ পৰীক্ষাটোৰ দ্বাৰা ইয়াক প্ৰদৰ্শন কৰিব পাৰি।

বায়ুৰুদ্ধ বেলজাৰ এটাৰ ভিতৰত বৈদ্যুতিক ঘন্টা এটা ওলোমোৱা। 12.6 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে বেলজাৰটো বায়ু নিষ্কাশন পাম্প এটাৰ লগত সংযোগ কৰি থোৱা হৈছে। চুইছ দিলে তুমি ঘন্টাটোৰ শব্দ শুনিবলৈ পাবা। এতিয়া পাম্পটো চলোৱা। বেলজাৰটোৰ ভিতৰৰ বায়ু লাহে লাহে নিষ্কাশিত হৈ থকা অৱস্থাত একে প্ৰৱাহেই ঘন্টাটোৰ মাজেৰে বৈ থকা স্বত্বেও ঘন্টাৰ শব্দ ক্ৰমান্বয়ে সৰু হৈ আহিব। কিছুসময়ৰ পিছত যেতিয়া বেলজাৰটোৰ ভিতৰত অতি কম পৰিমাণৰহে বায়ু অৱশিষ্ট থাকিব তেতিয়া তুমি অতিশয় সৰু শব্দহে শুনিবা। যদি ইয়াৰ ভিতৰৰ বায়ুখিনি সম্পূৰ্ণৰূপে নিষ্কাশিত কৰা হয়, তেতিয়া কি হ'ব? তুমি তেতিয়াও শব্দ শুনি থাকিবানে?

চিত্ৰ ঃ 12.6 শূন্যস্থানৰ মাজেৰে শব্দ সঞ্চালিত হ'ব নোৱাৰে বুলি দেখুৱা বেলজাৰৰ পৰীক্ষা

প্ৰশ্নাৱলী

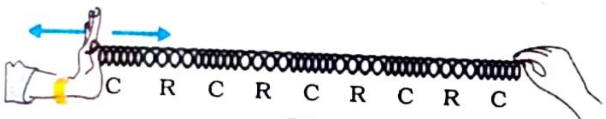
1. তোমাৰ স্কুলৰ ঘণ্টাটো টোৱে কেনেদৰে শব্দৰ সৃষ্টি কৰে বৰ্ণনা কৰা।
2. শব্দ তৰংগক কিয় যান্ত্ৰিক তৰংগ বুলি কোৱা হয়?
3. ধৰা হওঁক, তুমি আৰু তোমাৰ বন্ধু চন্দ্ৰত আছা। তোমাৰ বন্ধুৱে উৎপন্ন কৰা যিকোনো শব্দ শুনিবলৈ সমৰ্থ হ'বানে?

12.2.2 শব্দতৰংগ হৈছে অনুদৈৰ্ঘ্য তৰংগ (SOUND WAVES ARE LONGITUDINAL WAVES)

কাৰ্যকলাপ — 12.4

- অলপ দীঘল কিন্তু মিহি স্প্ৰিং এডাল লোৱা। ইয়াৰ এটা মূৰ তুমি ধৰা আৰু আনটো মূৰ তোমাৰ বন্ধু এজনক ধৰিবলৈ কোৱা। 12.7 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে স্প্ৰিংডাল সম্প্ৰসাৰিত কৰা। এতিয়া তোমাৰ বন্ধুৰ ফাললৈ ইয়াক সজোৰে ঠেলি দিয়া।
- কি দেখিলা? তুমি হাতখন লৰচৰ কৰি স্প্ৰিংডাল সালসলনিকৈ ঠেলিলে আৰু টানিলে কি দেখিবা?
- যদি তুমি স্প্ৰিংডালত ক'লা ফুট এটা দিয়া তেন্তে দেখিবা যে ফুটটো আন্দোলনৰ সঞ্চালনৰ সমান্তৰালভাৱে অগা-পিছা কৰি আছে।

(a)



(b)

চিত্ৰ : 12.7 স্প্ৰিংডত অনুদৈৰ্ঘ্য তৰংগ

যিবোৰ অঞ্চলত পাকবিলাক ওচৰ চাপি আহে সেইবোৰ অঞ্চলক সংকোচন (Compression) আৰু যিবোৰ অঞ্চলত পাকবোৰ পৰস্পৰৰ পৰা আতৰি গৈছে সেইবোৰক তনুভৱন (Rarefaction) বুলি কোৱা হয়। ইতিমধ্যে আমি শিকিলোঁ যে শব্দ, মাধ্যমত সংকোচন আৰু তনুভৱনৰ শৃংখল হিচাপে অগ্ৰসৰ হয়। এতিয়া আমি স্প্ৰিংডত আন্দোলনৰ সঞ্চালনৰ সৈতে মাধ্যমত শব্দৰ সঞ্চালনৰ তুলনা কৰিব পাৰোঁ। এনে তৰংগবোৰক অনুদৈৰ্ঘ্য তৰংগ বোলে। এনে তৰংগত মাধ্যমৰ স্বকীয় কণাবোৰে আন্দোলন অগ্ৰসৰ হোৱা দিশৰ সমান্তৰালভাৱে গতিশীল হয়। এই কণাবোৰ এঠাইৰ পৰা আন এঠাইলৈ স্থানান্তৰিত নহয়; সিহঁতে নিজৰ সাম্য অৱস্থানৰ সাপেক্ষে আগা-পিছা কৰি দুলি থাকে। শব্দ তৰংগই হুবহু এই প্ৰক্ৰিয়াৰে আগ বাঢ়ে আৰু সেইবাবে শব্দ তৰংগ হৈছে অনুদৈৰ্ঘ্য তৰংগ।

অনুপ্ৰস্থ তৰংগ নামৰ আন এবিধ তৰংগও আছে। অনুপ্ৰস্থ তৰংগত কণাবোৰে তৰংগৰ সঞ্চালনৰ দিশত দোলন নকৰি নিজ নিজ সাম্য অৱস্থানৰ সাপেক্ষে ওপৰ-তল কৰি দোলন কৰে। গতিকে অনুপ্ৰস্থ তৰংগত কণাবোৰ তৰংগ গতিৰ লম্বভাৱে নিজ নিজ সাম্য অৱস্থানৰ সাপেক্ষে দোলে। পোহৰ এবিধ অনুপ্ৰস্থ তৰংগ, পিছে দোলনবোৰ মাধ্যমৰ কণা বা কণাবোৰৰ চাপ বা ঘনত্বৰ নহয়। ই যান্ত্ৰিক তৰংগ নহয়েই। তোমালোকে ওপৰৰ শ্ৰেণীসমূহত অনুপ্ৰস্থ তৰংগৰ বিষয়ে অধিক শিকাৰ সুবিধা পাবা।

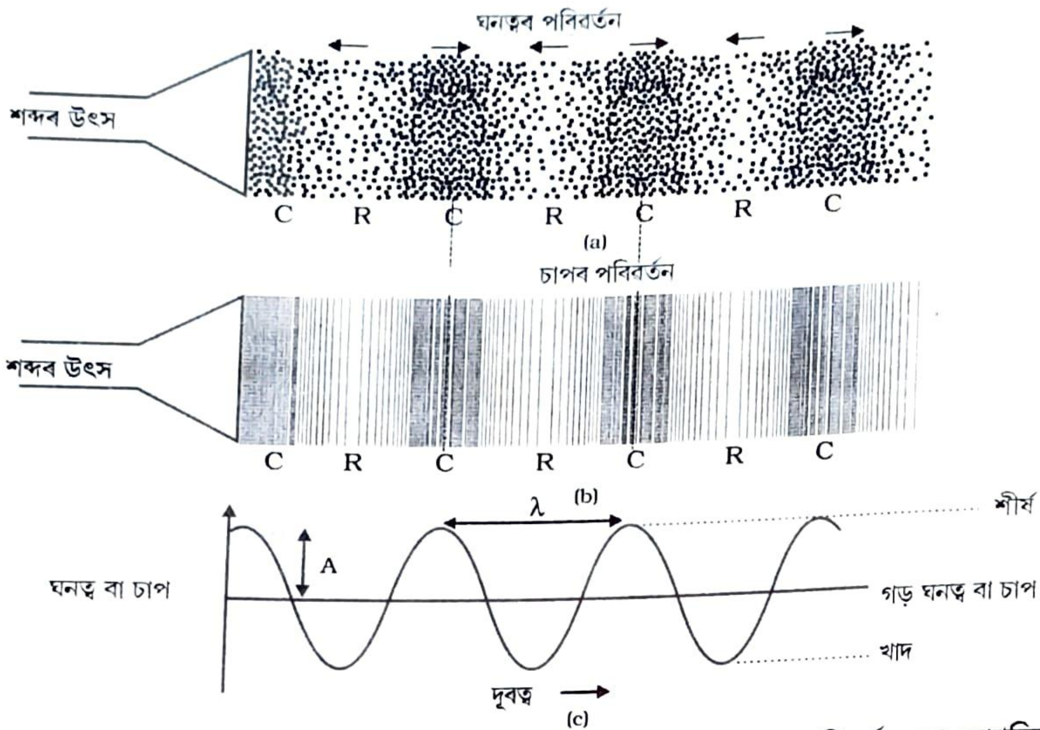
12.2.3 শব্দ তৰংগৰ বৈশিষ্ট্য (CHARACTERISTICS OF A SOUND WAVE)

নিম্নোক্ত চৰিত্ৰ কেইটাৰ ভিত্তিত শব্দ তৰংগৰ বৰ্ণনা দিব পাৰি

- কম্পনাংক (frequency)
- বিস্তাৰ (amplitude) আৰু
- দ্ৰুতি (Speed)

12.8 (c) চিত্ৰত শব্দ তৰংগক লৈখিক ৰূপত দেখুৱা হৈছে; এই চিত্ৰই মাধ্যমৰ মাজেৰে শব্দ সঞ্চালিত হ'লে কিদৰে ঘনত্ব আৰু চাপৰ পাৰিবৰ্তন হয় তাকে প্ৰদৰ্শন কৰে। যিকোনো প্ৰদত্ত সময়ত মাধ্যমৰ ঘনত্ব আৰু চাপৰ মান দূৰত্বৰ সাপেক্ষে সিহঁতৰ গড় মানতকৈ কম বা বেছি হয়। মাধ্যমৰ মাজেৰে শব্দ সঞ্চালিত হওঁতে ঘনত্ব আৰু চাপৰ পৰিবৰ্তন যথাক্ৰমে 12.8 (a) আৰু 12.8 (b) চিত্ৰত দেখুৱা হৈছে।

