

ইউনিট : ৭

তরঙ্গ ও শব্দ

WAVE & SOUND

ভূমিকা

পুকুর বা জলাশয়ের পানিতে এক টুকরো টিল ফেললে চারিদিকে পানির ঢেউ ছড়িয়ে পড়ে। সমুদ্রের সৈকতে বা বিশাল জলাশয়ের পাড়ে পানির ঢেউ আছড়ে পড়ে। এই ঢেউ বিজ্ঞানের ভাষায় তরঙ্গ। আমাদের চারিদিকে বিভিন্ন রকম তরঙ্গের মধ্যে একটি হলো পানির তরঙ্গ। অন্যান্য তরঙ্গ হলো শব্দ তরঙ্গ, আলোক তরঙ্গ, বেতার তরঙ্গ, বিভিন্ন ধরনের তাড়িতচুম্বকীয় তরঙ্গ ইত্যাদি। তরঙ্গের মাধ্যমে শক্তি সঞ্চারিত হয়। পুকুরের তরঙ্গ সম্পর্কে আমাদের কিছু ধারণা আছে সত্য, কিন্তু বিভিন্ন প্রকার তরঙ্গের পর্যাপ্ত এবং সুষ্ঠু ব্যবহার নিশ্চিত করতে হলে তরঙ্গ সম্পর্কে আমাদের আরও কিছু জানা দরকার। শব্দ এক রকম তরঙ্গ। আমাদের মনের ভাব প্রকাশের এবং যোগাযোগের প্রধান মাধ্যম শব্দ। আমরা কথা বলি, কথা শুনি। গীত বাদ্য, কোলাহল, চিৎকার চেচামেচি, ইঞ্জিনের হুহুহাস প্রতিদিন কত রকমের শব্দের মোকাবেলা করি। শব্দ আমাদের জীবনের গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। কত ধরনের শব্দ— উচ্চ, নিম্ন, নরম, চিৎকার, সুরেলা, মিষ্টি, তীক্ষ্ণ ইত্যাদি। শব্দ এক প্রকার শক্তি। শব্দের প্রকৃতি, বৈশিষ্ট্য ও কার্যকারিতা সম্পর্কে আমরা যত বেশি জানব তত সুষ্ঠু ও নিয়ন্ত্রিতভাবে এর ব্যবহার করতে পারব।

এ ইউনিটে প্রথমে তরঙ্গ সম্পর্কীয় কিছু মৌলিক বিষয় যেমন- পর্যাবৃত্ত গতি, স্পন্দন ও সরল ছন্দিত স্পন্দন, তরঙ্গ সম্পর্কিত রাশিসমূহ, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও তরঙ্গ বেগের সম্পর্ক এবং তরঙ্গের প্রকারভেদ নিয়ে এবং পরে শব্দ ও শব্দের বৈশিষ্ট্য, বিভিন্ন প্রকার শব্দ, শব্দের বেগ ও এর উপর তাপমাত্রার প্রভাব, প্রতিফলন, প্রতিধ্বনি, শ্রাব্যতার সীমা, শব্দের তরঙ্গ, শব্দোত্তর কম্পাঙ্ক -এদের প্রয়োগ, শব্দ দূষণ নিয়ে আলোচনা করা হবে।

পাঠ-১ তরঙ্গ ও তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য (Wave and Its Nature)



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি

১. পর্যাবৃত্ত গতি ও স্পন্দন গতি কী উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
২. তরঙ্গ কী ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যসমূহে বর্ণনা করতে পারবেন।



৭.১.১ পর্যাবৃত্ত গতি, স্পন্দন ও সরল ছন্দিত স্পন্দন

Periodic Motion, Oscillation and Simple Harmonic Oscillation

আমরা জানি, পারিপার্শ্বিকের প্রেক্ষিতে এবং সময়ের সাপেক্ষে বস্তুর অবস্থান পরিবর্তনকে গতি বলে। গতি বিশ্ব প্রকৃতি এবং আমাদের জীবনের অত্যন্ত ঘনিষ্ঠ বিষয়। আমরা সব সময়ই চলাফেরা করছি। কখনও সোজা চলি, কখনও আঁকাবাকা পথে চলি। এসব রৈখিক গতি। এ ছাড়াও আমরা প্রতিদিন আরও বিভিন্ন প্রকারের গতির সাথে পরিচিত হই। এগুলো কোনটিই সাধারণ রৈখিক গতি নয়।

৭.১ নং চিত্রে দেখানো গতিশীল বস্তুগুলো লক্ষ্য করুন। বস্তুগুলো নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে অতিক্রম করেছে। এই গতি বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার, সরল রৈখিকও হতে পারে। এধরনের গতিকে বলা হয় পর্যাবৃত্ত গতি। আর একই দিক থেকে নির্দিষ্ট বিন্দুটি অতিক্রম করতে বস্তুটির যে সময় লাগছে তাকে বলা হয় পর্যায়কাল।



চিত্র : ৭.১ পর্যাবৃত্ত গতি

সংজ্ঞা : কোনো বস্তু নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে অতিক্রম করলে যে গতি উৎপন্ন হয় তাকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

পর্যায় গতিসম্পন্ন বস্তু বা বস্তু কণার একই দিক থেকে নির্দিষ্ট বিন্দুটি অতিক্রম করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে।

পর্যাবৃত্ত গতি দু' ধরণের। ঘূর্ণন গতি ও স্পন্দন গতি। লক্ষ্য করুন, ঘড়ির কাঁটা, বৈদ্যুতিক পাখা সবসময় একই দিকে চলে। আবার দোলনায় দোল খাওয়া, পেডুলামের গতি, ইঞ্জিনের মধ্যে পিস্টনের গতি সবসময় একই দিকে হচ্ছে না। কিছুক্ষণ পরপর গতির দিক পাল্টে যাচ্ছে। আমাদের হৃদস্পন্দন বা রক্ত নালীর মধ্য দিয়ে রক্তের গতিও পর্যাবৃত্ত গতি। যদি পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় বিপরীত দিকে চলে তবে ঐ গতিকে স্পন্দন গতি বা ছন্দিত গতি বলে। রক্তনালীর মধ্য দিয়ে রক্তের গতি, পানির তরঙ্গের গতি, সরল দোলকের গতি এধরনের ছন্দিত গতি।

যদি পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন বস্তু বা কণার গতি সরল রৈখিক হয় এবং এর ত্বরণ সাম্য অবস্থান থেকে এর সরণের সমানুপাতিক হয় এবং এর দিক সব সময় সাম্য অবস্থান অভিমুখী হয়, তা হলে বস্তু কণার ঐ গতিকে সরল ছন্দিত গতি বা সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে। কোন স্থিৎ এর এক প্রান্ত দৃঢ় কোন অবস্থানে বেঁধে অন্য প্রান্তে একটি ভারী বস্তু ঝুলিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে তার উপর-নিচে গতি, তারের বাদ্যযন্ত্র- যেমন গিটারের তার টেনে ছেড়ে দিলে তার গতি, পেডুলামের গতি, ইঞ্জিনের মধ্যে পিস্টনের গতি ইত্যাদি সরল ছন্দিত গতির উদাহরণ।

সরল ছন্দিত গতির বৈশিষ্ট্য (Characteristics of simple harmonic motion)

১. এটি পর্যাবৃত্ত গতি
২. এটি একটি সরল স্পন্দন গতি
৩. এটি সরল রৈখিক গতি
৪. যে কোন সময় ত্বরণের মান সাম্যাবস্থান থেকে সরণের মানের সমানুপাতিক
৫. ত্বরণ সর্বদা একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী

৭.১.২ তরঙ্গ ও তার বৈশিষ্ট্য (Wave and its Characteristics)

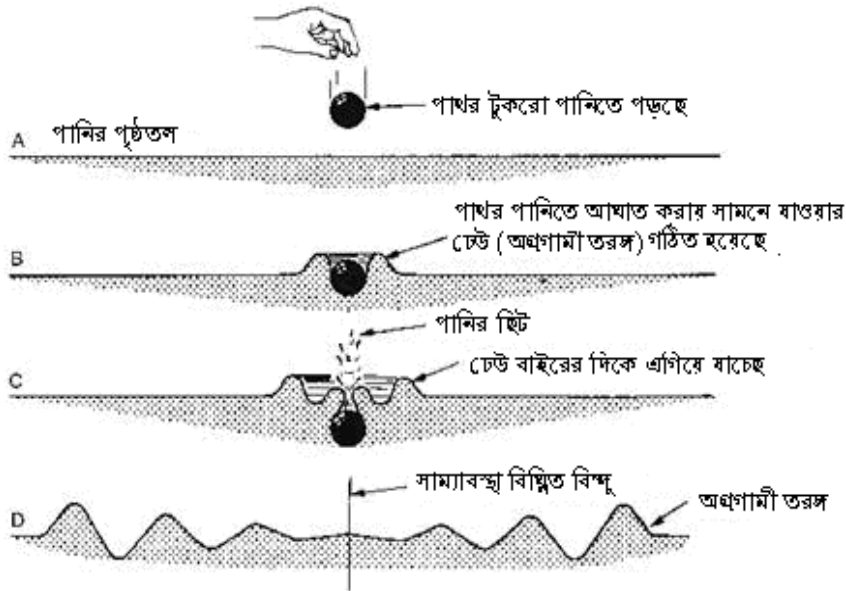


পুকুরের মধ্যে স্থির পানিতে ঢিল ছুড়েছেন কখনও? কি পাশের ৭.২ চিত্রটি চোখে ভাসছে তাই তো? তরঙ্গ বলতে এ দৃশ্যটাই ভেসে ওঠে আমাদের মনে। কিন্তু কখনও কি ভেবে দেখেছেন কেন এমন হয়?

ঢিলটি পানিতে ফেললে ঐ স্থানের পানির কণাগুলোর উপর ধাক্কা বা চাপ পড়ে, ফলে পানির কণাগুলো নিচে নেমে যায়। আর চারপাশের কণাগুলো উপরেই থেকে যায়।

চিত্র : ৭.২-স্থির পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গ

কিন্তু এ অবস্থা খুবই অল্প সময়ের জন্য, মুহূর্তের মধ্যে নিম্নগামী কণাগুলোর উপর থেকে ঢিলের চাপ সরে যায় ফলে কণাগুলো আগের জায়গায় ফিরে আসার জন্য বিপরীত অর্থাৎ উর্ধ্বমুখী ধাক্কা দেয়। কিছু কণা গতি জড়তার প্রভাবে আগের সাম্যাবস্থা থেকে উপরে উঠে যায়। এভাবে পানির কণাগুলোর মধ্যে এক ধরণের উপর নিচে গতিশীল সরল ছন্দিত স্পন্দন সৃষ্টি হয়। ক্রমশ এই স্পন্দন তার পার্শ্ববর্তী কণার মধ্যে সঞ্চারিত হয়। এভাবে পানির কণার উঠা নামা থেকেই পানি তলের ওঠা নামা তথা ঢেউ বা তরঙ্গ সৃষ্টি হয় (চিত্র ৭.৩)।



চিত্র : ৭.৩ পানির ঢেউ যেভাবে এগিয়ে যায়

আপনি অবশ্য লক্ষ্য করেছেন পুকুরের মাঝখানে উৎপন্ন এই তরঙ্গ ধীরে ধীরে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে এবং এক সময় পাড়ে গিয়ে আছড়ে পড়ে। এতে শক্তি এক স্থান থেকে অন্য স্থানে সঞ্চারিত হয়।

শুধু পানি নয় যে কোন তরল, বায়বীয়, এমনকি কঠিন পদার্থ-কণার মধ্যেও এভাবে স্পন্দন বা কম্পন সৃষ্টি হলে তরঙ্গ সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ তরঙ্গ সৃষ্টির জন্য জড় মাধ্যম প্রয়োজন হয়। জড় মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের ফলে সৃষ্টি। যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন ঐ মাধ্যমের এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চারিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলো স্থানান্তরিত হয় না সেই পর্যাবৃত্ত আন্দোলনকে তরঙ্গ বলে।

জড় মাধ্যমের কণার আন্দোলন ছাড়াও তরঙ্গ সৃষ্টি হতে পারে। কিন্তু জড় মাধ্যমের কণার আন্দোলনে সৃষ্টি তরঙ্গকে বলা হয় যান্ত্রিক তরঙ্গ। আমরা কথা বলি, বিভিন্ন উপায়ে শব্দ সৃষ্টি করি বা শব্দ সৃষ্টি হয় তা বিভিন্ন জড় পদার্থের কম্পন থেকে। তাই পানির তরঙ্গ, শব্দ তরঙ্গ, ভূমি কম্পনের ফলে সৃষ্টি ভূ-তরঙ্গ ইত্যাদি যান্ত্রিক তরঙ্গ।

আমরা সূর্য থেকে আলো এবং তাপ পাই। সূর্য থেকে পৃথিবীতে আলো এবং তাপ আসে তরঙ্গাকারে। সূর্য এবং পৃথিবীর মধ্যে মহাশূন্য, কোন জড় মাধ্যম নেই। আলো, তাপ মাধ্যম ছাড়াই বিশেষ ধরনের তরঙ্গ আকারে সঞ্চারিত হয়। এ তরঙ্গকে বলা হয় তাড়িতচুম্বকীয় তরঙ্গ। বেতার তরঙ্গ, এক্সরশি, গামারশি, তাড়িতচুম্বকীয় তরঙ্গ ইত্যাদি। এ বিষয়ে ভিন্ন ইউনিটে আলোচনা করা হয়েছে।

৭.১.৩ যান্ত্রিক তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of mechanical waves)

১. মাধ্যমের কণার স্পন্দন গতির ফলে তরঙ্গ উৎপন্ন হয়
২. মাধ্যমের কণাগুলো সাম্য অবস্থান থেকে উপরে নিচে অথবা সামনে পেছনে স্পন্দিত হতে থাকে। মাধ্যমের মধ্য দিয়ে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে স্থানান্তরিত হয় না।
৩. তরঙ্গ মাধ্যমের এক স্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি ও তথ্য সঞ্চারণ বা স্থানান্তর করে।
৪. তরঙ্গের কণাগুলো বিভিন্ন বেগে স্পন্দিত হয়। স্পন্দনের বেগ পর্যায়ক্রমে কমে বাড়ে। কিন্তু তরঙ্গ সুসম বেগে সঞ্চারিত হয়। অর্থাৎ কণাগুলোর স্পন্দন গতি এবং তরঙ্গ বেগ এক নয়।
৫. তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কণাগুলোর স্পন্দনের দিক এবং তরঙ্গ সঞ্চারণের দিক এক নাও হতে পারে।



সার-সংক্ষেপ:

পর্যাবৃত্ত গতি : কোনো বস্তু নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে অতিক্রম করলে যে গতি উৎপন্ন হয় তাকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে। পর্যাবৃত্ত গতি দু' ধরনের। ঘূর্ণন গতি ও স্পন্দন গতি।

পর্যায়কাল : পর্যায় গতিসম্পন্ন বস্তু বা বস্তু কণার একই দিক থেকে নির্দিষ্ট বিন্দুটি অতিক্রম করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে।

স্পন্দন গতি : যদি পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোন বস্তু পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোন নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় বিপরীত দিকে চলে তবে ঐ গতিকে স্পন্দন গতি বা ছন্দিত গতি বলে।

সরল ছন্দিত গতি : যদি পর্যাবৃত্ত গতি সম্পন্ন বস্তু বা কণার গতি সরল রৈখিক হয় এবং এর ত্বরণ সাম্য অবস্থান থেকে এর সরণের সমানুপাতিক হয় এবং এর দিক সব সময় সাম্য অবস্থান অভিমুখী হয়, তা হলে বস্তু কণার ঐ গতিকে সরল ছন্দিত গতি বা সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে।

তরঙ্গ : জড় মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের ফলে সৃষ্টি যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন ঐ মাধ্যমের এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চারিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলো স্থানান্তরিত হয় না সেই পর্যাবৃত্ত আন্দোলনকে তরঙ্গ বলে।

যান্ত্রিক তরঙ্গ ও তাড়িতচুম্বক তরঙ্গ : জড় মাধ্যমের কণার আন্দোলনে সৃষ্টি তরঙ্গকে বলা হয় যান্ত্রিক তরঙ্গ। মাধ্যম ছাড়াও বিশেষ ধরনের তরঙ্গ সঞ্চারিত হয়। এ তরঙ্গকে বলা হয় তাড়িতচুম্বক তরঙ্গ।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। পর্যাবৃত্ত গতি কেমন?

(ক) বৃত্তাকার	(খ) উপবৃত্তাকার	(গ) সরল রৈখিক	(ঘ) উপরের সবগুলো
---------------	-----------------	---------------	------------------
- ২। নিচের কোনটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য নয়?

(ক) পর্যাবৃত্ত গতি	(খ) ঘূর্ণন গতি	(গ) স্পন্দন গতি	(ঘ) সরল রৈখিক গতি
--------------------	----------------	-----------------	-------------------
- ৩। কোনটি যান্ত্রিক তরঙ্গ?

(ক) শব্দ তরঙ্গ	(খ) তাপ তরঙ্গ	(গ) আলোক তরঙ্গ	(ঘ) বেতার তরঙ্গ
----------------	---------------	----------------	-----------------
- ৪। জড় মাধ্যমের কণার আন্দোলনের ফলে কোন ধরণের তরঙ্গ সৃষ্টি হয়?

(ক) তাড়িৎচৌম্বক তরঙ্গ	(খ) যান্ত্রিক তরঙ্গ
(গ) তাপ তরঙ্গ	(ঘ) আলোক তরঙ্গ
- ৫। যান্ত্রিক তরঙ্গের জন্য কোনটি অপরিহার্য নয়?

(ক) তরঙ্গ মাধ্যম	(খ) তরঙ্গ সৃষ্টকারী কণা
(গ) বায়ু মাধ্যম	(ঘ) মাধ্যমের কম্পন

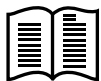
পাঠ-২ তরঙ্গ সংক্রান্ত রাশিসমূহ এবং তরঙ্গের প্রকার ভেদ (Wave related quantities and types of waves)



উদ্দেশ্য

এই পাঠের শেষে আপনি -

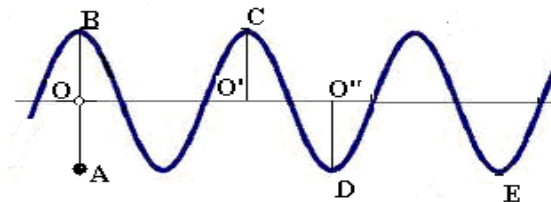
১. তরঙ্গ সংশ্লিষ্ট রাশিসমূহ বর্ণনা করতে পারবেন।
২. তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, কম্পাঙ্ক ও বেগের গাণিতিক সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারবেন।
৩. উদাহরণসহ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ব্যাখ্যা দিতে পারবেন এবং অনুপ্রস্থ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের পার্থক্য নির্দেশ করতে পারবেন।



৭.২.১ তরঙ্গ সম্পর্কিত কয়েকটি রাশি (Few terms related to waves)

পূর্ণ স্পন্দন (Complete Vibration) : তরঙ্গ সৃষ্টকারী কণা কোনো বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে একই দিক থেকে পুনরায় ঐ বিন্দুতে ফিরে এলে তাকে একটি পূর্ণ স্পন্দন বলে।

৭.৪ চিত্রে একটি বস্তুকণা A ও B বিন্দুর মধ্যে নির্দিষ্ট সময় পর পর ওঠা নামা করছে। O বিন্দু বস্তুকণাটির সাম্যাবস্থান। ধরা যাক A বিন্দু থেকে কণাটি উর্ধ্বমুখী, O বিন্দু হয়ে B পর্যন্ত উঠে নিম্নমুখী হলো, আবার কণাটি O বিন্দুর মধ্য দিয়ে A বিন্দু পর্যন্ত নেমে গেলো। এভাবে A বিন্দু থেকে O হয়ে পুনরায় A বিন্দুতে ফিরে আসা হলো একটি পূর্ণ স্পন্দন।



চিত্র : ৭.৪ তরঙ্গের লেখচিত্র

পর্যায়কাল (Time period) : তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোন কণার একটি স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে ঐ তরঙ্গের পর্যায়কাল বলে। পর্যায়কালকে T অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পর্যায়কালের একক সেকেন্ড (s)।

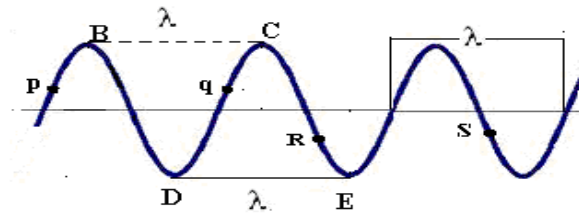
কম্পাঙ্ক (Frequency) : তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোনো কণা এক সেকেন্ডে যতগুলো স্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে ঐ কণার বা তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে। কম্পাঙ্ককে সাধারণত f দ্বারা প্রকাশ করা হয়। কম্পাঙ্কের একক হার্জ। সংক্ষেপে লেখা হয়, Hz।

বিস্তার (Amplitude) : তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোনো কণা সাম্য অবস্থান থেকে যে কোনো একদিকে সর্বাধিক যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গের বিস্তার বলে। ৭.৪ চিত্রে কণাটি সাম্যাবস্থান O থেকে সর্বোচ্চ বিন্দু B পর্যন্ত উপরে উঠছে অথবা সাম্যাবস্থান O' থেকে সর্বনিম্ন বিন্দু D পর্যন্ত O'D দূরত্ব অতিক্রম করছে। এ তরঙ্গের বিস্তার OB বা O'C বা O'D।

দশা (Phase) : তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোনো কণার যে কোনো মুহূর্তের গতির সম্যক অবস্থানকে তার দশা বলে।

কোনো একটি মুহূর্তের গতির অবস্থা বলতে ঐ বিশেষ মুহূর্তে কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি বুঝায়।

৭.৫ নং চিত্রে p ও q বিন্দুতে দুটি কণার সাম্য অবস্থান থেকে সরণ, বেগ, ত্বরণ সমান। এদের গতির বা সরণের দিকও একই। অতএব কণা দুটি একই দশা অর্থাৎ সমদশায় অবস্থিত বা সমদশা সম্পন্ন।



চিত্র : ৭.৫ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও দশা

অনুরূপভাবে চিত্রে R ও S বিন্দুর কণা দুটি সমদশা সম্পন্ন। চিত্রে আপনি এরূপ আরও অনেক সমদশা সম্পন্ন বিন্দু চিহ্নিত করতে পারেন।

তরঙ্গ শীর্ষ ও তরঙ্গ পাদ (Wave crest and wave trough) : তরঙ্গের সাম্যাবস্থান থেকে সর্বোচ্চ (ধনাত্মক) বিস্তারের বিন্দুটিকে তরঙ্গ শীর্ষ এবং সর্বনিম্ন (ঋণাত্মক) বিস্তারের বিন্দুটিকে তরঙ্গ পাদ বলা হয়। অসংখ্য তরঙ্গ পাদ এবং তরঙ্গ শীর্ষ নিয়ে তরঙ্গ সৃষ্টি হয়।