কণাবিলাক থুপ খোৱা অঞ্চলবোৰেই হৈছে সংকোচন অঞ্চল (compression) আৰু 12.8 (c) চিত্ৰত বক্ৰ ৰেখাৰ ওপৰৰ অংশই ইয়াক নিৰ্দেশ কৰে। বক্ৰ ৰেখাৰ শীৰ্ষই সৰ্বোচ্চ সংকোচনৰ অঞ্চলবোৰ নিৰ্দেশ কৰে। গতিকে সংকোচন অঞ্চনত ঘনত্ব আৰু চাপ দুয়োটাই উচ্চ মানৰ হয়। আনহাতে তনুভৱন অঞ্চলত চাপ কম, ইয়াত কণাৰ উপস্থিতি সেৰেঙা আৰু 12.8 (c) চিত্ৰৰ বক্ৰ ৰেখাৰ ভৈয়াম অঞ্চল অৰ্থাৎ নিম্নাংশই ইয়াক নিৰ্দেশ কৰে। তৰংগৰ



চিত্ৰ ঃ ***12.8. (a)*** *আৰু* ***(b)*** *চিত্ৰত দেখুৱা অনুসৰি শব্দ, ঘনত্ব আৰু চাপৰ পৰিবৰ্তনৰূপে সঞ্চালিত হয়।* ***(c)*** *এই চিত্ৰ হ'ল ঘনত্ব আৰু চাপৰ পৰিবৰ্তনৰ লৈখিক উপস্থাপন।*

শৃংগক শীৰ্ষ (crest) আৰু ভৈয়ামক খাদ (trough) বোলে।

12.8 (c) চিত্ৰত দেখুৱা অনুসৰি দুটা অনুক্ৰমিক সংকোচন বা দুটা অনুক্ৰমিক তনুভৱনৰ মাজৰ দূৰত্বক তৰংগ দৈৰ্ঘ্য বোলে। সাধাৰণতে তৰংগ দৈৰ্ঘ্যক λ চিহ্নেৰে (গ্ৰীক আখৰ লাম্‌দা (Lambda) সূচোৱা হয়। ইয়াৰ এচ আই একক হ'ল মিটাৰ।

হেনৰিছ ৰুডলফ হাৰ্টজ

1857 চনৰ 22 ফেব্ৰুৱাৰীত জাৰ্মানীৰ হামবাৰ্গ (Humburg) চহৰত হেনৰিছ ৰুডলফ হাৰ্টজৰ (Heinrich Rudolf Hertz) জন্ম হৈছিল। তেওঁ বাৰ্লিন বিশ্ববিদ্যালয়ত শিক্ষা গ্ৰহণ কৰিছিল। তেওঁ পৰীক্ষাৰ সহায়েৰে মেক্সৱেলৰ (J. C. Maxwell) বিদ্যুৎচুম্বকীয় তত্ত্ব সাব্যস্ত কৰিছিল। তেওঁৰেই ৰেডিঅ', টেলিফোন, টেলিগ্ৰাম আৰু আনকি টেলিভিচনৰ ভৱিষ্যৎ বিকাশৰ ভেটি স্থাপন কৰিছিল। তেওঁ আলোক বিদ্যুৎ পৰিঘটনাটোও আৱিষ্কাৰ কৰিছিল যাৰ ব্যাখ্যা পৰৱৰ্তী কালত আলবাৰ্ট আইনষ্টাইনে (Albert Einstein) আগবঢ়াইছিল। তেওঁৰ সন্মানত কম্পনাংকৰ এচ, আই এককৰ নাম হাৰ্টজ ৰখা হৈছে।

কম্পনাংকই ঘটনা এটা কিমান সঘনাই ঘটে তাক সূচায়। ধৰা হওঁক, তুমি ঢোল বজাইছা। প্ৰতি একক সময়ত কিমানবাৰ ঢোলত কোব দিছা সিয়েই ঢোল বজোৱাৰ কম্পনাংক হ'ব। আমি জানো যে, যেতিয়া শব্দ মাধ্যমৰ মাজেৰে সঞ্চালিত হয় তেতিয়া মাধ্যমৰ ঘনত্ব এটা সৰ্বোচ্চ আৰু এটা সৰ্বনিম্ন মানৰ মাজত দুলি থাকে। ঘনত্বৰ সৰ্বোচ্চ মানৰ পৰা সৰ্বনিম্ন মানলৈ পৰিবৰ্তনৰ পিছত পুনৰায় সৰ্বোচ্চ মানলৈ পৰিবৰ্তন হ'লে এটা দোলন সম্পূৰ্ণ হয়। প্ৰতি একক সময়ত সম্পূৰ্ণ হোৱা দোলনৰ সংখ্যাকেই তৰংগৰ কম্পনাংক বোলে। যদি আমি প্ৰতি একক সময়ত আমাক অতিক্ৰম কৰি যোৱা সংকোচন বা তনুভৱনৰ সংখ্যা গণনা কৰিব পাৰো তেন্তে আমি শব্দ তৰংগৰ কম্পনাংক পাম। ইয়াক সাধাৰণতে (গ্ৰীক আখৰ nu) ν ৰে নিৰ্দেশ কৰা হয়। ইয়াৰ এচ আই একক হাৰ্টজ (চিহ্ন, Hz)।

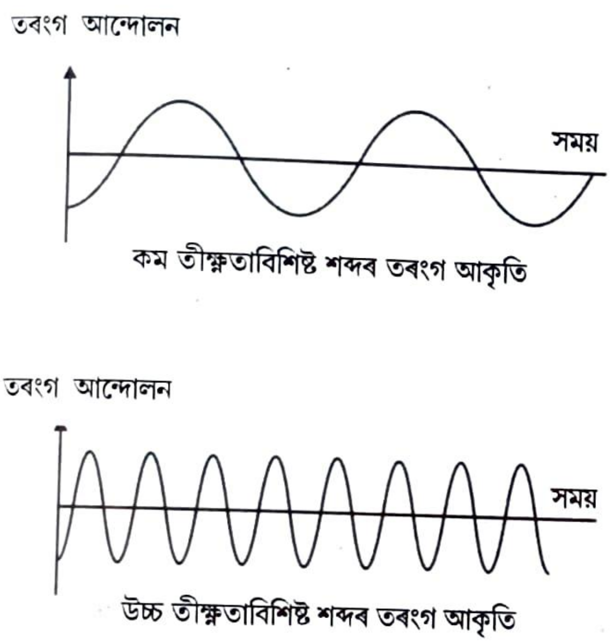
দুটা অনুক্ৰমিক সংকোচন বা তনুভৱনে নিৰ্ধাৰিত বিন্দু এটা অতিক্ৰম কৰিবলৈ লোৱা সময়ক তৰংগৰ পৰ্যায় কাল (Time Period) বোলে। অন্যথা আমি ক'ব পাৰো যে মাধ্যমৰ ঘনত্বৰ এটা সম্পূৰ্ণ দোলনৰ বাবে প্ৰয়োজন হোৱা সময়ক শব্দ তৰংগৰ পৰ্যায় কাল বোলে। ইয়াক 'T' ৰে নিৰ্দেশ কৰা হয়। ইয়াৰ এছ আই একক চেকেণ্ড (Second)। কম্পনাংক আৰু পৰ্য্যায়কালৰ মাজৰ সম্পৰ্ক হৈছে

$\nu = \frac{1}{T}$ ।

এখন বেহেলা আৰু এটা বাঁহী একে সময়ত একেটা সংগীতৰ দলে বজাব পাৰে। দুয়োটা শব্দই একেটা মাধ্যম অৰ্থাৎ বায়ুৰ মাজেৰে সঞ্চালিত হ'ব আৰু একে সময়তে আমাৰ কাণত পৰিবহি। উৎস বেলেগ বেলেগ হোৱা স্বত্বেও দুয়োটা শব্দই একে দ্ৰুতিৰে গতি কৰে। কিন্তু আমি শুনা শব্দ দুটা বেলেগ বেলেগ। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল শব্দৰ লগত জড়িত বিভিন্ন চাৰিত্ৰিক বৈশিষ্ট্যসমূহ। তীক্ষ্ণতা (pitch) হৈছে এনে এবিধ চাৰিত্ৰিক বৈশিষ্ট্য।

আমাৰ মগজুৱে কোনো শব্দৰ কম্পনাংক যিদৰে বিশ্লেষণ কৰে তাকেই তীক্ষ্ণতা বোলে। উৎসৰ কম্পন যিমানেই ক্ষীপ্ৰ হ'ব কম্পনাংকও সিমানেই বেছি হ'ব আৰু তীক্ষ্ণতাও সমানে বাঢ়িব। ইয়াক 12.9 চিত্ৰত দেখুৱা হৈছে। গতিকে বেছি তীক্ষ্ণতাৰ শব্দত প্ৰতি একক সময়ত নিৰ্ধাৰিত বিন্দু এটাৰ মাজেৰে অধিক সংখ্যক সংকোচন আৰু তনুভৱন পাৰ হৈ যায়।

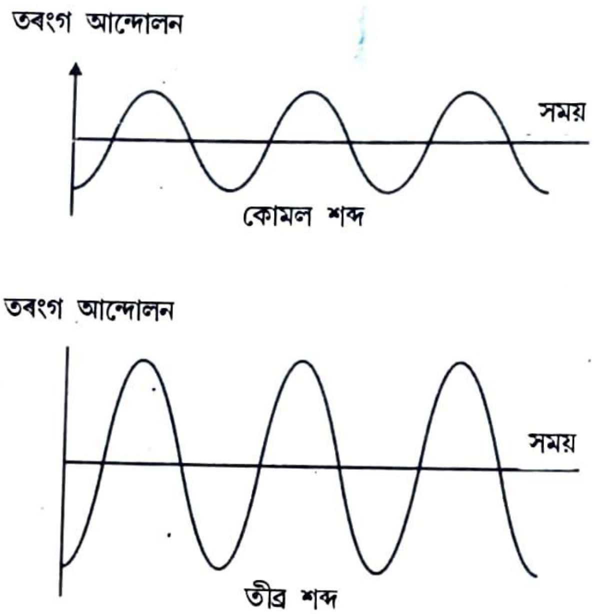
বিভিন্ন আকাৰ আৰু অৱস্থাৰ বস্তুৱে বিভিন্ন কম্পনাংকেৰে দুলি বেলেগ বেলেগ তীক্ষ্ণতাৰ শব্দ উৎপন্ন কৰে।



চিত্ৰ ঃ ***12.9. কম তীক্ষ্ণতাৰ শব্দৰ কম্পনাংক কম আৰু উচ্চ তীক্ষ্ণতাৰ শব্দৰ কম্পনাংক বেছি।***

গড় মানৰ দুয়োফালে মাধ্যমৰ আন্দোলনৰ সৰ্বোচ্চ মানক তৰংগৰ বিস্তাৰ বোলে। 12.8 (c) চিত্ৰত দেখুৱা অনুসৰি ইয়াক সাধাৰণতে A আখৰেৰে বুজোৱা হয়। শব্দৰ ক্ষেত্ৰত ঘনত্ব বা চাপৰ এককেই হৈছে বিস্তাৰৰ একক।

শব্দৰ তীব্ৰতা (loudness) বা কোমলতা (softness) মূলতঃ তাৰ বিস্তাৰৰ দ্বাৰা নিৰ্ণয় হয়। শব্দ তৰংগৰ বিস্তাৰ নিৰ্ভৰ কৰে কি মানৰ বল প্ৰয়োগ কৰি বস্তু এটাক কম্পিত কৰা হৈছে তাৰ ওপৰত। টেবুল এখনত লাহেকৈ টোকৰ মাৰিলে কোমল বা সৰু শব্দ এটা শুনিবলৈ পাম কিয়নো আমি সৃষ্টি কৰা শব্দটোৰ শক্তি (বিস্তাৰ) কম হ'ব। টেবুলখন সজোৰে আঘাত কৰিলে আমি তীব্ৰ বা ডাঙৰ শব্দ এটা শুনিম। কিয় ক'ব পাৰিবানে? ডাঙৰ শব্দ অধিক দূৰত্বলৈ সঞ্চালিত হ'ব পাৰে কাৰণ ইয়াত অধিক শক্তি নিহিত থাকে। শব্দ তৰংগ এটা তাৰ উৎসৰ চাৰিওফালে বিয়পি যায়। ই উৎসৰ পৰা আতৰি যোৱাৰ লগে লগে ইয়াৰ বিস্তাৰ তথা তীব্ৰতা হ্ৰাস পায়। 12.10 চিত্ৰত একে কম্পনাংকৰ তীব্ৰ আৰু কোমল শব্দৰ তৰংগ আকৃতি দেখুৱা হৈছে।



চিত্ৰ ঃ ***12.10. কোমল শব্দৰ বিস্তাৰ কম আৰু তীব্ৰ শব্দৰ বিস্তাৰ বেছি***

শব্দৰ গুণ বা ধ্বনিবৈশিষ্ট্য হৈছে শব্দৰ এটা চাৰিত্ৰিক বৈশিষ্ট্য যিয়ে একে তীক্ষ্ণতা আৰু তীব্ৰতাৰ দুটা শব্দৰ মাজৰ পাৰ্থক্য অনুভূত কৰোৱায়। শুৱলা শব্দ এটাৰ গুণ উচ্চ বুলি

গতিকে আমি বুজিব পাৰিলোঁ যে শব্দৰ দ্ৰুতি পোহৰৰ দ্ৰুতিতকৈ যথেষ্ট কম। শব্দৰ দ্ৰুতি সঞ্চলিত হোৱা মাধ্যমৰ ধৰ্মৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল। এই নিৰ্ভৰশীলতাৰ বিষয়ে তোমালোকে ওপৰৰ শ্ৰেণীত পঢ়িবা। কোনো মাধ্যমত শব্দৰ দ্ৰুতি মাধ্যমৰ উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল। গোটা মাধ্যমৰ তুলনাত গেচীয় মাধ্যমত শব্দৰ দ্ৰুতি কম। উষ্ণতা বাঢ়িলে যিকোনো মাধ্যমত শব্দৰ দ্ৰুতি বাঢ়ে। উদাহৰণস্বৰূপে, 0°C ত বায়ুত শব্দৰ দ্ৰুতি 331 $m\ s^{-1}$ আৰু 22°C ত 344 $m\ s^{-1}$। 12.1 তালিকাত বিভিন্ন মাধ্যমত এক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত শব্দৰ দ্ৰুতি সন্নিবিষ্ট কৰা হৈছে। তোমালোকে এই মানবোৰ মনত ৰখাৰ প্ৰয়োজন নাই।

তালিকা 12.1 বিভিন্ন মাধ্যমত 25°C ত শব্দৰ দ্ৰুতি

পদাৰ্থৰ অৱস্থা	পদাৰ্থ	দ্ৰুতি $m\ s^{-1}$
গোটা	এলুমিনিয়াম	6420
	নিকেল	6040
	তীখা	5960
	লো	5950
	পিতল	4700
	কাচ (ফ্লিন্ট্)	3980
তৰল	পানী (সামুদ্ৰিক)	1531
	পানী (পাতিত)	1498
	ইথানল	1207
	মিথানল	1103
গেছ	হাইড্ৰ'জেন	1284
	হিলিয়াম	965
	বায়ু	346
	অক্সিজেন	316
	চালফাৰ ডাইঅক্সাইড	213

প্ৰশ্নাৱলী

1. *বায়ু, পানী আৰু লোৰ ভিতৰত কোনটো মাধ্যমত এক নিৰ্দিষ্ট উষ্ণতাত শব্দৰ দ্ৰুতি আটাইতকৈ বেছি?*

শাব্দিক বিস্ফোৰণ (Sonic boom) : কোনো এটা বস্তুৰ দ্ৰুতি শব্দৰ দ্ৰুতিতকৈ অধিক হ'লে ই অতিশাব্দিক (Supersonic) দ্ৰুতিৰে গতি কৰা বুলি কোৱা হয়। বন্দুকৰ গুলী, জেট বিমান আদিয়ে সঘনাই অতিশাব্দিক দ্ৰুতিৰে গতি কৰে। শব্দৰ উৎস এটাই শব্দতকৈ অধিক দ্ৰুতিৰে গতি কৰিলে ই বায়ুত প্ৰঘাতী তৰংগৰ (Shock wave) সৃষ্টি কৰে। প্ৰঘাতী তৰংগই বৃহৎ পৰিমাণৰ শক্তি কঢ়িয়ায়। এনে প্ৰকৃতিৰ প্ৰঘাতী তৰংগৰ সৈতে জড়িত বায়ুৰ চাপৰ পৰিৱৰ্তনে ক্ষণিকৰ বাবে এটা সুতীব্ৰ শব্দৰ সৃষ্টি কৰে, ইয়াকে "শাব্দিক বিস্ফোৰণ" (Sonic boom) বোলে। অতিশাব্দিক বিমানে সৃষ্টি কৰা প্ৰঘাতী তৰংগবোৰত কাঁচ চুৰমাৰ কৰিব পৰাকৈ আৰু আনকি অট্টালিকাৰ ক্ষতি সাধন কৰিব পৰাকৈ যথেষ্ট শক্তি থাকে।

12.3 শব্দৰ প্ৰতিফলন (Reflection of Sound)

ৰবৰৰ বল এটা যেনেকৈ বেৰত খুন্দা খাই উফৰি আহে ঠিক একেদৰে শব্দও গোটা আৰু তৰল পৃষ্ঠত খুন্দা খাই উফৰি আহে। পোহৰৰ দৰে শব্দও গোটা আৰু তৰল পৃষ্ঠত প্ৰতিফলিত হয়; শব্দই তোমালোকে আগৰ শ্ৰেণীৰ পঢ়ি অহা প্ৰতিফলনৰ একে বোৰ সূত্ৰকে মানি চলে। শব্দৰ আপতন আৰু প্ৰতিফলনৰ দিশ দুটাই আপতন বিন্দুত পৃষ্ঠৰ অভিলম্বৰ সৈতে সমান সমান কোণ উৎপন্ন কৰে আৰু সিহঁত একেখন সমতলতে থাকে। শব্দ তৰংগৰ প্ৰতিফলনৰ বাবে ডাঙৰ আকাৰৰ মিহি অথবা খহটা প্ৰতিবন্ধকৰ প্ৰয়োজন।

কাৰ্যকলাপ 12.5

- 12.11 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে দুটা সদৃশ চুঙা লোৱা। তোমালোকে চাৰ্ট পেপাৰ ব্যৱহাৰ কৰি চুঙা দুটা তৈয়াৰ কৰি ল'ব পাৰা। চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে চুঙা দুটা যথেষ্ট দীঘল হব লাগিব।
- বেৰ এখনৰ ওচৰত স্থাপিত টেবুল এখনত চুঙা দুটা সজাই লোৱা।
- চুঙা এটাৰ খোলা মুৰত কাণপাতি ঘড়ীৰ শব্দ শুনিবলৈ চেষ্টা কৰা।
- চুঙা দুটাৰ অৱস্থানৰ সাল-সলনি কৰি ঘড়ীৰ শব্দ ডাঙৰকৈ শুনাৰ ব্যৱস্থা কৰা।
- এতিয়া আপতন আৰু প্ৰতিফলন কোণৰ জোখ লোৱা আৰু সিহঁতৰ সম্বন্ধলৈ মন কৰা।
- সোঁহাতৰ চুঙাটো উলম্ব ভাবে কিছু ওপৰলৈ দাঙা আৰু কি ঘটে লক্ষ্য কৰা।

কোৱা হয়। এটা কম্পনাংকৰ শব্দক স্বৰ (tone) বোলে। কেইবাটাও কম্পনাংকৰ সংমিশ্ৰনত সৃষ্টি হোৱা শব্দক সুৰ (Note) বোলে আৰু ই শ্ৰুতিমধুৰ হয়। কোলাহল (Noise) শ্ৰুতিকটু। আনহাতে সংগীত শ্ৰুতিমধুৰ আৰু উচ্চ গুণসম্পন্ন শব্দ।

প্ৰশ্নাৱলী

1. *তৰংগৰ কি ধৰ্মই (a) তীব্ৰতা আৰু (b) তীক্ষ্ণতা নিৰ্ণয় কৰে?*
2. *গাড়ীৰ হৰ্ন আৰু গীটাৰ, এই দুয়োটাৰ ভিতৰত কোনটোৰ শব্দৰ তীক্ষ্ণতা বেছি?*