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (Wave length) : তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে। তরঙ্গের উপর পরপর দুটি সমদশা সম্পন্ন কণার মধ্যবর্তী দূরত্বই তরঙ্গ দৈর্ঘ্য। ৭.৫ চিত্রে B ও C বিন্দুর মধ্যের দূরত্ব BC, D ও E এর মধ্যের দূরত্ব, DE তরঙ্গ দৈর্ঘ্য। একে গ্রীক বর্ণ λ (ল্যামডা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। আপনি সুবিধা মতো দুটি সমদশা সম্পন্ন বিন্দু নিয়ে তাদের মধ্যের দূরত্ব চিহ্নিত করে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্দেশ করতে পারেন। পর পর দুটি তরঙ্গ শীর্ষ বা পরপর দুটি তরঙ্গ পাদের মধ্যবর্তী দূরত্বও একটি তরঙ্গ দৈর্ঘ্য।

তরঙ্গ বেগ (Wave velocity) : তরঙ্গ নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে ঐ তরঙ্গের বেগ বা সংক্ষেপে তরঙ্গ বেগ বলে। তরঙ্গ বেগকে v দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

৭.২.২ কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কালের সম্পর্ক (Relation between frequency and time period)

তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কণা বা কম্পনশীল বস্তু প্রতি সেকেন্ডে যতটি স্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে। ধরা যাক কোনো বস্তু t সেকেন্ডে N সংখ্যক স্পন্দন সম্পন্ন করে তা হলে কম্পাঙ্ক, $f = \frac{N}{t}$ । আবার একটি কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে। পর্যায়কাল T সেকেন্ড অর্থাৎ T সেকেন্ড সময়ে 1 টি কম্পন সম্পন্ন

হয়। আবার 1 সেকেন্ডে সম্পন্ন কম্পন সংখ্যা হল কম্পাঙ্ক। অতএব 1 সেকেন্ডে সম্পন্ন কম্পন সংখ্যা বা কম্পাঙ্ক হবে

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

$$\text{কম্পাঙ্ক } f \text{ এবং সময় } t \text{ হলে, } f = \frac{N}{t} \dots \dots \dots (9.1)$$

$$\text{পর্যায়কাল } T \text{ এবং কম্পাঙ্ক } f \text{ হলে, } f = \frac{1}{T} \dots \dots \dots (9.2)$$

৭.২.৩ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও বেগের সম্পর্ক (Relation between wave length and velocity)

তরঙ্গ সৃষ্টিকারী মাধ্যমের স্পন্দনশীল একটি কণা একটি পূর্ণ স্পন্দন হতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ সামনের দিকে এগিয়ে যায়। তরঙ্গের অতিক্রান্ত এই দূরত্বই তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ । আর পূর্ণ স্পন্দনের সময়কে বলা হয় পর্যায়কাল। পর্যায়কালকে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অর্থাৎ T সেকেন্ডে তরঙ্গে অতিক্রান্ত দূরত্ব λ ।

অতএব এক সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে $\frac{\lambda}{T}$

কোনো বস্তুর একক সময়ে অর্থাৎ 1 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্বকে বেগ বলে।

অতএব এক্ষত্রে তরঙ্গের বেগ $v = \frac{\lambda}{T}$

বা, $v = \frac{1}{T} \times \lambda = f\lambda$ [যেহেতু, পর্যায়কাল T এবং কম্পাঙ্ক f হলে, $f = \frac{1}{T}$]

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য } \lambda, \text{ পর্যায়কাল } T \text{ হলে, তরঙ্গ বেগ, } v = \frac{\lambda}{T} \dots \dots \dots (9.3)$$

$$\text{কম্পাঙ্ক } f, \text{ পর্যায়কাল } T \text{ হলে, তরঙ্গ বেগ, } v = f\lambda \dots \dots \dots (9.4)$$

গাণিতিক উদাহরণ ৭.১

400 Hz কম্পাঙ্কে স্পন্দিত কোন স্পিকার থেকে উৎপন্ন শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 0.8 হলে বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের বেগ কত?

সমাধানঃ আমরা জানি, $v = f\lambda$
 $= 400 \text{ s}^{-1} \times 0.8 \text{ m}$
 $= 320 \text{ ms}^{-1}$

উত্তর : 320 ms⁻¹

এখানে,
 কম্পাঙ্ক, $f = 400 \text{ Hz} = 400 \text{ s}^{-1}$
 তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 0.8 \text{ m}$
 তরঙ্গ বেগ, $v = ?$

কাজ : পানিতে সৃষ্ট একটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 8.75 cm। যদি পানিতে শব্দের বেগ 1458.62 ms⁻¹ হয় তবে, শব্দের কম্পাঙ্ক কত হবে ?

উত্তর: 1664.23 Hz

৭.২.৪ তরঙ্গের প্রকারভেদ (Types of waves)

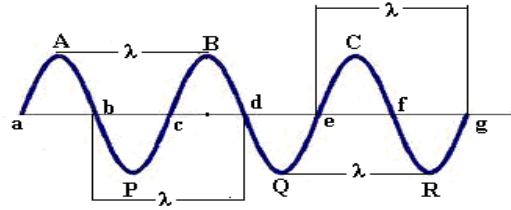
৭.১.২ অনুচ্ছেদে আমরা জেনেছি এক ধরনের তরঙ্গ সঞ্চারণের জন্য জড় মাধ্যম প্রয়োজন হয়। অন্য এক ধরনের তরঙ্গের জন্য কোনো মাধ্যম প্রয়োজন হয় না। প্রথম প্রকার তরঙ্গকে যান্ত্রিক তরঙ্গ এবং দ্বিতীয় প্রকার তরঙ্গকে তাড়িতচুম্বকীয় তরঙ্গ বলে। মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের ফলে যে যান্ত্রিক তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তা দু'ধরনের। যথা (১) অনুপ্রস্থ তরঙ্গ ও (২) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

অনুপ্রস্থ তরঙ্গ (Transverse wave)

পানির মধ্যে তরঙ্গ সৃষ্টি হয় সে ক্ষেত্রে পানির কণাগুলো সাম্য অবস্থান পানির তল থেকে উপর-নিচে ওঠা-নামা করে। কিন্তু তরঙ্গ পানি পৃষ্ঠ বা পানির তলের উপর দিয়ে সামনে ছড়িয়ে পড়ে। এধরনের তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। অর্থাৎ যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে।



চিত্র : ৭.৬ অনুপ্রস্থ তরঙ্গের দিক



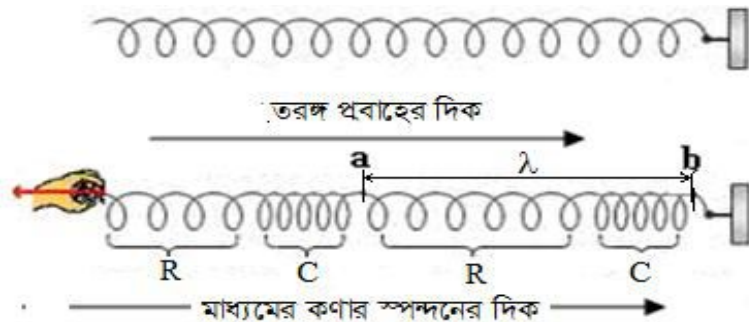
চিত্র : ৭.৭ অনুপ্রস্থ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য

৭.৬ চিত্রে একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গের মাধ্যমের কণার কম্পাঙ্ক এবং তরঙ্গ প্রবাহের দিক দেখান হয়েছে। ৭.৭ চিত্রে একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গের A, B, C বিন্দুগুলো তরঙ্গ শীর্ষ। আবার P, Q, R বিন্দুগুলো তরঙ্গ পাদ। এখানে পর পর দুটি তরঙ্গ শীর্ষ A, B বা পরপর দুটি তরঙ্গ পাদ Q, R অথবা একই দশার পরপর দুটি বিন্দুর মধ্যের দূরত্ব যেমন b, d বা e, g নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ গঠিত হয়।

এ তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে বা আড়াআড়ি অগ্রসর হয় বলে একে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বা আড় তরঙ্গ বলে। আলোক তরঙ্গ, বেতার তরঙ্গ, পানির তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ (Longitudinal wave)

একটি নমনীয় স্প্রিং এর এক প্রান্ত দেয়ালে বেঁধে অন্য প্রান্ত টান করে ধরে যে কোন প্রান্তে মৃদু আঘাত করলে দেখতে পাবেন স্প্রিংটির কিছু কুন্ডলীকৃত অংশ সংকুচিত হয়েছে। কিন্তু পরবর্তী অংশ প্রসারিত রয়েছে। এবং অতি দ্রুত এ সংকুচিত অংশ সামনে সরে গিয়ে পেছনের কুন্ডলীতে প্রসারিত অংশ সৃষ্টি হচ্ছে। এভাবে সংকোচন-প্রসারণ পর্যায়ক্রমে এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তের দিকে এগিয়ে যাচ্ছে।



চিত্র : ৭.৮ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ

লক্ষ্য করলে দেখবেন, স্প্রিং এর কুন্ডলীগুলো নিজ নিজ অবস্থানের থেকে সামনে পেছনে আন্দোলিত বা স্পন্দিত হচ্ছে কিন্তু কম্পন এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে সঞ্চারিত হচ্ছে। এটি পর্যাবৃত্ত আন্দোলন। এই আন্দোলন জড় মাধ্যমের এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চারিত করে, কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলো স্থানান্তরিত হয় না, এটি এক প্রকার তরঙ্গ। এর নাম অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ। তাই যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, সেই তরঙ্গকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে অগ্রসর হয়। একটি সংকোচন এবং একটি প্রসারণ অংশ নিয়ে একটি তরঙ্গ গঠিত হয়। ৭.৮ চিত্রে (R) এবং (C) অংশগুলো যথাক্রমে প্রসারিত এবং সংকুচিত অংশ। এক্ষেত্রে কোন তরঙ্গ শীর্ষ বা তরঙ্গ পাদ থাকে না। চিত্রে a থেকে b পর্যন্ত দৈর্ঘ্য λ ।



সার-সংক্ষেপ:

পূর্ণ স্পন্দন : তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কণা কোনো বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে একই দিক থেকে পুনরায় ঐ বিন্দুতে ফিরে এলে তাকে একটি পূর্ণস্পন্দন বলে।

পর্যায়কাল : তরঙ্গ সঞ্চারকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে ঐ তরঙ্গের পর্যায়কাল বলে। পর্যায়কালকে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পর্যায়কালের একক সেকেন্ড।

কম্পাঙ্ক : তরঙ্গ সঞ্চারকারী কোনো কণা এক সেকেন্ডে যতগুলো স্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে ঐ কণার বা তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে। কম্পাঙ্কের একক হার্টজ। সংক্ষেপে লেখা হয়, Hz।

বিস্তার : তরঙ্গ সঞ্চারকারী কোন কণা সাম্য অবস্থান থেকে যে কোনো একদিকে সর্বাধিক যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে ঐ তরঙ্গের বিস্তার বলে।

দশা : তরঙ্গ সঞ্চারকারী কোনো কণার যে কোনো মুহূর্তের গতির সাম্য অবস্থান (ঐ বিশেষ মুহূর্তে কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি) কে তার দশা বলে।

তরঙ্গ শীর্ষ ও তরঙ্গ পাদ : তরঙ্গের সাম্যাবস্থান থেকে সর্বোচ্চ (ধনাত্মক) বিস্তারের বিন্দুটিকে তরঙ্গ শীর্ষ এবং সর্বনিম্ন (ঋণাত্মক) বিস্তারের বিন্দুটিকে তরঙ্গ পাদ বলা হয়।

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য : তরঙ্গ সঞ্চারকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে।

তরঙ্গ বেগ : তরঙ্গ নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে ঐ তরঙ্গের বেগ বা সংক্ষেপে তরঙ্গ বেগ বলে।

কম্পাঙ্ক f , t সময়ে স্পন্দন সংখ্যা N এবং পর্যায়কাল T হলে, $f = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$

কম্পাঙ্ক f , তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ , এবং পর্যায়কাল T হলে, তরঙ্গ বেগ, $v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$

অনুপ্রস্থ তরঙ্গ : যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে।

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ : যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। তরঙ্গ সঞ্চারকারী কোনো কণা এক সেকেন্ডে যতগুলো স্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে কি বলে?

(ক) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

(খ) তরঙ্গ বেগ

এসএসসি প্রোগ্রাম

(গ) বিস্তার

(ঘ) কম্পাঙ্ক

২। পর পর কয়টি তরঙ্গ শীর্ষ বা তরঙ্গপাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য হয়?

(ক) একটি

(খ) দুটি

(গ) তিনটি

(ঘ) চারটি

৩। তরঙ্গ বেগ, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সম্পর্ক কোনটি?

(ক) $v = \frac{f}{t}$

(খ) $v = \frac{1}{f}$

(গ) $v = f\lambda$

(ঘ) $v = \frac{t}{f}$

৪। কম্পাঙ্ক 300 Hz এবং শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 1.15m হলে বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের বেগ/দ্রুতি কত?

(ক) 300 ms^{-1}

(খ) 355 ms^{-1}

(গ) 260.87 ms^{-1}

(ঘ) 345 ms^{-1}

৫। শব্দ কোন ধরনের তরঙ্গ?

(ক) অনুদৈর্ঘ্য

(খ) অনুপ্রস্থ

(গ) বেতার

(ঘ) আড় তরঙ্গ

৬। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য কোনটি?

(ক) বস্তুর কম্পন উপর নিচে কিন্তু তরঙ্গের গতি অনুভূমিক

(খ) বস্তুর কম্পন অনুভূমিক কিন্তু তরঙ্গের গতি উপর নিচে

(গ) বস্তুর কম্পন এবং তরঙ্গের গতি একই দিকে

(ঘ) বস্তুর কম্পন এবং তরঙ্গের গতি পরস্পর লম্ব

পাঠ-৩ শব্দ (Sound)



উদ্দেশ্য

এ পাঠের শেষে আপনি

১. শব্দ কী এবং কিভাবে শব্দের উৎপত্তি হয় তা বর্ণনা করতে পারবেন।
২. শব্দ সঞ্চারণ কিভাবে ঘটে ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৩. শব্দ কেন অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ তা বুঝিয়ে বলতে পারবেন।
৪. শব্দ তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করতে পারবেন।



৭.৩.১ শব্দ ও শব্দের উৎপত্তি (Sound and production of sound)

যা শোনা যায় তাই শব্দ। শব্দ এক প্রকার শক্তি, যা আমাদের শ্রবণ ইন্দ্রিয়ে শোনার অনুভূতি জাগায়। শব্দ শক্তি তরঙ্গাকারে এক স্থান বা বিন্দু থেকে অন্য স্থানে বা বিন্দুতে সঞ্চারিত হয়। আগের ইউনিটে উল্লেখ হয়েছে শব্দ এক প্রকার যান্ত্রিক এবং অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

শব্দ কিভাবে সৃষ্টি বা উৎপন্ন হয় জানার এবং বুঝার জন্য একটি ছোট্ট পরীক্ষা করুন। এজন্য আপনার দরকার হবে একটি কাসা বা স্টিলের তৈরি পাত্র (খালা, বাটি, প্লেট বা গামলা), একটি যে কোনো সাইজের ছোট চামচ এবং একটি ঘড়ি। (ঘড়ি না থাকলেও চলবে সেক্ষেত্রে আন্দাজ করে সময় হিসেব করতে হবে)। লক্ষ্য রাখবেন পাত্রটি যেন ভিজা না হয়।



এবার টেবিল বা মেঝের উপর পাত্রটি রেখে চামচটি দিয়ে মৃদুভাবে পাত্রটির গায়ে আঘাত করুন (চিত্র ৭.৯)। একটি শব্দ শুনবেন বন-ন-ন-ন.....। শব্দের রেশ ২০ থেকে ৩০ সেকেন্ড বা তারও বেশিক্ষণ থাকবে। কয়েক বার এভাবে শব্দ করুন এবং কতক্ষণ শব্দের রেশ থাকে তা লিখে রাখুন।

এবার শব্দ শুরু হওয়ার ২ সেকেন্ডের মধ্যে পাত্রটি হাত দিয়ে চেপে ধরুন। কি দেখছেন? হাত দিয়ে ধরার সাথে সাথে শব্দ থেমে যাবে। শব্দ থেমে গেল কেন?

চিত্র : ৭.৯ উৎসের স্পন্দন থেকে শব্দের সৃষ্টি

এবার খালা বা পাত্রটি বাম হাতের তালুর উপর নিন (বাসন কোসনের দোকানী যেমন করে)। চামচটি ডান হাতে ধরে পাত্রটিকে আগের মতো মৃদুভাবে আঘাত করুন (চিত্র ৭.১০)।

শব্দ শুনবেন। হাতের তালুতে কম্পন অনুভব করবেন। ডান হাত দিয়ে পাত্রটি চেপে ধরুন। হাতের তালুতে কম্পন অনুভূতি থেমে যাবে। শব্দ থেমে যাবে। এ পরীক্ষা থেকে প্রমাণ হয় বস্তুর কম্পন থেকে শব্দ উপন্ন হয়।



চিত্র: ৭.১০ হাতের তালুর উপর কম্পনের অনুভূতি

শব্দের উৎস যে বস্তুর কম্পন তার অনেক অনেক প্রমাণ আছে। একটি পাতলা কাগজের টুকরো মুখের সামনে খাড়া করে ধরে জোরে ফুঁ দিলে পাতাটি কাঁপে, শব্দ হয়। ফুঁ দেয়া বন্ধ করলে কাগজের কাঁপা থেমে যায়, শব্দও থেমে যায়। অনেকে গাছের পাতা দিয়ে বাঁশির সুর বাজায়।

আগের পাঠে আমরা জেনেছি পুকুরের পানিতে ঢিল ফেললে একটি বিন্দুতে সাম্যাবস্থা বিঘ্নিত হয়। এতে পানির কণাগুলোর মধ্যে আন্দোলন সৃষ্টি হয়, তরঙ্গের উদ্ভব হয় এবং পানির মধ্য দিয়ে তা চারিদিকে সঞ্চালিত হয়। তেমনি বাতাস বা কোন জড় মাধ্যমের মধ্যে কোনো বিন্দুতে স্থাপিত কোনো বস্তুর কম্পন হলে বা মাধ্যমের কোনো বিন্দুতে বিঘ্ন সৃষ্টি করলে মাধ্যমের কণাগুলো আন্দোলিত হয়ে তরঙ্গের সৃষ্টি করে। এই তরঙ্গ জড় মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয়, মাধ্যমের সংলগ্ন কণাকেও আন্দোলিত করে। অতঃপর এই আন্দোলন মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয়ে আমাদের কানে প্রবেশ করে। কানের মধ্যে বিভিন্ন যান্ত্রিক কৌশলের মাধ্যমে মস্তিষ্কে শব্দের অনুভূতি সৃষ্টি হয়। আমরা শব্দ শুনতে পাই।

৭.৩.২ শব্দ সঞ্চালন প্রক্রিয়া (Propagation Mechanism of Sound)

উৎসের কোনো বিন্দুতে স্পন্দন বা আন্দোলন সৃষ্টি হলে তা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের আকারে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। উৎসের কম্পনে সংলগ্ন বায়ু স্তরে কম্পন সৃষ্টি হয় এবং বায়ুর মধ্য দিয়ে তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়ে আমাদের কানে প্রবেশ করে। (কানের কোন দ্রুতি না থাকলে) আমরা শব্দ শুনতে পাই। আমরা বায়ুর মধ্য দিয়ে শব্দ সঞ্চালনের কৌশল বা প্রক্রিয়াটি আলোচনা করবো। এজন্য আমাদের আগে জেনে নিতে হবে টিউনিং ফর্ক বা সুর শলাকা কি ?

সুর শলাকা (Tuning Fork)

সুর বা টিউন সংক্রান্ত পরীক্ষা নিরীক্ষার জন্য এটি এক ধরনের সরল যন্ত্র। চিত্র ৭.১১ দেখুন, একটি আয়তাকার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট চতুষ্কোণ বার দিয়ে তৈরি U আকৃতির ধাতব (স্টেনলেস স্টিল) দণ্ড যার নিচে বাঁকানো অংশে একটি সোজা হাতল H সংযুক্ত আছে। U আকৃতির বাহু দুটিকে সুর শলাকার বাহু বা কাঁটা বলে। শলাকার যে কোন স্থানে আঘাত করলে বাহু দুটি কম্পিত হয় এবং শব্দ উৎপন্ন হয়।

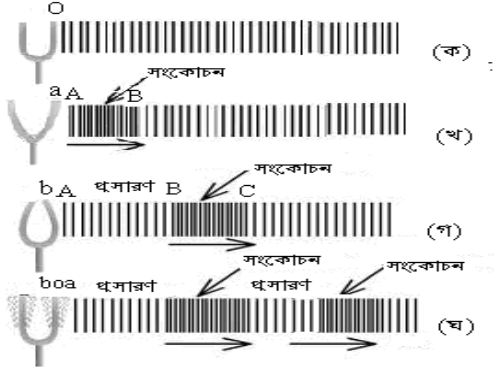


চিত্র : ৭.১১ সুর শলাকা বা টিউনিং ফর্ক

এটি বিভিন্ন দৈর্ঘ্যের তৈরি হয়। সাধারণত গবেষণাগারে ব্যবহারের জন্য 10 থেকে 20 সেমি পর্যন্ত লম্বা এবং বাহু দুটির মধ্যের দূরত্ব 1 থেকে 1.5 সেমি পর্যন্ত হয়। পরীক্ষার সময় হাতলটি হাতে ধরে রাখা হয় বা একটি কাঠের বাক্সের উপর দাঁড় করানো হয়। শলাকা বা বাহু দুটির যে কোন একটিতে রাবারের হাতুড়ি দিয়ে আঘাত করলে বাহু দুটি কাঁপতে (সামনে পেছনে স্পন্দিত হতে) থাকে এবং সুরেলা শব্দ উৎপন্ন হয়। সাইজ অনুসারে এর কম্পাঙ্ক বিভিন্ন হয়। সচরাচর প্রস্তুতকারী প্রতিষ্ঠান এর গায়ে কম্পাঙ্ক লিখে দেয়।

৭.৩.৩ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গাকারে শব্দ সঞ্চালন (Propagation of Sound as longitudinal wave)

একটি শব্দ সৃষ্টিকারী উৎসে কম্পন সৃষ্টি হলে তা বায়ুতে পর্যায়ক্রমে সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি করে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের আকারে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে। বস্তুর কম্পনের ফলে এর নিকটবর্তী বায়ু কণাগুলো সামনে-পেছনে স্পন্দিত হতে থাকে। স্পন্দিত বায়ু কণা পরবর্তী বায়ু কণাগুলোকে আন্দোলিত করে, এই আন্দোলন অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ সৃষ্টি করে সামনে সঞ্চালিত হয়ে আমাদের কানের পর্দায় আঘাত করে। কানের পর্দা অনুরূপ স্পন্দনে স্পন্দিত হয় এবং আমাদের মস্তিষ্কে শব্দের অনুভূতি সৃষ্টি করে। এভাবে শব্দ সঞ্চালিত এবং শ্রুতি গোচর হয়। কোন উৎস থেকে উৎপন্ন শব্দ কিভাবে বায়ু মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয় তা নিচে বর্ণনা করা হলো।