শব্দৰ দ্ৰুতিৰ সংজ্ঞা হৈছে সংকোচন বা তনুভৱনৰ দৰে তৰংগৰ বিন্দু এটাই প্ৰতি একক সময়ত অতিক্ৰম কৰা দূৰত্ব।

আমি জানো যে

দ্ৰুতি, υ = দূৰত্ব/সময়

$$= \frac{\lambda}{T}$$

ইয়াত λ হৈছে শব্দ তৰংগৰ তৰংগ দৈৰ্ঘ্য। ই হ'ল, এটা পৰ্যায় কালত (T) শব্দ তৰংগই অতিক্ৰম কৰা দূৰত্ব। গতিকে,

$$\upsilon = \lambda \nu \qquad \left[\because \frac{1}{T} = \nu\right]$$

বা, $\upsilon = \nu\lambda$

অৰ্থাৎ, দ্ৰুতি = তৰংগ দৈৰ্ঘ্য × কম্পনাংক

প্ৰদত্ত মাধ্যম এটাত একেবোৰ ভৌতিক চৰ্ত সাপেক্ষে সকলো কম্পনাংকৰ শব্দৰ দ্ৰুতি, প্ৰায় একে।

উদাহৰণ 12.1 শব্দ তৰংগ এটাৰ কম্পনাংক 2 k Hz আৰু তৰংগ দৈৰ্ঘ্য 35 cm। 1.5 km দূৰত্ব অতিক্ৰম কৰিবলৈ ই কিমান সময় ল'ব?

সমাধান ঃ

দিয়া আছে,

কম্পনাংক $\nu = 2 \text{ kHz} = 2000 \text{ Hz}$

তৰংগ দৈৰ্ঘ্য $\lambda = 35 \text{ cm} = 0.35 \text{ m}$

আমি জানো যে তৰংগৰ দ্ৰুতি

υ = তৰংগ দৈৰ্ঘ্য × কম্পনাংক

$$\upsilon = \nu\lambda$$

$$= 0.35 \text{ m} \times 2000 \text{ Hz} = 700 \text{ ms}^{-1}$$

তৰংগটোৱে দূৰত্ব $d = 1.5$ km অতিক্ৰম কৰিবলৈ লোৱা সময়

$$t = \frac{d}{v} = \frac{1.5 \times 1000 m}{700 ms^{-1}} = \frac{15}{7} s = 2.1 s$$

গতিকে 1.5 km দূৰত্ব অতিক্ৰম কৰিবলৈ শব্দই লোৱা সময় 2.1 s।

প্ৰশ্নাৱলী

1. *শব্দ তৰংগৰ তৰংগ দৈৰ্ঘ্য, কম্পনাংক, পৰ্যায় কাল আৰু বিস্তাৰৰ সংজ্ঞা লিখা।*
2. *শব্দ তৰংগৰ কম্পনাংক আৰু তৰংগ দৈৰ্ঘ্য কি দৰে তাৰ দ্ৰুতিৰ সৈতে জড়িত হৈ আছে?*
3. *প্ৰদত্ত মাধ্যম এটাত শব্দ তৰংগৰ দ্ৰুতি $440 \, m \, s^{-1}$ আৰু কম্পনাংক 220 Hz। ইয়াৰ তৰংগ দৈৰ্ঘ্য নিৰ্ণয় কৰা।*
4. *উৎসৰ পৰা 450 m দূৰত্বত উপবিষ্ট ব্যক্তি এজনে শুনি থকা স্বৰ এটাৰ কম্পনাংক 500 Hz। উৎসৰ পৰা নিৰ্গত অনুক্ৰমিক সংকোচনবোৰৰ মাজৰ সময়ৰ অন্তৰাল কিমান?*

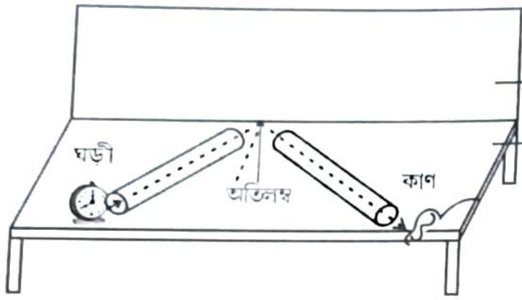
প্ৰতি চেকেণ্ডত একক কালিৰ মাজেৰে পাৰ হৈ যোৱা শব্দ শক্তিৰ পৰিমাণক শব্দৰ তৰংগৰ প্ৰাবল্য বোলে। আমি কেতিয়াবা "প্ৰাবল্য" আৰু "তীব্ৰতা" শব্দ দুটা সাল-সলনিকৈ ব্যৱহাৰ কৰোঁ যদিও সিহঁত সমাৰ্থক নহয়। তীব্ৰতা হ'ল শব্দৰ শ্ৰৱনেন্দ্ৰিয়ৰ সহাঁৰিৰ জোখ। আমাৰ শ্ৰৱনেন্দ্ৰিয়ই একে প্ৰাবল্যৰ দুটা শব্দৰ এটাক আনটোতকৈ ভালকৈ ধৰা পেলালে তাক আনটোতকৈ ডাঙৰকৈ শুনিম।

প্ৰশ্নাৱলী

1. *শব্দৰ তীব্ৰতা আৰু প্ৰাবল্যৰ মাজৰ পাৰ্থক্য কি?*

12.2.4 বিভিন্ন মাধ্যমত শব্দৰ দ্ৰুতি (SPEED OF SOUND IN DIFFERENT MEDIA)

মাধ্যমৰ মাজেৰে শব্দ সীমিত দ্ৰুতিৰে সঞ্চালিত হয়। বিজুলীৰ পোহৰ দৃশ্যমান হোৱাৰ কিছুসময়ৰ পিছতহে ঢেৰেকনিৰ শব্দ শুনা যায়।



চিত্ৰ ঃ 12.11. শব্দৰ প্ৰতিফলন

12.3.1 প্ৰতিধ্বনি (ECHO)

আমি উপযুক্ত প্ৰতিফলন পৃষ্ঠ যেনে ওখ অট্টালিকা বা পৰ্বতৰ ওচৰত চিঞৰিলে বা হাত চাপৰি বজালে অলপ সময়ৰ পিছতে একেটা শব্দকে আকৌ শুনা পাওঁ। আমি শুনা এই শব্দক প্ৰতিধ্বনি বোলে। আমাৰ মগজুত কোনো এটা শব্দৰ অনুভূতি 0.1 s পৰ্যন্ত স্থায়ী হয়। স্পষ্টকৈ প্ৰতিধ্বনি শুনিবলৈ হ'লে মূল শব্দ আৰু প্ৰতিফলিত শব্দৰ মাজৰ সময়ৰ অন্তৰাল কমেও 0.1 s হ'ব লাগিব। এটা প্ৰদত্ত উষ্ণতাত, ধৰা 22^0C ত বায়ুত শব্দৰ দ্ৰুতি যদি 344 m/s বুলি গণ্য কৰা হয়, তেন্তে 0.1 s ত শব্দটো প্ৰতিবন্ধকত উপনীত হ'ব লাগিব আৰু প্ৰতিফলনৰ পিছত পুনৰ শ্ৰোতাৰ কাণলৈ উভতি আহিব লাগিব। অৰ্থাৎ, উৎপত্তি স্থলৰ পৰা প্ৰতিফলনক পৃষ্ঠলৈ গৈ পুনৰ উভতি আহোঁতে শব্দটোৱে অতিক্ৰম কৰা মুঠ দূৰত্ব হ'ব লাগিব 344 m/s × 0.1s = 34.4 m। গতিকে স্পষ্ট প্ৰতিধ্বনি শুনিবলৈ হ'লে শব্দৰ উৎসৰ পৰা প্ৰতিবন্ধকৰ ন্যূনতম দূৰত্ব, এই দূৰত্বৰ আধা অৰ্থাৎ 17.2 m হ'ব লাগিব। বায়ুৰ উষ্ণতা সলনি হ'লে এই দূৰত্বও সলনি হ'ব। ধাৰাবাহিক বা পুনঃ পুনঃ প্ৰতিফলনৰ বাবে প্ৰতিধ্বনি একাধিকবাৰ শুনা যায়। বিভিন্ন প্ৰতিফলনক পৃষ্ঠ, যেনে ডাৱৰ, মাটি আদিত বজ্ৰপাতৰ শব্দৰ ধাৰাবাহিক প্ৰতিফলনৰ বাবে আমি বজ্ৰপাতৰ গুমগুমনি শুনিবলৈ পাওঁ।

12.3.2 অনুৰণন (REVERBERATION)

ডাঙৰ প্ৰেক্ষাগৃহ এটাত সৃষ্টি হোৱা শব্দবোৰ প্ৰেক্ষাগৃহৰ বেৰত বাৰম্বাৰ প্ৰতিফলিত হৈ শ্ৰাব্য সীমাৰ তললৈ হ্ৰাস নোপোৱা পৰ্য্যন্ত শ্ৰোতাৰ কাণত বাজি থাকে। শব্দৰ নিৰ্বন্ধ ঘটোৱা পুনঃ পুনঃ প্ৰতিফলনকে অনুৰণন বুলি কোৱা হয়। প্ৰেক্ষাগৃহ বা ডাঙৰ হলঘৰত অত্যধিক অনুৰণন মুঠেই গ্ৰহণযোগ্য নহয়। অনুৰণন কমাবৰ বাবে প্ৰেক্ষাগৃহৰ বেৰ আৰু মুধচ, শব্দ শোষণকাৰী পদাৰ্থ যেনে আইঁযুক্ত প্ৰচাপিত ব'ৰ্ড খহটা প্লাষ্টাৰ বা ডাঠ পৰ্দাৰে আবৰা হয়। তদুপৰি শব্দ শোষণ কৰিব পৰা পদাৰ্থৰে বহা আসনবোৰ সজ্জিত কৰা হয়।

উদাহৰণ 12.2 মানুহ এজনে ওখ টিলা এটাৰ কাষত হাত চাপৰি বজালে আৰু 5 s পিছত তাৰ প্ৰতিধ্বনি শুনিবলৈ পালে। যদি শব্দৰ দ্ৰুতি 346 m s^{-1}, তেন্তে মানুহজনৰ পৰা টিলাটোৰ দূৰত্ব কিমান?

সমাধান ঃ

দিয়া আছে,

শব্দৰ দ্ৰুতি, $\upsilon = 346\ ms^{-1}$

প্ৰতিধ্বনি শুনোতে লগা সময়, t = 5 sec.

শব্দই অতিক্ৰম কৰা দূৰত্ব $= \upsilon \times t = 346\ ms^{-1} \times 5\ s.$

$= 1730\ m$

5 s ত শব্দটোৱে মানুহজনৰ পৰা টিলাটোৰ মাজৰ দূৰত্ব দুবাৰকৈ অতিক্ৰম কৰিব লগা হৈছে।

গতিকে মানুহজন আৰু টিলাটোৰ মাজৰ দূৰত্ব

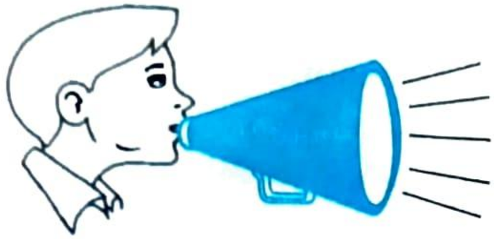
$$= \frac{1730m}{2} = 865m$$

প্ৰশ্নাৱলী

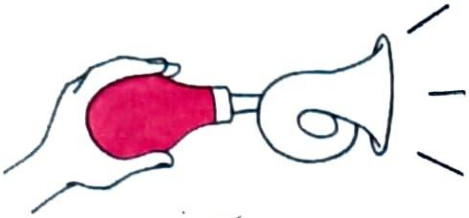
1. *শব্দ এটাৰ প্ৰতিধ্বনি 3 s পিছত শুনা গ'ল। প্ৰতিফলনক পৃষ্ঠ আৰু উৎসৰ মাজৰ দূৰত্ব কিমান? দিয়া আছে, শব্দৰ দ্ৰুতি 342 ms^{-1}*

12.3.3 শব্দৰ পুনঃ পুনঃ প্ৰতিফলনৰ ব্যৱহাৰ, (USES OF MULTIPLE REFLECTION OF SOUND)

1. ধ্বনিবৰ্দ্ধক বা মেগাফ'ন (megaphone), হৰ্ন, শিঙা (Trumpet) আৰু চেহনাই জাতীয় বাদ্যযন্ত্ৰ আদিৰে শব্দ তৰংগক বিক্ষিপ্ত নকৰাকৈ কোনো এক বিশেষ দিশত সঞ্চালিত কৰা হয়। 12.12 চিত্ৰত ইয়াকে দেখুৱা হৈছে। এই যন্ত্ৰসমূহত নলী এটাৰ মুৰত সংলগ্ন শংকু আকাৰৰ মুখত তৰংগৰ পুনঃ পুনঃ প্ৰতিফলনে শব্দ তৰংগৰ অধিকাংশক উৎসৰ পৰা শ্ৰোতাৰ দিশত সঞ্চালিত কৰে।



মেগাফ'ন



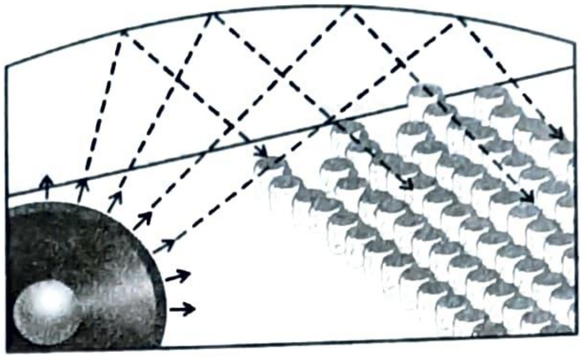
হৰ্ণ

চিত্ৰ ***12.12:*** মেগাফ'ন আৰু হৰ্ণ

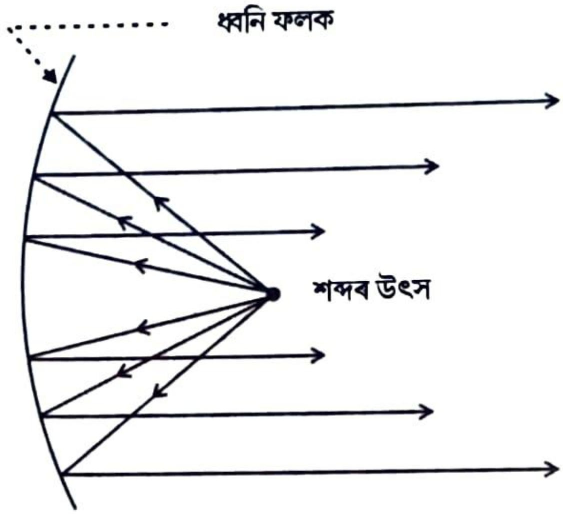
2. ষ্টেথ'স্কপ হৈছে মানুহৰ শৰীৰৰ অভ্যন্তৰ মুখ্যতঃ হৃৎপিণ্ড আৰু হাওঁফাওঁত উৎপন্ন শব্দ বাহিৰৰ পৰা শুনিব পৰা এবিধ চিকিৎসা সঁজুলি। 12.13 চিত্ৰত দেখুৱা অনুসৰি ষ্টেথ'স্কপত ৰোগীৰ হৃৎস্পন্দনৰ শব্দ পুনঃ পুনঃ প্ৰতিফলনৰ যোগেদি চিকিৎসকৰ কাণত পৰে।

*চিত্ৰ ঃ **12.13. ষ্টেথ'স্কপ***

3. সাধাৰণতে সংগীত সমলয়ৰ প্ৰেক্ষাগৃহ (concert hall), সভা-সমিতিৰ প্ৰেক্ষাগৃহ (conference hall) আৰু চিনেমা হলৰ মূধ'চ বক্ৰাকৃতিৰ হয় যাতে 12.14 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে শব্দ প্ৰেক্ষাগৃহ বা হলৰ প্ৰতিটো চুক কোণলৈ যাব পাৰে। কেতিয়াবা মঞ্চৰ পিছফালে এখন বক্ৰ ধ্বনি ফলক (sound board) স্থাপন কৰা হয় যাতে ধ্বনি ফলকত প্ৰতিফলিত হৈ শব্দ তৰংগ হলঘৰৰ সমুদায় অঞ্চলত সুষমভাৱে বিয়পিব পাৰে (চিত্ৰ 12.15)



*চিত্ৰ ঃ **12.14. সভাসমিতিৰ প্ৰেক্ষাগৃহৰ মূধচ***



*চিত্ৰ ঃ **12.15. ডাঙৰ প্ৰেক্ষাগৃহত ব্যৱহাৰ কৰা ধ্বনি ফলক***

প্ৰশ্নাৱলী

1. সংগীত সমলয়ৰ প্ৰেক্ষাগৃহৰ মূধচখন বক্ৰাকৃতিৰ কিয় হয়?

12.4 শ্ৰৱণৰ পৰিসৰ (Range of Hearing)

মানুহৰ শ্ৰাব্য সীমা (audible range) ৰ প্ৰসাৰ প্ৰায় 20 হাৰ্জ ৰ পৰা 20,000 হাৰ্জ (1 হাৰ্জ = 1 চক্ৰ/চে.)। পাঁচ বছৰৰ তলৰ ল'ৰা-

ছোৱালী আৰু কিছুমান জন্তু যেনে কুকুৰে 25 kHz(1 kHz = 1000 Hz) পৰ্যন্ত শুনে। বাৰ্দ্ধক্যৰ ওচৰ চাপিলে উচ্চ কম্পনাংকৰ প্ৰতি মানুহৰ শ্ৰৱণেন্দ্ৰিয়ৰ সংবেদনশীলতা হ্ৰাস পায়। 20 Hz তকৈ কম কম্পনাংকৰ শব্দক অৱশাব্দিক ধ্বনি (infrasonic sound) বা অৱশব্দ (infrasound) বোলে। যদি আমি অৱশব্দ শুনিবলৈ সক্ষম হ'লোহেতেঁন তেন্তে মৌমাখিৰ পাখিৰ কম্পনৰ গুঞ্জন শুনাৰ লেখীয়াকৈ দোলকৰ দোলনৰ শব্দও শুনিলোহেঁতেন। প্ৰায় 5 Hz পৰ্যন্ত কম কম্পনাংকৰ অৱশব্দৰে গড়ে সংগীৰ সৈতে যোগাযোগ ৰাখে। তিমিমাছ আৰু হাতীয়ে অৱশব্দ উৎপন্ন কৰে। কিছুমান জীৱজন্তুৱে ভুমিকম্পৰ আগমূহূৰ্তত অশান্তি অনুভৱ কৰা দেখা যায়। ভুমিকম্পই মূল প্ৰঘাতী তৰংগৰ জন্ম দিয়াৰ পূৰ্বে কম কম্পনাংকৰ অৱশব্দৰ সৃষ্টি কৰে, যিবিলাকে জীৱজন্তুক সচকিত কৰি তোলে। 20 kHz ৰ অধিক কম্পনাংকৰ শব্দক অতিশাব্দিক ধ্বনি (ultrasonic sound) বা অতিশব্দ (ultrasound) বোলে। ড'লফিন, বাদুলি আৰু শিহুৱে অতিশব্দ সৃষ্টি কৰে। বিশেষ প্ৰজাতিৰ চগা এবিধৰ অতি সংবেদনশীল শ্ৰৱণ অংগ থাকে। এইবিধ চগাই বাদুলিৰ উচ্চ কম্পনাংকৰ চেঁ-চেঁয়ানি শুনে আৰু ওচৰতে উৰি ফুৰা বাদুলিৰ সম্ভেদ পায় আৰু চিকাৰ হোৱাৰ পৰা ৰক্ষা পৰে। এন্দুৰেও অতিশব্দ সৃষ্টি কৰি খেল খেলে।