চিত্র : ৭.১২ বায়ুতে শব্দ সঞ্চালনের কৌশল

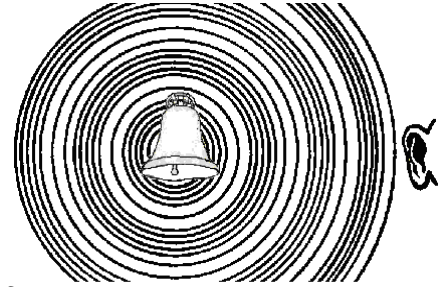
ধরা যাক একটি সুর শলাকায় রাবার হাতুড়ি দিয়ে আঘাত করায় সুর শলাকার বাহু দুটিতে সামনে পেছনে কম্পন বা স্পন্দন সৃষ্টি হল। সুর শলাকাটির সামনে এমন একটি অনুভূমিক বায়ু স্তম্ভ কল্পনা করা যাক যা সমান পুরুত্বের কতগুলো খাড়া তলে বিভক্ত [চিত্র ৭.১২ (ক)]।

কম্পমান সুরশলাকার বাহু যখন সাম্য অবস্থান O থেকে a অবস্থানে পৌঁছে, তখন সামনের বায়ু স্তরের কণাগুলোর উপর চাপ সৃষ্টি হয়। ফলে সংলগ্ন বায়ু কণাগুলোর সংকোচন ঘটে। ৭.১২(খ) চিত্রের AB অংশে তা দেখানো হয়েছে।

আবার বাহু যখন a থেকে o হয়ে b তে আসে তখন AB অংশের স্তরটি প্রসারিত হয় [চিত্র ৭.১২(গ)]। পাশের সংকুচিত অংশ সামনে এগিয়ে যায়। এভাবে সুর শলাকার একটি পূর্ণ স্পন্দন কালে তরঙ্গ AC দূরত্ব অতিক্রম করে। এর অর্ধেক অংশের সংকোচন ও বাকি অর্ধেক অংশের প্রসারণ হয়।

সুর শলাকা যখন সামনে পেছনে অবিরত কাঁপতে থাকে, তখন পর্যায়ক্রমে একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ মিলে যে দূরত্ব বা দৈর্ঘ্য হয় সেই দৈর্ঘ্যকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে। এভাবে সংকোচন-প্রসারণের দ্বারা সৃষ্ট অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বায়ুর মধ্য দিয়ে সামনে সঞ্চালিত হয়।

বায়ু মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গ সৃষ্টি করলে তা শুধু একদিকে নয় অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গাকারে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে (চিত্র ৭.১৩)। এটি বোঝার জন্য কম্পন উৎসের চারিদিকে একটি ফাঁপা গোলক কল্পনা করা যেতে পারে যার পৃষ্ঠ যেন শব্দ তরঙ্গ নিয়ে সর্বদা সামনের দিকে এগিয়ে যাচ্ছে। ফলে গোলকটি নির্দিষ্ট বেগে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ছে। এক সময় এই তরঙ্গ শ্রোতার কানে পৌঁছাবে এবং শব্দ অনুভূতির সৃষ্টি হবে।



চিত্র : ৭.১৩ শব্দের উৎস থেকে শব্দ তরঙ্গ গোলক আকারে সবদিকে ছড়িয়ে পড়ে

যে নির্দিষ্ট বেগে শব্দ তরঙ্গ এগিয়ে যায় তাই শব্দের বেগ বা দ্রুতি।

শুধু বাতাস নয়, সকল জড় মাধ্যমের মধ্যেই শব্দ সঞ্চালিত হয়। দুই বন্ধু পুকুর বা জলাশয়ের পানিতে নেমে একজন পানির মধ্যে দু' টুকরো ইট বা কাঠ নিয়ে পরস্পর ঠুকতে থাকুন। অন্যজন খানিকটা দূরে পানিতে ডুব দিয়ে শব্দ শুনতে পাবেন। একজন দালানের দেয়ালের যে কোনো স্থানে নিজের একটি কান চেপে ধরুন, অন্য জন বেশ দূরে দেয়ালটিতে শক্ত কিছু দিয়ে আঘাত করুন। জোরাল শব্দ শুনতে পাবেন। পড়ার টেবিলে কান চেপে কলম বা পেনসিল দিয়ে টেবিলটিতে টোকা দিন, জোরাল শব্দ শুনতে পাবেন।

৭.৩.৪ শব্দ তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Sound Wave):

উপরের অনুচ্ছেদগুলো থেকে আমরা বুঝতে পেরেছি শব্দ এক ধরনের তরঙ্গ এবং এর কিছু বৈশিষ্ট্য আছে। (কিছু বৈশিষ্ট্য ইতোমধ্যে বুঝা গেছে, পরের পাঠগুলিতে বাকি বৈশিষ্ট্যগুলো সুস্পষ্ট হবে)। বৈশিষ্ট্যগুলো হলো-

১. শব্দ এক ধরনের যান্ত্রিক এবং অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।
২. কোনো বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ তরঙ্গ উৎপন্ন হয়, অর্থাৎ শব্দের উৎস বস্তুর কম্পন।
৩. শব্দ তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য জড় মাধ্যম প্রয়োজন।
৪. শব্দ তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতি (ঘনত্ব, তাপমাত্রা, আর্দ্রতা ইত্যাদি)-এর ওপর নির্ভরশীল।
৫. শব্দের তীব্রতা তরঙ্গের বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক।
৬. শব্দ তরঙ্গ প্রতিফলন, প্রতিসরণ ও উপরিপাতন সম্ভব।



সার-সংক্ষেপ:

শব্দ: শব্দ এক প্রকার শক্তি। বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ সৃষ্টি হয়। শব্দ সঞ্চারণের জন্য জড় মাধ্যম প্রয়োজন। জড় মাধ্যমের মধ্যে কোন বস্তুর কম্পন হলে মাধ্যমের কণাগুলো আন্দোলিত হয়ে তরঙ্গের সৃষ্টি করে। এই তরঙ্গ জড় মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চারণিত হয়ে আমাদের কানে প্রবেশ করে। কানের মধ্যে বিভিন্ন যান্ত্রিক কৌশলের মাধ্যমে মস্তিষ্কে শব্দের অনুভূতি সৃষ্টি হয়। আমরা শব্দ শুনতে পাই।

সুর শলাকা : সুর বা টিউন সংক্রান্ত পরীক্ষা নিরীক্ষার জন্য এটি এক ধরনের সরল যন্ত্র। এর সাহায্যে একটি কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট শব্দ সৃষ্টি হয়।

শব্দের সঞ্চালন : বায়ু বা যে কোন জড় মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গ সৃষ্টি করলে তা শুধু একদিকে নয় অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গাকারে (গোলকাকৃতিকভাবে) সবদিকে ছড়িয়ে পড়ে।

শব্দের বৈশিষ্ট্য : শব্দ এক প্রকার যান্ত্রিক এবং অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ। শব্দ তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির (ঘনত্ব, তাপমাত্রা, আর্দ্রতা) ওপর নির্ভর করে। শব্দের তীব্রতা তরঙ্গের বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক। শব্দ তরঙ্গের প্রতিফলন, প্রতিসরণ ও উপরিপাতন হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- কোন ঘটনা থেকে শব্দ উৎপন্ন হয়?
(ক) বস্তুর প্রসারণ (খ) বস্তুর কম্পন
(গ) মাধ্যমের সংকোচন (ঘ) মাধ্যমের প্রসারণ
- কোনটির মধ্য দিয়ে শব্দ সঞ্চালিত হয় না?
(ক) কঠিন মাধ্যম (খ) তরল মাধ্যম
(গ) বায়বীয় মাধ্যম (ঘ) শূন্য মাধ্যম
- কিভাবে মাধ্যমের মধ্য দিয়ে শব্দ তরঙ্গ সঞ্চালন হয়?
(ক) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গাকারে একদিকে (খ) অনুপ্রস্থ তরঙ্গাকারে একদিকে
(গ) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গাকারে সবদিকে (ঘ) অনুপ্রস্থ তরঙ্গাকারে সবদিকে

পাঠ ৪ শব্দের বেগ ও প্রতিধ্বনি (Velocity of Sound and Echo)



উদ্দেশ্য

এ পাঠের শেষে আপনি

- শব্দের বেগ, কম্পাঙ্ক এবং পর্যায় কালের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে পারবেন
- শব্দের কম্পাঙ্ক, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং শব্দের বেগের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে পারবেন
- শব্দের বেগের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- প্রতিধ্বনি কী ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ব্যবহারিক জীবনে প্রতিধ্বনির ব্যবহার বর্ণনা করতে পারবেন।



৭.৪.১ শব্দের বেগ (Velocity of sound)

উৎস থেকে শব্দ আমাদের কানে পৌঁছাতে কিছুটা সময় লাগে। আমরা জানি শব্দ তরঙ্গাকারে সঞ্চারণিত হয়। তরঙ্গ একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ বেগ বা দ্রুতি বলে। একই ভাবে বলা যায় শব্দ তরঙ্গ

একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে শব্দের বেগ বা দ্রুতি বলে। লক্ষ্য করেছেন ঝড়-বৃষ্টির সময় কখনও কখনও বজ্রপাত হয়। হঠাৎ আকাশে বিদ্যুৎ চমক বা প্রচন্ড আলোর বলকানি দেখা যায়, তার বেশ কিছুক্ষণ পরে প্রবল বজ্রনাদ বা বাজ পড়ার শব্দ শোনা যায়। আসলে আকাশে দুটি বিপরীত দিকে ধাবমান মেঘের পরস্পরের সাথে ঘর্ষণের ফলে একই সময়ে অগ্নি ফুলিঙ্গ এবং শব্দ সৃষ্টি হয়। আমরা আলো আগে দেখি, শব্দ পরে শুনি। কারণ আলো দ্রুত আমাদের চোখে পৌঁছায় শব্দ পৌঁছাতে বেশি সময় লাগে। এ থেকে আমরা সহজেই বলতে পারি শব্দের দ্রুতি আলোর দ্রুতির থেকে অনেক কম।

শব্দের কম্পাঙ্ক এবং পর্যায়কালের মধ্যে সম্পর্ক

আমরা আগের পাঠে জেনেছি, শব্দ তরঙ্গ সৃষ্টিকারী মাধ্যমের মধ্য দিয়ে এগিয়ে চলে, আর মাধ্যমের কণাগুলো সামনে পেছনে স্পন্দিত হতে থাকে। একটি পূর্ণ স্পন্দন হতে যে সময় লাগে সেই সময়কে বলা হয় পর্যায়কাল। এবং প্রতি সেকেন্ডে যতটি স্পন্দন হয় তাকে বলা হয় কম্পাঙ্ক। অতএব কম্পাঙ্ককে f এবং পর্যায় কালকে T ধরলে,

$$f = \frac{1}{T} \dots \dots \dots (৭.৫)$$

শব্দের কম্পাঙ্ক, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং শব্দের বেগের মধ্যে সম্পর্ক

আমরা জানি, শব্দ তরঙ্গ সৃষ্টিকারী মাধ্যমের মধ্যে কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন হতে যে সময় লাগে সেই সময়কে বলা হয় পর্যায়কাল। এই সময়ে তরঙ্গ যতটা এগিয়ে যায় তাকে বলে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, প্রতি সেকেন্ডে যতটি কম্পন হয় তাকে বলা হয় কম্পাঙ্ক। সাধারণত গাণিতিক হিসাবের সময়- কম্পাঙ্ককে f , তরঙ্গ দৈর্ঘ্যকে λ এবং পর্যায়কালকে T ধরা হয়।