শ্ৰৱণ সহায়ক যন্ত্ৰ (hearing aid) ঃ কাণেৰে কম শুনা ব্যক্তিক শ্ৰৱণ সহায়ক যন্ত্ৰৰ প্ৰয়োজন হয়। শ্ৰৱণ সহায়ক যন্ত্ৰ হৈছে বেটেৰী চালিত এবিধ ইলেকট্ৰনিক সঁজুলি। মাইক্ৰফ'ন এটাৰ মাধ্যমেৰে শ্ৰৱণ সহায়ক যন্ত্ৰই শব্দ সংগ্ৰহ কৰে। মাইক্ৰফ'নে শব্দ তৰংগক বৈদ্যুতিক সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰে। এটা বিবৰ্ধকৰ (amplifier) দ্বাৰা এই বৈদ্যুতিক সংকেতবোৰ বিবৰ্ধিত কৰা হয়। বিবৰ্ধিত বৈদ্যুতিক সংকেতবোৰ শ্ৰৱণ সহায়ক যন্ত্ৰৰ স্পীকাৰলৈ প্ৰেৰণ কৰা হয়। স্পীকাৰে বিবৰ্ধিত বৈদ্যুতিক সংকেতবোৰ শব্দলৈ ৰূপান্তৰ কৰি কাণত পৰিব দিয়ে। ফলত শ্ৰোতাই সুস্পষ্টকৈ শুনিবলৈ সক্ষম হয়।

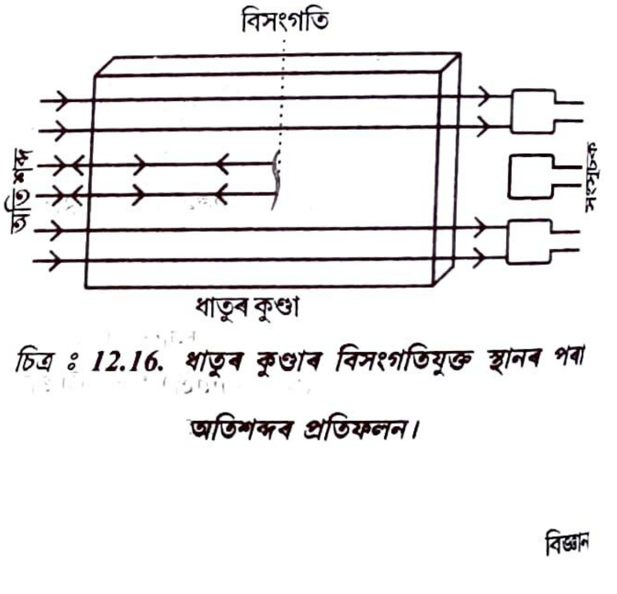
প্ৰশ্নাৱলী

1. সাধাৰণতে মানুহৰ কাণৰ শ্ৰাব্য পৰিসৰ কি?
2. (a) অৱশব্দ আৰু (b) অতিশব্দৰ সৈতে জড়িত কম্পনাংকৰ পৰিসৰ কি?

12.5 অতিশব্দৰ প্ৰয়োগ (Applications of Ultrasound)

অতিশব্দ হৈছে উচ্চ কম্পনাংকৰ শব্দ। প্ৰতিবন্ধক থাকিলেও অতিশব্দই সুনিৰ্দিষ্ট পথেৰে গতি কৰিব পাৰে। অতিশব্দ উদ্যোগ আৰু চিকিৎসা বিজ্ঞানৰ ক্ষেত্ৰত বহুলভাৱে ব্যৱহৃত হয়।

- শঙ্খকুণ্ডলী আকৃতিৰ নলী, অদ্ভুত আকৃতিৰ যন্ত্ৰাংশ, ইলেকট্ৰনিক উপাদান আদিৰ দৰে সহজে ঢুকি নোপোৱা ঠাইবোৰ পৰিষ্কাৰ কৰিবলৈ অতিশব্দ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। পৰিষ্কাৰ কৰিব লগীয়া বস্তুবোৰ এটা পৰিষ্কাৰক দ্ৰৱত ৰখা হয় আৰু তাৰ পিছত দ্ৰৱৰ মাজেৰে অতিশব্দ প্ৰেৰণ কৰা হয়। উচ্চ কম্পনাংকৰ খুন্দাত ধূলি-মাকতি, তেলেতীয়া পদাৰ্থ আৰু মলবোৰ এৰাই আহে আৰু দ্ৰৱৰ তলিত জমা হয়। এই প্ৰক্ৰিয়াত বস্তুবোৰ সম্পূৰ্ণৰূপে পৰিষ্কাৰ হয়।
- ধাতুৰ টুকুৰাৰ ফাট আৰু চ্যুতি ধৰা পেলাবলৈ অতিশব্দ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। যন্ত্ৰ আদিৰ দৰে বৃহদাকাৰ গাঁথন আৰু লগতে বৈজ্ঞানিক যন্ত্ৰপাতিত ধাতুৰে নিৰ্মিত অংশ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। ধাতুৰ কুণ্ডাৰ অন্তৰ্ভাগৰ ফাট বা চ্যুতিবোৰ বাহিৰৰ পৰা দৃশ্যমান নহয় কিন্তু ইয়ে গাঁথনবোৰ দুৰ্বল কৰি তোলে। ধাতুৰ কুণ্ডাৰ মাজেৰে অতিশব্দ প্ৰেৰণ কৰা হয় আৰু সম্প্ৰেৰিত তৰংগবোৰক সংসূচকত (detector) ধৰা পেলোৱা হয়। ধাতুৰ কুণ্ডাৰ অন্তৰ্ভাগৰ অতি ক্ষুদ্ৰ বিসংগতিয়েও অতিশব্দক প্ৰতিফলিত কৰি 12.16 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে চ্যুতি বা বিসংগতিৰ উপস্থিতি নিৰ্ণয় কৰে।



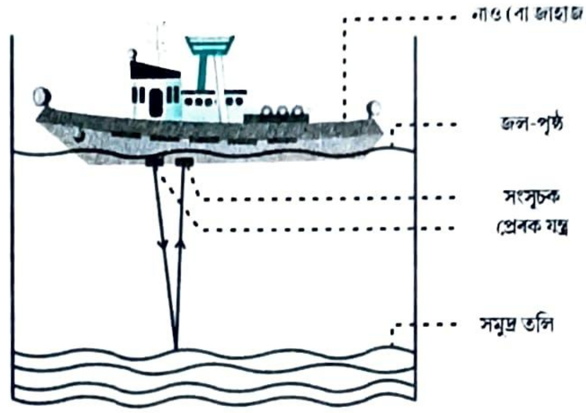
চিত্ৰ ঃ 12.16. ধাতুৰ কুণ্ডাৰ বিসংগতিযুক্ত স্থানৰ পৰা অতিশব্দৰ প্ৰতিফলন।

অধিক তৰংগ দৈৰ্ঘ্যৰ সাধাৰণ শব্দ তৰংগক এনে কামত লগাব নোৱাৰি কাৰণ ইহঁত কোনো বিসংগতিত আপতিত হ'লে প্ৰতিফলিত হোৱাৰ সলনি পথ সলাই বিসংগতিৰ কাষেৰে পাৰ হৈ যাব আৰু শেষত সংসূচকত খুন্দা মাৰিব।

- অতিশাব্দিক তৰংগক হৃৎপিণ্ডৰ বিভিন্ন অংশৰ পৰা প্ৰতিফলিত কৰোৱাই হৃৎপিণ্ডৰ প্ৰতিবিম্ব গঠন কৰা হয়। এই পদ্ধতিক প্ৰতিধ্বনি হৃদয়লেখ (echocardiography) বোলে।
- অতিশব্দ ক্ৰমধাক্ষক (ultrasound scanner) যন্ত্ৰই অতিশাব্দিক তৰংগ ব্যৱহাৰ কৰি মানব শৰীৰৰ অন্তৰ্ভাগৰ অংগৰ প্ৰতিবিম্ব গঠন কৰে। চিকিৎসক এজনে ৰোগীৰ আভ্যন্তৰীন অংগ যেনে যকৃত (liver), পিত্তাশয় (gall bladder), গৰ্ভাশয় (uterus), বৃক্ক (kidney) আদিৰ প্ৰতিবিম্ব প্ৰত্যক্ষ কৰিব পাৰে। ইয়াৰ সহায়ত চিকিৎসকে ৰোগীৰ অংগ সমূহৰ বিসংগতি, যেনে পিত্তাশয় আৰু বৃক্কৰ পাথৰ (stones) বা বিভিন্ন অংগৰ টেমুনা (tumour) ধৰা পেলাব পাৰে। এই পদ্ধতিত অতিশাব্দিক তৰংগ শৰীৰৰ কোষ-কলাৰ (tissue) মাজেৰে সঞ্চালিত হয় আৰু কোষ-কলাৰ ঘনত্বৰ পৰিবৰ্তন ঘটা স্থানৰ পৰা প্ৰতিফলিত হয়। তাৰ পিছত এই তৰংগক বৈদ্যুতিক সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰি অংগৰ একাধিক প্ৰতিবিম্ব গঠন কৰা হয়। ইয়াৰ পিছৰ পদক্ষেপত প্ৰতিবিম্ববোৰ মনিটৰৰ (monitor) পৰ্দাত প্ৰদৰ্শিত হয় নতুবা ফিল্মত (film) ছপা হৈ ওলাই আহে। এই পদ্ধতিটোক অতিশব্দ লেখ পদ্ধতি (ultrasonography) বোলে। গৰ্ভাৱস্থাত ভ্ৰূণৰ জন্মগত বিসংগতি আৰু অনিয়মিত বৃদ্ধি নিৰ্ণয় কৰিবৰ বাবেও এই পদ্ধতিৰ ব্যৱহাৰ কৰা হয়।
- বৃক্কত গঠন হোৱা সৰু সৰু পাথৰ ভাঙি গুৰি কৰিবৰ বাবেও অতিশব্দ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই পাথৰৰ গুৰিবোৰ পিছত প্ৰস্ৰাৱৰ লগত ওলাই আহে।

12.5.1 চনাৰ (SONAR)

চনাৰ শব্দই শাব্দিক দিক্ নিৰ্ণয় আৰু জৰীপ বুজায়। ইংৰাজীৰ SOund Navigation And Ranging ৰ শব্দকেইটাৰ বৰফলা আখৰ কেইটা লগ লগাই চমুকৈ sonar বুলি কোৱা হয়। এই যন্ত্ৰৰে পানীৰ তলৰ বস্তুৰ দূৰত্ব, দিশ আৰু দ্ৰুতি নিৰ্ণয় কৰা হয়। চনাৰে কেনেকৈ কাম কৰে? চনাৰত এটা প্ৰেৰক যন্ত্ৰ (transmitter) আৰু এটা গ্ৰাহক যন্ত্ৰ (detector) থাকে; এই দুটা নাও বা জাহাজৰ তলিত 12.17 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে লগোৱা থাকে।