কোন বস্তুর একক সময়ে অর্থাৎ এক সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্বকে বেগ বলে। অতএব শব্দ তরঙ্গের এক সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্বই হচ্ছে তার বেগ বা দ্রুতি।

$$\text{এক্ষত্রে শব্দ তরঙ্গের বেগ, } v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda \dots \dots \dots (৭.৬)$$

শব্দের বেগের পরিবর্তন

পরীক্ষা করে দেখা গেছে আলোর দ্রুতি শূন্যস্থানে সব সময় $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ নির্দিষ্ট। কিন্তু শব্দের দ্রুতি সবসময় সমান নয়। 0°C বা 273 K তাপমাত্রায় এবং প্রমাণ বায়ুচাপে, শুষ্ক বাতাসে শব্দের দ্রুতি 332 ms^{-1} । তাপমাত্রা বাড়লে শব্দের দ্রুতি বেড়ে যায়। বাতাসের আর্দ্রতা বাড়লেও শব্দের দ্রুতি বেড়ে যায়। হিসাব করে দেখা গেছে প্রতি 1°C বা 1 K তাপমাত্রা বাড়লে শব্দের দ্রুতি প্রায় 0.6 ms^{-1} পরিমাণ বেড়ে যায়।

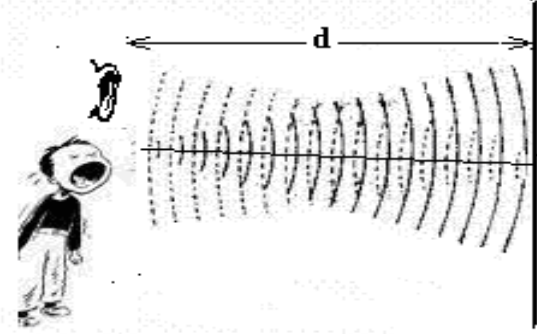
মাধ্যম ভেদে শব্দের দ্রুতির পরিবর্তন হয়। মাধ্যম যত ঘন ও স্থিতিস্থাপক হয় শব্দের দ্রুতি তাতে তত বেশি হয়। যেমন বায়ু মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি 332 ms^{-1} , পানি মাধ্যমে 1450 ms^{-1} এবং লোহার মধ্যে 5220 ms^{-1} ।

বায়বীয় পদার্থে শব্দের দ্রুতি সবচেয়ে কম, তরল পদার্থের মধ্যে তা থেকে বেশি। কঠিন পদার্থের মধ্যে শব্দের দ্রুতি সবচেয়ে বেশি। বায়ু চাপের পরিবর্তনে বাতাসে শব্দের বেগ প্রভাবিত হয় না।

৭.৪.২ শব্দের প্রতিফলন ও প্রতিধ্বনি (Reflection of Sound and Echo)

আমরা জানি আলো বায়ু বা স্বচ্ছ মাধ্যমের মধ্য দিয়ে চলার পথে অন্য কোনো অস্বচ্ছ মাধ্যমে বাধা প্রাপ্ত হলে দুই মাধ্যমের বিভেদ তল থেকে প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। একে আলোর প্রতিফলন বলে। একই ভাবে, যে কোনো তরঙ্গ একটি সুস্বম মাধ্যমের মধ্য দিয়ে চলার পথে অন্য কোনো মাধ্যমে বাধা পেলে আগের মাধ্যমে ফিরে আসে এ ঘটনাকে তরঙ্গের প্রতিফলন বলে। শব্দ এক প্রকার তরঙ্গ। শব্দও চলার পথে বাধা প্রাপ্ত হলে পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসে। একে শব্দের প্রতিফলন বলে। কখনও কখনও প্রতিফলিত শব্দ আমাদের শ্রুতি গোচর হয়, মূল শব্দের অনুরূপ শব্দ দ্বিতীয় বার শোনা

যায়। দ্বিতীয় বার শোনা এই শব্দকে আমরা বলি প্রতিধ্বনি। অর্থাৎ, কোনো উৎস থেকে সৃষ্ট শব্দ যদি কোনো দূরবর্তী মাধ্যমে বা তলে বাধা পেয়ে উৎসের কাছে ফিরে আসে তখন মূল ধ্বনির যে পুনরাবৃত্তি হয় তাকে প্রতিধ্বনি বলে (চিত্র ৭.১৪)।



যে মাধ্যম বা তলে বাধা পেয়ে শব্দ তরঙ্গ প্রতিফলিত হয় তাকে প্রতিফলক তল বলে। তরল ও কঠিন পদার্থের বিস্তীর্ণ তল যেমন, পর্বত গাত্র, কংক্রিটের দেয়াল, পানি পৃষ্ঠ ইত্যাদি শব্দের প্রতিফলক তল।

শান্ত, নীরব, কোলাহলমুক্ত পরিবেশে উঁচু কংক্রিটের দেয়াল, বড় হল ঘর, খাড়া পাহাড়ের পাশে দাঁড়িয়ে বা বন্ধ গুহা অথবা কূপের মুখে মুখ রেখে চিৎকার করলে প্রতিধ্বনি শোনা যায়।

চিত্র : ৭.১৪ শব্দ তরঙ্গ প্রতিফলিত হয়ে প্রতিধ্বনি সৃষ্টি

তবে সব ক্ষেত্রে শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে এমন নয়। প্রতিধ্বনি শোনার একটি শর্ত আছে।

কোন শব্দ শোনার পর প্রায় 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত এর রেশ আমাদের মস্তিষ্কে থাকে। এই সময়কে শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে। এই সময়ের মধ্যে প্রতিধ্বনি হলে তা শোনা যাবে না। অতএব প্রতিধ্বনি শোনার জন্য, মূল শব্দ এবং প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য 0.1 সেকেন্ড বা তার বেশি হতে হবে। সুতরাং প্রতিফলক এবং শব্দের উৎসের মধ্যে দূরত্ব এমন হতে হবে যেন শব্দ তরঙ্গ উৎসের কাছে ফিরে আসতে 0.1 সেকেন্ড বা তার বেশি সময় লাগে।

দেখা যাক এই সময়ে শব্দ কতটা দূরত্ব অতিক্রম করতে পারে। ধরা যাক, শব্দের দ্রুতি v , উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যে দূরত্ব d , তাহলে শব্দের মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে $2d$ । ধরা যাক এই দূরত্ব অতিক্রমের জন্য শব্দের t সেকেন্ড সময় লাগে (চিত্র ৭.১৪)।

$$\text{তাহলে, এক্ষেত্রে দ্রুতি, } v = \frac{2d}{t} \text{ বা, } d = \frac{vt}{2} \dots \dots \dots (৭.৭)$$

বাতাসে শব্দের দ্রুতি তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তিত হয়। 0°C বা 273 K তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি 332 ms^{-1} ।

(৭.৭) সমীকরণে $v = 332\text{ ms}^{-1}$ এবং $t = 0.1\text{ s}$ বসিয়ে গণনা করলে পাওয়া যায় -

$$d = \frac{332 \times 0.1}{2} \text{ m} = 16.6 \text{ m} \text{।}$$

অর্থাৎ 0°C বা 273 K উষ্ণতায় প্রতিফলিত শব্দ শোনার জন্য শব্দ উৎস এবং প্রতিফলকের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 16.6 m হতে হবে। তাপমাত্রা বেশি হলে প্রতি ডিগ্রির জন্য দূরত্ব 0.3 m বেশি হতে হবে।

তাই প্রতিধ্বনি শোনার শর্তটি হলো,- শ্রোতা বা উৎস এবং প্রতিফলক তলের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 16.6 m (0°C বা 273 K তাপমাত্রায়) বজায় রাখতে হবে।

৭.৪.৩ ব্যবহারিক জীবনে প্রতিধ্বনির ব্যবহার (Use of Echo in practical life)

প্রতিধ্বনির সাহায্যে কূপের গভীরতা নির্ণয়

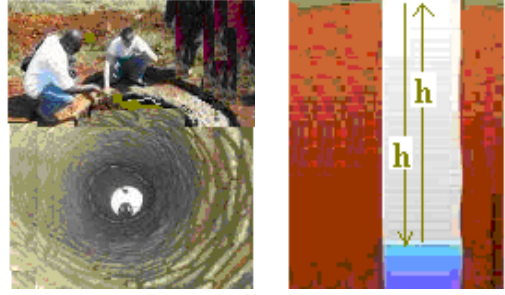
প্রতিধ্বনির সাহায্যে সাধারণত দূরত্ব পরিমাপ করা হয়। যেমন সমুদ্রের গভীরতা, কূপের গভীরতা ইত্যাদি। এখানে কূপের গভীরতা পরিমাপের পদ্ধতিটি বর্ণনা করা হলো। কূপের গভীরতা বলতে ভূমি তল থেকে কূপের মধ্যে পানি পৃষ্ঠের দূরত্বকে

বুঝানো হয়েছে। আমরা জানি কূপের মুখে কোন শব্দ করলে সেই শব্দ পানি পৃষ্ঠে প্রতিফলিত হয়ে ফিরে এলে প্রতিধ্বনি শোনা যায়। কোন কূপের মুখে শব্দ উৎপাদন এবং প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যকার সময় ব্যবধান পরিমাপ করা যায়।

ধরা যাক এই সময় ব্যবধান t সেকেন্ড। কূপের গভীরতা h এবং পরীক্ষাকালীন সময়ে শব্দের বেগ v । তাহলে,

$$v = \frac{2h}{t} \text{ সমীকরণ থেকে পাওয়া যায়, } h = \frac{vt}{2} \dots \dots (৭.৮)$$

পরীক্ষা প্রাপ্ত ডেটা (৭.৮) সমীকরণে বসিয়ে গণনা করলে কূপের গভীরতা পাওয়া যাবে।



চিত্র : ৭.১৫ প্রতিধ্বনির সাহায্যে কূপের গভীরতা পরিমাপ

এই পরীক্ষণের জন্য একটি থামা ঘড়ি বা স্টপ ওয়াচ প্রয়োজন।

কূপের গভীরতা 16.6 মিটারের কম হলে (0°C তাপমাত্রায়) প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না। তাপমাত্রা ভিন্ন হলে এই গভীরতাও কম বেশী হবে। নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় শব্দের বেগ বিবেচনা করে এ পদ্ধতিতে কূপের গভীরতা পরিমাপ করা যায়। একই পদ্ধতিতে সমুদ্রের পানির গভীরতা পরিমাপ করা যায় সে ক্ষেত্রে সমুদ্রের পানিতে শব্দের বেগ জানা থাকতে হয়। এই পদ্ধতিকে কাজে লাগিয়ে বাতাস বা পানিতে শব্দের বেগ বা দ্রুতিও পরিমাপ করা যায়। পাহাড়ের দূরত্ব নির্ণয় করা

যায়। এসব ক্ষেত্রে পরীক্ষণের মাধ্যমে দূরত্ব h এবং সময় t মেপে নিতে হয়। এবং $v = \frac{2h}{t}$ সমীকরণে h ও t -এর