চিত্ৰ **12.17:** প্ৰেৰক যন্ত্ৰই অতিশব্দ প্ৰেৰণ কৰিছে আৰু গ্ৰাহক যন্ত্ৰই সংগ্ৰহ কৰিছে

প্ৰেৰক যন্ত্ৰই অতিশাব্দিক তৰংগ উৎপন্ন কৰে আৰু প্ৰেৰণ কৰে। এই তৰংগবোৰ পানীৰ মাজেৰে সঞ্চালিত হয় আৰু সমুদ্ৰতলিত থকা বস্তুত প্ৰতিফলিত হৈ উভতি আহে আৰু গ্ৰাহক যন্ত্ৰত ধৰা পৰে। গ্ৰাহক যন্ত্ৰই উভতি অহা অতিশাব্দিক তৰংগবোৰক বৈদ্যুতিক সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰে। তাৰ পৰৱৰ্তী পৰ্যায়ত এই সংকেতবোৰৰ যথোপযুক্ত বিশ্লেষণ সম্পন্ন হয়। পানীত শব্দৰ দ্ৰুতি আৰু অতিশব্দৰ প্ৰেৰণ আৰু সংগ্ৰহণৰ মাজৰ সময়ৰ অন্তৰাল জনা থাকিলে শব্দ প্ৰতিফলিত কৰা বস্তুটোৰ দূৰত্ব নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। ধৰা হওঁক, অতিশব্দৰ প্ৰেৰণ আৰু সংগ্ৰহণৰ মাজৰ সময়ৰ অন্তৰাল = t আৰু সাগৰৰ পানীত শব্দৰ দ্ৰুতি υ। গতিকে অতি শব্দই অতিক্ৰম কৰা মুঠ দূৰত্ব $2d = \upsilon \times t$

উপৰোক্ত পদ্ধতিটোক প্ৰতিধ্বনি জৰীপ (echo-ranging) বুলি কোৱা হয়। সমুদ্ৰ তলিৰ গভীৰতা আৰু সমুদ্ৰতলিৰ পাহাৰ, উপত্যকা; শিহুজাহাজ (submarine), হিমশিলাখণ্ড (Iceberg), ডুব যোৱা জাহাজ আদিৰ অৱস্থান নিৰ্ণয়ৰ বাবে চনাৰ প্ৰযুক্তি ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

উদাহৰণ -12.3 জাহাজ এখনে প্ৰেৰণ কৰা অতিশাব্দিক তৰংগবোৰ সমুদ্ৰতলিত প্ৰতিফলিত হৈ 3.42 s ৰ পিছত গ্ৰাহক যন্ত্ৰত ধৰা পৰিল। সাগৰৰ পানীত অতিশব্দৰ দ্ৰুতি 1531 m/s হ'লে, জাহাজৰ পৰা সমুদ্ৰতলিৰ দূৰত্ব কিমান?

সমাধান:

দিয়া আছে,

প্ৰেৰণ আৰু সংগ্ৰহনৰ মাজৰ সময়, $t = 3.42$ s

সাগৰৰ পানীত অতিশব্দৰ দ্ৰুতি, $\upsilon = 1531$ m/s

অতিশব্দই অতিক্ৰম কৰা দূৰত্ব, = 2 × সমুদ্ৰতলিৰ গভীৰতা

= 2d

য'ত d হ'ল সমুদ্ৰতলিৰ গভীৰতা।

$$2d = \text{শব্দৰ দ্ৰুতি} \times \text{সময়}$$

$$= 1531 \text{ m/s} \times 3.42 \text{ s}$$

$$= 5236 \text{ m}$$

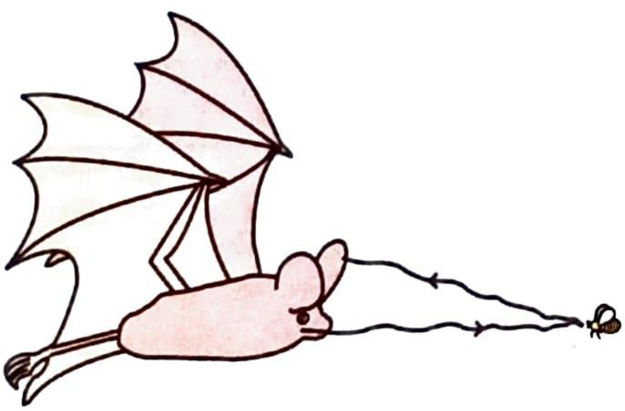
$$d = 5236 \text{ m}/2 = 2618 \text{ m.}$$

অৰ্থাৎ জাহাজৰ পৰা সমুদ্ৰতলিৰ গভীৰতা 2618 m বা 2.62 km

প্ৰশ্নাৱলী

1. *চিচ জাহাজ এখনে নিৰ্গত কৰা চনাৰ স্পন্দন (sonar pulse) এটা সমুদ্ৰ তলিৰ টিলা এটাত খুন্দা খাই 1.02 s ত উভতি আহিল। যদি লুণীয়া পানীত শব্দৰ দ্ৰুতি 1531 m/s হয়, তেন্তে টিলাটোৰ দূৰত্ব কিমান?*

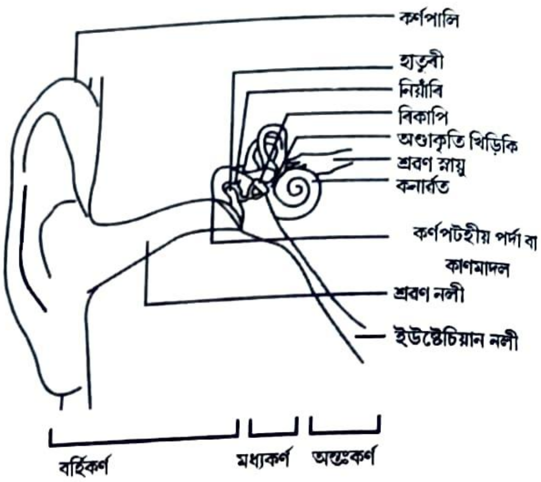
পূৰ্বে উল্লেখ কৰা হৈছে যে বাদুলিয়ে অতিশাব্দিক তৰংগ প্ৰেৰণ কৰি আৰু তাৰ প্ৰতিফলন ধৰা পেলাই চিকাৰ বিচাৰে আৰু অন্ধকাৰত উৰি ফুৰে। বাদুলিৰ অতি তীক্ষ চেঁ-চেঁয়ানিবোৰ প্ৰতিবন্ধক বা চিকাৰৰ পৰা প্ৰতিফলিত হৈ 12.18 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে বাদুলিৰ কাণলৈ উভতি আহে। প্ৰতিফলিত তৰংগৰ প্ৰকৃতিৰ পৰা বাদুলিয়ে প্ৰতিবন্ধকৰ অৱস্থান আৰু প্ৰকাৰৰ উমান পায়। শিহুৱেও দিক্ নিৰ্ণয়ৰ বাবে আৰু অন্ধকাৰত খাদ্য সন্ধানৰ বাবে অতিশব্দ ব্যৱহাৰ কৰে।



চিত্ৰ - 12.18. বাদুলিয়ে নিৰ্গত কৰা অতিশব্দ চিকাৰ বা প্ৰতিবন্ধকৰ দ্বাৰা প্ৰতিফলিত হৈ উভতি আহিছে।

12.6 মানুহৰ কাণৰ গঠন (Structure of Human Ear)

আমি কেনেকৈ শুনো? আমি অতি সংবেদনশীল অংগ কাণৰ সহায়ত শুনো। বায়ুত হোৱা শ্ৰাব্য কম্পনাংকৰ চাপৰ পৰিবৰ্তনক ই বৈদ্যুতিক সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰি তাক শ্ৰৱণ স্নায়ুৰে (auditory nerve)



চিত্ৰ -12.19. মানুহৰ শ্ৰৱণ অংগ

মগজুলৈ সঞ্চালিত কৰে। মানুহৰ কাণৰ শ্ৰৱণ প্ৰক্ৰিয়া তলত ব্যাখ্যা কৰা হ'ল।

কাণৰ বাহ্যিক অংশক কৰ্ণপালি (pinna) বোলে। ই চৌপাশৰ শব্দবোৰ সংগ্ৰহ কৰে। সংগ্ৰহীত শব্দবোৰ শ্ৰৱণ নলীৰে সঞ্চালিত হয়। শ্ৰৱণ নলীৰ শেষ প্ৰান্তত পাতল পৰ্দা এখন থাকে। ইয়াকে কৰ্ণপটহীয় পৰ্দা (tympanic membrane) বা কাণমাদল (eardrum) বোলে। মাধ্যমৰ ঘনীভৱন কাণমাদলত উপনীত হ'লে পৰ্দাৰ বহিৰ্ভাগত চাপৰ বৃদ্ধি হয় আৰু কাণমাদলক ভিতৰলৈ ঠেলে। একেদৰে মাধ্যমৰ তনুভৱনে স্পৰ্শ কৰিলে কাণমাদল বাহিৰলৈ ওলাই আহে। এইদৰে কাণমাদলত কম্পনৰ সৃষ্টি হয়। এই কম্পনক মধ্যকৰ্ণত থকা তিনিডাল হাড়ে (হাতুৰী, নিয়াঁৰি আৰু ৰিকাপি) (hammer, anvil and stirrup) কেবা গুণে সংবৰ্দ্ধিত কৰে। শব্দৰ পৰা উদ্ভূত সংবৰ্দ্ধিত চাপৰ পৰিবৰ্তনক মধ্যকৰ্ণই অন্তঃকৰ্ণলৈ প্ৰেৰণ কৰে। অন্তঃকৰ্ণত বায়ুচাপৰ পৰিবৰ্তনক কৰ্ণাবৰ্তই (cochlea) বৈদ্যুতিক সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰে। শ্ৰৱণ স্নায়ুৰ (auditory nerve) দ্বাৰা বৈদ্যুতিক সংকেতবোৰ মগজু পায়গৈ আৰু মগজুৱে এইবোৰক শব্দ বুলি তাৎপৰ্যোদ্ধাৰ কৰে।