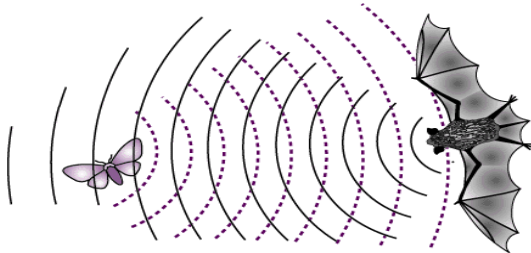
মান বসিয়ে v এর মান গণনা করতে হয়।

চিকিৎসা বিজ্ঞানে প্রতিধ্বনির ব্যবহার

প্রতিধ্বনিকে কাজে লাগিয়ে চিকিৎসকেরা মানুষের হৃদপিণ্ডে রক্তের প্রবাহ ও হৃদস্পন্দন পরিমাপ করে হৃদরোগ নির্ণয় বা সনাক্ত করেন, একে ইকো-কার্ডিও গ্রাম বলে।

অন্যান্য প্রাণির জীবনে প্রতিধ্বনির ব্যবহার:

অনেক প্রাণি যেমন বাদুর, তিমি মাছ, ডলফিন, মাকড়সা তাদের জীবন যাত্রায় প্রতিধ্বনি কাজে লাগায় বলে জানা গেছে। যেমন বাদুর, এরা দেখতে পারে না। বাদুর পথ চলতে, খাদ্যবস্তু এবং তার অবস্থান সনাক্ত করতে শব্দোত্তর তরঙ্গের প্রতিফলন ব্যবহার করে। এরা বিভিন্ন কম্পাঙ্কের শব্দোত্তর তরঙ্গ সৃষ্টি করতে পারে। এবং এদের চলার পথে, চারিদিকে এধরণের তরঙ্গ ছড়িয়ে দিতে দিতে চলে। এই তরঙ্গ সামনে কোনো প্রতিবন্ধক থাকলে তাতে বাধা পেয়ে প্রতিফলিত হয়ে তরঙ্গ সৃষ্টিকারী বাদুরের কানে ফিরে আসে (চিত্র ৭.১৬)। বাদুর প্রতিফলিত তরঙ্গের প্রকৃতি এবং সময়ের ব্যবধান থেকে প্রতিবন্ধকের আকৃতি, প্রকৃতি এবং অবস্থান সম্পর্কে বিস্তারিত তথ্য পায় যা তাদের পথ চলতে এবং খাদ্যবস্তু সংগ্রহে সুযোগ করে দেয়।



চিত্র : ৭.১৬ বাদুরের শিকার ধরা



চিত্র : ৭.১৭ তিমির শিকার ধরা

একইভাবে তিমি শব্দ তরঙ্গ ছড়িয়ে দেয় কোন প্রতিবন্ধকে প্রতিফলিত হয়ে প্রতিধ্বনি ফিরে আসে (চিত্র ৭.১৭)। এই প্রতিধ্বনি শুনে তিমি শিকার ধরে এবং চলাচল ও যোগাযোগ করতে পারে। এক ধরণের মাকড়সা শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করে শিকার ধরে।



সার-সংক্ষেপ:

শব্দ তরঙ্গ বা শব্দের বেগ : একক সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ বেগ বা দ্রুতি বলে। শব্দ তরঙ্গ একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে শব্দের বেগ বা দ্রুতি বলে।

শব্দের বেগের পরিবর্তন : 0°C বা 273 K তাপমাত্রায় এবং প্রমাণ বায়ুচাপে, শূন্য বাতাসে শব্দের দ্রুতি 332 ms^{-1} বাতাসের তাপমাত্রা অথবা আর্দ্রতা বাড়লে শব্দের দ্রুতি বেড়ে যায়। প্রতি 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শব্দের দ্রুতির বৃদ্ধি 0.6 ms^{-1} ।

প্রতিধ্বনি : কোন উৎসে থেকে সৃষ্ট শব্দ কোন দূরবর্তী মাধ্যমে বা তলে বাধা পেয়ে উৎসের কাছে ফিরে এলে মূল ধ্বনির যে পুনরাবৃত্তি হয় তাকে প্রতিধ্বনি বলে।

শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল : কোন শব্দ শোনার পর প্রায় 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত এর রেশ আমাদের মস্তিষ্কে থাকে, এই সময়কে শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল বলে।

প্রতিধ্বনি শোনার শর্ত : 0°C বা 273 K উষ্ণতায় প্রতিফলিত শব্দ শোনার জন্য শব্দ উৎস এবং প্রতিফলকের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 16.6 m হতে হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.৪.

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১। 273K তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি কত?

- (ক) 330ms^{-1} (খ) 340ms^{-1}
(গ) 344ms^{-1} (ঘ) 332ms^{-1}

২। 30°C তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি কত?

- (ক) 332ms^{-1} (খ) 330ms^{-1}
(গ) 350ms^{-1} (ঘ) 372ms^{-1}

৩। শব্দের প্রতিফলন কোনটি?

- (ক) অনুনাদ (খ) প্রতিধ্বনি
(গ) প্রতিফলন (ঘ) বীট

৪। শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল কত?

- (ক) 0.01s (খ) 0.1s
(গ) 1.0s (ঘ) অসীম

৫। 0°C উষ্ণতায় প্রতিধ্বনি শোনার জন্য শব্দ উৎস এবং প্রতিফলক তলের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 16.6 m হতে হয়-

- (ক) কঠিন মাধ্যমে (ঘ) বায়ু মাধ্যমে
(গ) তরল মাধ্যমে (ঘ) যে কোন মাধ্যমে।

পাঠ-৫ শ্রাব্যতার সীমা, শব্দোত্তর ও শব্দেতর তরঙ্গের ব্যবহারিক প্রয়োগ

(Audibility Range, use of Infrasonic and Ultrasonic waves)



উদ্দেশ্য

এ পাঠের শেষে আপনি-

১. শব্দের শ্রাব্যতার সীমা ব্যাখ্যা করতে পারবেন
২. শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দের ব্যবহার বর্ণনা করতে পারবেন
৩. শব্দেতর কম্পাঙ্কের শব্দের ব্যবহার বর্ণনা করতে পারবেন

৭.৫.১ শ্রাব্যতার সীমা, শব্দেতর ও শব্দোত্তর তরঙ্গ



(Audibility Range, Infrasonic and Ultrasonic waves)

শব্দের উৎস বস্তুর কম্পন। কিন্তু কম্পন হলেই শব্দ শোনা যাবে তা সত্য নয়। মানুষের শ্রবণ যন্ত্রের সীমাবদ্ধতা আছে। উৎসের কম্পন প্রতি সেকেন্ডে 20 টির নিচে হলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় তা আমরা শুনতে পাই না। আবার উৎসের কম্পন যদি প্রতি সেকেন্ডে 20,000 টির বেশি হয় তা হলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় তাও আমরা শুনতে পাই না। আসলে আমাদের (মানুষের) শ্রবণ ইন্দ্রিয় 20 Hz থেকে 20,000 Hz কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পারে। তাই বলা হয় মানুষের শ্রাব্যতার সীমা 20 থেকে 20,000 Hz কম্পাঙ্কের মধ্যে। এই সীমার নিচের কম্পাঙ্কের তরঙ্গকে বলা হয় (শব্দ থেকে কম) শব্দেতর (Infrasonic) তরঙ্গ এবং উপরের কম্পাঙ্কের তরঙ্গকে বলা হয় (শব্দ থেকে বেশি) শব্দোত্তর (Ultrasonic) তরঙ্গ। অবশ্য সবার শ্রাব্যতার পাল্লা সমান নয়। মানুষ ভেদে এর তারতম্য আছে। অন্যান্য প্রাণীর ক্ষেত্রেও শ্রাব্যতার পাল্লার তারতম্য আছে। আপনি কি 'ডগ হুইসেল' বা 'নীরব বাঁশির' কথা শুনেছেন? এক ধরনের বাঁশি কুকুর বা বিড়ালদের ট্রেনিং দেয়ার জন্য ব্যবহার করা হয়। এই বাঁশিতে ফুঁ দিলে যে কম্পন হয় মানুষ তার কোন শব্দ শুনতে পায় না, কিন্তু কুকুর, বিড়াল ঠিক শুনতে পায়। কারণ তাদের শ্রাব্যতার পাল্লা ভিন্ন। কয়েকটি প্রাণীর গড় শ্রাব্যতার পাল্লা নিচের ছকে উল্লেখ করা হলো।

মানুষের শ্রাব্যতার পাল্লা	20 Hz ~ 20,000 Hz
কুকুরের শ্রাব্যতার পাল্লা	4 Hz ~ 45,000 Hz
বিড়ালের শ্রাব্যতার পাল্লা	45 Hz ~ 64,000 Hz
ইদুরের শ্রাব্যতার পাল্লা	1,000 Hz ~ 91,000 Hz
বাদুরের শ্রাব্যতার পাল্লা	2,000 Hz ~ 110,000 Hz



চিত্র : ৭.১৮ একটি বিশেষ ধরনের ডগ হুইসেল

শব্দ আমাদের জীবনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। শব্দেতর তরঙ্গ এবং শব্দোত্তর তরঙ্গও কম গুরুত্বপূর্ণ নয়। পরের অনুচ্ছেদে এদের ব্যবহার উল্লেখ করা হলো।

৭.৫.২ শব্দেতর তরঙ্গের ব্যবহার (Uses of Infrasonic waves):

মানুষের শ্রাব্যতার পাল্লার নিচের (≤ 20 Hz) কম্পন বিশিষ্ট তরঙ্গকে শব্দেতর তরঙ্গ বলা হয়। শব্দেতর তরঙ্গের বিভিন্ন ব্যবহার পরিলক্ষিত হয়। তা হলো-

১. পারমাণবিক বিস্ফোরণ ও তেজস্ক্রিয় কণিকার অস্তিত্ব মনিটরিং প্রকৌশলে।
২. প্রাকৃতিক দুর্যোগ সম্পর্কে পূর্বাভাস দিতে। (কিছু কিছু প্রাণী প্রাকৃতিক বিপর্যয় পূর্ব শব্দেতর তরঙ্গ থেকে বিপর্যয় সম্পর্কে অগ্রিম সতর্কতা প্রদর্শন করে এ থেকে ভূমিকম্প ও সামুদ্রিক বাড়ের পূর্বাভাস পাওয়া যায়।)
৩. চিকিৎসা বিজ্ঞানে থেরাপির কাজে।
৪. ছোট শিশু কিশোরদের চোখের মাইওপিয়া ক্রটির চিকিৎসায়।

৫. এন্টিবায়োটেরিয়াল ড্রাগ হিসাবে ব্যাকটেরিয়া জনিত কারণে চোখের প্রদাহ চিকিৎসায়।
৬. বায়ুমণ্ডলের অবস্থা (আবহাওয়া) মনিটরিং কাজে শব্দ তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়।

৭.৫.৩ শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার (Uses of Ultrasonic waves) :

মানুষের শ্রাব্যতার পাল্লার উপরের (≥ 20 KHz) কম্পন বিশিষ্ট তরঙ্গকে শব্দোত্তর তরঙ্গ বলা হয়। এর বিভিন্ন ব্যবহার পরিলক্ষিত হয়। তা হলো-

১. দেহের নরম টিস্যু এবং রোগ নির্ণয়ের জন্য চিকিৎসকগণ দেহ অভ্যন্তরের বিভিন্ন অঙ্গের ছবি তুলতে শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করেন, একে আলট্রাসোনোগ্রাফি বলা হয়।
২. রক্তের গতি জানতে হৃদরোগ সনাক্ত করণে, মাতৃ গর্ভে জন্ম-পূর্ব শিশুর অবস্থা সনাক্ত করতে (আলট্রাসোনোগ্রাফি)।
৩. সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়, ডুবো জাহাজ, হিমশৈল ইত্যাদির অবস্থান জানতে।
৪. ধাতব পাত বা ধাতব খণ্ডের মধ্যের সূক্ষ্ম ফাটল অনুসন্ধান।
৫. সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি পরীক্ষার করতে।
৬. ক্ষতিকারক ব্যাকটেরিয়া ধ্বংসের কাজে।
৭. সাধারণভাবে মিশে না এমন (যেমন পানি-পারদ বা পানি-তেল) তরলসমূহের মিশ্রণ তৈরিতে।
৮. মানুষ ছাড়াও অন্যান্য প্রাণীরাও শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করে। যেমন বাদুর পথ চলতে এবং খাদ্য বস্তু অনুসন্ধানের জন্য, তিমি পরস্পরের সাথে যোগাযোগ এবং মনোভাব আদান প্রদানের জন্য শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করে। বলা হয় শব্দোত্তর তরঙ্গই তিমির ভাষা।