তোমালোকে কি শিকিলা

- বিভিন্ন বস্তুৰ কম্পনৰ বাবে শব্দৰ উৎপত্তি হয়।
- ভৌতিক মাধ্যমৰ মাজেৰে শব্দ অনুদৈৰ্ঘ্য তৰংগৰ ৰূপত সঞ্চালিত হয়।
- মাধ্যমৰ অনুক্ৰমিক সংকোচন আৰু তনুভৱন হিচাপে শব্দ সঞ্চালিত হয়।
- শব্দৰ সঞ্চালনত শব্দত নিহিত থকা শক্তিৰহে সঞ্চালন হয়, মাধ্যমৰ কণাবোৰ কিন্তু স্থানান্তৰিত নহয়।
- শূন্যত শব্দৰ সঞ্চালন নহয়।
- মাধ্যমৰ ঘনত্ব, এবাৰ সৰ্বোচ্চ মানৰ পৰা সৰ্বনিম্ন মানলৈ হ্ৰাস হোৱাৰ পিছত পুনৰাই সৰ্বোচ্চ মানপ্ৰাপ্ত হ'লে এটা কম্পন সম্পূৰ্ণ হোৱা বুলি কোৱা হয়।
- দুটা অনুক্ৰমিক সংকোচন বা দুটা অনুক্ৰমিক তনুভৱনৰ মাজৰ দূৰত্বক তৰংগ দৈৰ্ঘ্য, λ বোলে।
- মাধ্যমৰ ঘনত্ব বা চাপৰ এটা কম্পন সম্পূৰ্ণ হওঁতে তৰংগক প্ৰয়োজন হোৱা সময়ক পৰ্যায় কাল, T বোলে।
- প্ৰতি একক সময়ত সংঘটিত সম্পূৰ্ণ কম্পনৰ সংখ্যাক কম্পনাংক, (ν) বোলে, $\nu = \frac{1}{T}$
- শব্দৰ দ্ৰুতি υ, কম্পনাংক ν আৰু তৰংগ দৈৰ্ঘ্য λ ৰ মাজৰ সম্পৰ্ক $\upsilon = \nu\lambda$ সমীকৰণেৰে স্থাপিত হৈছে।
- শব্দৰ দ্ৰুতি প্ৰধানতঃ সি সঞ্চালিত হোৱা মাধ্যমৰ প্ৰকৃতি আৰু উষ্ণতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।
- শব্দৰ প্ৰতিফলনৰ সূত্ৰ অনুসৰি আপতিত আৰু প্ৰতিফলিত শব্দৰ দিশ দুটাই আপতন বিন্দুত প্ৰতিফলন পৃষ্ঠৰ সাপেক্ষে টনা অভিলম্বৰ লগত সমান সমান কোণ উৎপন্ন কৰে আৰু এই তিনিওটা একেখন সমতলত থাকে।
- শব্দ স্পষ্টকৈ শুনিবলৈ হ'লে মূল শব্দ আৰু প্ৰতিফলিত শব্দৰ মাজৰ সময়ৰ অন্তৰাল কমেও 0.1 s হ'ব লাগিব।
- প্ৰেক্ষাগৃহত শব্দ কিছু সময়লৈ টিকি থকাৰ কাৰণ হ'ল শব্দৰ বাৰম্বাৰ প্ৰতিফলন আৰু ইয়াকে অনুৰণন বোলে।
- শব্দৰ তীক্ষ্ণতা, তীব্ৰতা আৰু গুণৰ দৰে চৰিত্ৰ তৰংগৰ ধৰ্মৰ পৰা নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি।
- শব্দৰ প্ৰাবল্যৰ প্ৰতি মানুহৰ কাণৰ জৈৱিক সহাঁৰিয়েই হ'ল শব্দৰ তীব্ৰতা বা উচ্চ স্বৰতা।
- একক ক্ষেত্ৰফলৰ মাজেৰে প্ৰতি চেকেণ্ডত পাৰহৈ যোৱা শব্দ শক্তিকে শব্দৰ প্ৰাবল্য বোলে।
- সাধাৰণ ব্যক্তি এজনৰ ক্ষেত্ৰত শ্ৰৱণৰ পৰিসৰ, 20 Hz — 20 kHz কম্পনাংকৰ পৰিসৰৰ ভিতৰত সীমাবদ্ধ।

- শ্ৰাব্য সীমাৰ তলৰ কম্পনাংকৰ শব্দক অৱশাব্দিক আৰু তাতকৈ বেছি কম্পনাংকৰ শব্দক অতিশাব্দিক বুলি কোৱা হয়।
- অতিশব্দৰ বহুতো চিকিৎসা সম্বন্ধীয় আৰু ঔদ্যোগিক প্ৰয়োগ আছে।
- সাগৰৰ গভীৰতা আৰু সাগৰৰ তলিত থকা পাহাৰ, উপত্যকা, শিহুজাহাজ, হিম শিলাখণ্ড, শিহুজাহাজ আদিৰ অৱস্থান নিৰ্ণয়ৰ বাবে চনাৰ (Sonar) প্ৰযুক্তি ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

অনুশীলনী

1. শব্দ কি আৰু ইয়াক কেনেকৈ উৎপন্ন কৰা হয়?
2. শব্দৰ উৎসৰ ওচৰত বায়ুৰ ঘনীভৱন আৰু তনুভৱনে কেনেকৈ উৎপন্ন হয় চিত্ৰৰ সহায়ত ব্যাখ্যা কৰা।
3. শব্দৰ সঞ্চালনৰ বাবে মাধ্যমৰ প্ৰয়োজনীয়তা প্ৰদৰ্শন কৰা পৰীক্ষা এটা উল্লেখ কৰা।
4. শব্দ তৰংগক অনুদৈৰ্ঘ্য তৰংগ বুলি কিয় কোৱা হয়?
5. অন্ধকাৰ কোঠা এটাত বহুতৰ লগত বহি থকা অৱস্থাত শব্দৰ কোনটো বৈশিষ্ট্যৰ বাবে তোমাৰ বন্ধুৰ মাত চিনাক্ত কৰিব পাৰা?
6. বিজুলী আৰু ঢেৰেকণি দুয়োটাৰ একেলগে সৃষ্টি হয়। কিন্তু বিজুলী দৃশ্যমান হোৱাৰ কেইচেকেণ্ডমানৰ পিছতহে ঢেৰেকণি শুনা যায়, কিয়?
7. ব্যক্তি এজনৰ শ্ৰাব্য সীমাৰ পৰিসৰ 20 Hz - 20 kHz ৰ ভিতৰত। এই দুটা তৰংগ কম্পনাংকৰ সাপেক্ষে শব্দ তৰংগৰ বায়ুত প্ৰাৰূপিক তৰংগ দৈৰ্ঘ্য কিমান? বায়ুত শব্দৰ দ্ৰুতি 344 m/s বুলি ধৰা।
8. এলুমিনিয়ামৰ দণ্ড এডালৰ দুই মূৰত দুজন ছাত্ৰ আছে। এজনে শিলগুটিৰে দণ্ডডাল টুকৰিয়াই দিলে। শব্দ বায়ু আৰু এলুমিনিয়ামৰ মাজেৰে গৈ ইজন ছাত্ৰৰ ওচৰ পাওঁতে লগা সময়ৰ অনুপাত উলিওৱা।
9. শব্দৰ উৎস এটাৰ কম্পনাংক 100 Hz। ই এক মিনিটত কিমানটা কম্পন সম্পুৰ্ণ কৰিব?
10. পোহৰে মানি চলা প্ৰতিফলনৰ সূত্ৰকেইটা শব্দই মানেনে? ব্যাখ্যা কৰা।
11. দূৰৱ বস্তু এটাই শব্দ প্ৰতিফলিত কৰিলে প্ৰতিধ্বনিৰ সৃষ্টি হয়। ধৰা হওঁক, শব্দৰ উৎস আৰু প্ৰতিফলক পৃষ্ঠৰ মাজৰ দূৰত্ব একে আছে। তাতোকৈ গৰম দিন এটাত প্ৰতিধ্বনিৰ শব্দ শুনিবানে?
12. শব্দ তৰংগৰ প্ৰতিফলনৰ দুটা ব্যৱহাৰিক প্ৰয়োগ লিখা।
13. 500 m ওখ স্তম্ভ এটাৰ শীৰ্ষৰ পৰা শিল এটা স্তম্ভৰ পাদদেশত থকা পুখুৰীৰ পানীত পৰিবলৈ দিয়া হল। পানীত পৰাৰ শব্দটো স্তম্ভটোৰ শীৰ্ষত কেতিয়া শুনিবলৈ পোৱা যাব? দিয়া আছে $g=10\ m/s^2$ আৰু শব্দৰ দ্ৰুতি $=340\ m/s$.
14. শব্দ তৰংগ এটা $339\ ms^{-1}$ দ্ৰুতিৰে সঞ্চালিত হৈছে। যদি ইয়াৰ তৰংগ দৈৰ্ঘ্য 1.5 cm, তেন্তে তৰংগটোৰ কম্পনাংক কিমান? ই শ্ৰাব্য হ'বনে?
15. অনুৰণন কাক বোলে? ইয়াক কেনেকৈ কমাব পাৰি?
16. শব্দৰ তীব্ৰতা কাক বোলে? কি কি কাৰকৰ ওপৰত ই নিৰ্ভৰশীল?

17. চিকাৰ ধৰিবলৈ বাদুলিয়ে অতিশব্দৰ ব্যৱহাৰ কি দৰে কৰে?

18. পৰিষ্কাৰ (cleaning) কৰিবলৈ অতিশব্দৰ ব্যৱহাৰ কি দৰে হয়?

19. চনাৰৰ কাৰ্যনীতি আৰু প্ৰয়োগ ব্যাখ্যা কৰা।

20. শিহুজাহাজত সংযুক্ত চনাৰ সঁজুলি এটাই সংকেত প্ৰেৰণ কৰাৰ 5 s পিছত প্ৰতিধ্বনি ধৰা পেলালে। শিহুজাহাজৰ পৰা বস্তুটোৰ দুৰত্ব 3625 m হ'লে পানীত শব্দৰ দ্ৰুতি নিৰ্ণয় কৰা।

21. অতিশব্দ ব্যৱহাৰ কৰি ধাতুৰ কুণ্ডা এটাৰ বিসংগতি কেনেকৈ ধৰা পেলোৱা হয় ব্যাখ্যা কৰা।

22. মানুহৰ কাণৰ কাৰ্য পদ্ধতি ব্যাখ্যা কৰা।