সার-সংক্ষেপ:

শ্রাব্যতার সীমা : মানুষের শ্রবণ ইন্দ্রিয় 20 Hz থেকে 20, 000 Hz কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পারে। তাই বলা হয় মানুষের শ্রাব্যতার সীমা 20 ~ 20,000 Hz।

শব্দেতর তরঙ্গ : শ্রাব্যতার সীমার নিচের কম্পাঙ্কের তরঙ্গ শব্দেতর তরঙ্গ। পারমাণবিক বিচ্ছারণ ও তেজস্ক্রিয় কণিকার অস্তিত্ব মনিটরিং প্রকৌশলে, প্রাকৃতিক দুর্যোগ সম্পর্কে পূর্বাভাস দিতে। চিকিৎসা বিজ্ঞানে থেরাপির কাজে, এন্টিবায়োটেরিয়াল ড্রাগ হিসাবে ব্যাকটেরিয়া জনিত কারণে চোখের প্রদাহ চিকিৎসায়, শিশু কিশোরদের চোখের মাইওপিয়ার চিকিৎসায়, বায়ুমণ্ডলের অবস্থা (আবহাওয়া) মনিটরিং প্রভৃতি কাজে শব্দেতর তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়।

শব্দোত্তর তরঙ্গ : শ্রাব্যতার সীমার উপরের কম্পাঙ্কের তরঙ্গ শব্দোত্তর তরঙ্গ। দেহের নরম টিস্যু এবং রোগ নির্ণয়ের জন্য চিকিৎসকগণ দেহ অভ্যন্তরের বিভিন্ন অঙ্গের ছবি তুলতে, রক্তের গতি জানতে, হৃদরোগ সনাক্ত করণে, মাতৃ গর্ভে জন্ম-পূর্ব শিশুর অবস্থান জানতে, সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়, ডুবো জাহাজ, হিমশৈল ইত্যাদির অবস্থান জানতে, ধাতব পাত বা ধাতব খণ্ডের মধ্যের সূক্ষ্ম ফাটল অনুসন্ধান, সূক্ষ্ম যন্ত্রপাতি পরীক্ষার করতে, ক্ষতিকারক ব্যাকটেরিয়া ধ্বংসের কাজে, সাধারণভাবে মিশে না এমন (যেমন পানি-পারদ বা পানি-তেল) তরলসমূহের মিশ্রণ তৈরিতে শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। কোন প্রাণী শিকার ধরার জন্য শব্দোত্তর তরঙ্গের প্রতিধ্বনি কাজে লাগায় ?
(ক) মানুষ (খ) হাতী
(গ) তিমি (ঘ) শিকারী কুকুর

২। শব্দোত্তর তরঙ্গের কম্পাঙ্ক কত?

- (ক) 20 Hz (খ) 20 Hz ~ 20,000 Hz
(গ) 20,000 Hz (ঘ) 20,000 Hz থেকে বেশী

৩। কুকুরের শ্রাব্যতার উর্ধ্বসীমা কত?

- (ক) 20,000 Hz (খ) 25,000 Hz
(গ) 30,000 Hz (ঘ) 45,000 Hz

৪। কোন প্রাণীর শ্রাব্যতার উর্ধ্ব সীমা 45,000 Hz প্রায়?

- (ক) বাদুড় (খ) কুকুর
(গ) মানুষ (ঘ) মাকড়সা

৫। সূক্ষ্ম ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করতে কোনটি ব্যবহার হয়?

- (ক) তেল ও গ্রীজ (খ) সাবান ও ডিটারজেন্ট
(গ) শব্দ তরঙ্গ (ঘ) শব্দোত্তর তরঙ্গ

পাঠ ৬ : সুরযুক্ত শব্দ এবং শব্দ দূষণ (Musical Sound and Soud pollution)



উদ্দেশ্য

এ পাঠের শেষে আপনি-

১. শব্দের পীচ, তীক্ষ্ণতা ও সুরযুক্ত শব্দ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
২. সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য সমূহ বর্ণনা করতে পারবেন।
৩. শব্দ দূষণ কি? শব্দ দূষণের কারণ ও ফলাফল ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
৪. শব্দ দূষণ প্রতিরোধের কৌশল বর্ণনা করতে পারবেন।



৭.৬.১ সুরেলা শব্দ ও কোলাহল (Musical sound and Noise)

আমরা জানি মানুষ 20 Hz থেকে 20, 000 Hz কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পারে। মানুষের কণ্ঠস্বর, পাতার মর্মর, পাখির কাকলী থেকে বিভিন্ন বাদ্যযন্ত্রের শব্দ, যানবাহনের শব্দ আরও কত শব্দ। কোন কোন শব্দ কানে পৌঁছালে আমাদের খুব ভাল লাগে, আমরা বলি শ্রুতিমধুর শব্দ। আবার কোন কোন শব্দ কানে গেলে অত্যন্ত বিরক্তিকর অনুভূতি হয় আমরা বলি শ্রুতিকটু শব্দ। যে সমস্ত শব্দ শ্রুতি মধুর সেগুলোকে সুরযুক্ত বা সুরেলা শব্দ (Musical sound) এবং যেগুলো বিরক্তিকর, শ্রুতিকটু সেগুলোকে সুরবর্জিত শব্দ বা কোলাহল (Noise) বলে।

যদি কোন শব্দের উৎস সরল ছন্দিত গতিতে কাঁপতে থাকে এবং তা থেকে একটি মাত্র কম্পাঙ্কের শব্দ সৃষ্টি হয় তবে তাকে সুর বলে। যেমন সুর শলাকা বা টিউনিং ফর্কের কম্পন, হারমোনিয়ামের একটি রিড চেপে ধরে ব্লো করলে যে শব্দ হয় বা গিটারের একটি তারে একবার মাত্র আঘাত করলে যে কম্পন হয় তা এক একটি সুর।



চিত্র : ৭.১৯ কয়েকটি সুরেলা যন্ত্র

সুরযুক্ত শব্দের মধ্যে বিভিন্ন কম্পাঙ্কের একাধিক সুর মিশ্রিত থাকলে তাকে বলে স্বর। তখন শব্দের উৎস জটিল পর্যাবৃত্ত গতিতে কাঁপতে থাকে। আসলে কয়েকটি সুরের সমষ্টি হল স্বর। গিটার, বেহালা বা হারমোনিয়ম যখন বাজানো হয় তা থেকে এ ধরনের যৌগিক সুর বা স্বর নির্গত হয়।

স্বর সৃষ্টিকারী সুরগুলোর মধ্যে যেটির কম্পাঙ্ক সবচেয়ে কম থাকে তাকে বলে মূল সুর। যেগুলোর কম্পাঙ্ক বেশি থাকে সেগুলো উপসুর। যে উপসুরগুলো মূলসুরের সরল গুণিতক যেমন ২ গুণ, ৩ গুণ, ৪ গুণ এমন হয় তাদের বলা হয় সমমেল বা হারমোনিক। মূল সুরের সাথে উপসুরগুলো সমমেল থাকলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় তা শুনতে ভাল লাগে, আরামদায়ক, শ্রুতিমধুর বা সুরযুক্ত শব্দ। পক্ষান্তরে মূল সুরের সাথে উপসুরগুলোর সমমেল না থাকলে সুরের গরমিল হয়, শুনতে ভাল লাগে না, এধরণের শব্দকে বলা হয় শ্রুতিকটু বা সুরবর্জিত শব্দ।

৭.৬.২ সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Musical Sound)

সুরযুক্ত শব্দের তিনটি প্রধান বৈশিষ্ট্য থাকে। যথা-

- ১। তীব্রতা বা প্রাবল্য (Intensity)
- ২। তীক্ষ্ণতা (Pitch)
- ৩। গুণ বা জাতি (Quality)

শব্দের প্রাবল্য বা তীব্রতা : প্রাবল্য বা তীব্রতা বলতে শব্দ কতটা জোরে হচ্ছে তা বুঝায়। শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে কল্পিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দ শক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বলে। শব্দের তীব্রতার একক Wm^{-2} । শব্দের প্রাবল্য যত বাড়বে শব্দ তত জোরালো হবে। শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, বিস্তার, উৎসের আকার, মাধ্যমের ঘনত্ব, উৎস থেকে শ্রোতার দূরত্ব বিভিন্ন বিষয়ের ওপর শব্দের প্রাবল্য বা তীব্রতা নির্ভরশীল।

শব্দের প্রাবল্য বা তীব্রতার মাত্রা পরিমাপের প্রচলিত একক হল বেল। 1000 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট $10^{-12} Wm^{-2}$ তীব্রতাকে প্রমাণ তীব্রতা ধরা হয়। প্রমাণ তীব্রতা থেকে 10 গুণ তীব্রতা সম্পন্ন শব্দের তীব্রতা লেভেলকে 1 বেল (B) বলে। এক বেলের এক দশমাংশকে এক ডেসিবেল (db) বলে। ডেসিবেল শব্দ দূষণের মাত্রা পরিমাপে ব্যবহৃত হয়।

শব্দের তীক্ষ্ণতা : যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে কোন সুর চড়া বা সরু এবং কোন সুর মোটা বা খাদের তা বুঝা যায় তাকে শব্দের তীক্ষ্ণতা বলে।

শব্দের তীক্ষ্ণতা শব্দ সৃষ্টিকারী বস্তুর কম্পাঙ্কের ওপর নির্ভর করে। কম্পাঙ্ক যত বেশি হবে শব্দের তীক্ষ্ণতা তত বৃদ্ধি পাবে। ক্ষুদ্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট শব্দের তীক্ষ্ণতা বেশি ও বড় তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট শব্দের তীক্ষ্ণতা কম। পুরুষ অপেক্ষা মহিলা ও শিশুদের কণ্ঠস্বরের কম্পাঙ্ক বেশি বলে তাদের স্বরও চড়া হয়। মনে রাখতে হবে তীক্ষ্ণতা কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক হলেও দুটি এক জিনিস নয়। কম্পাঙ্ক হলো যান্ত্রিক আন্দোলন যা নিখুঁতভাবে মাপা যায় আর তীক্ষ্ণতা শ্রবণ ইন্দ্রিয়ের অনুভূতি। কম্পাঙ্ক কারণ, আর তীক্ষ্ণতা তার ফল।

গুণ বা জাতি : যে বৈশিষ্ট্য দ্বারা দুটি ভিন্ন উৎস হতে নির্গত শব্দের তীব্রতা এবং তীক্ষ্ণতা এক হলেও তাদের একটিকে অন্যটি থেকে পৃথক করা যায় তাকে তার জাতি বলে। এ বৈশিষ্ট্যের দ্বারা একই শব্দ বা সুর বাঁশি বা সেতার থেকে বাজালে শোনা মাত্র তা বোঝা যায় এবং কোনটি বাঁশির, কোনটি সেতারের তা সনাক্ত করা যায়। সেতার, গীটার, বাঁশি ইত্যাদি কয়েটি বাদ্য যন্ত্র যখন এক সাথে বাজানো হয় এবং নির্গত সুরগুলোর তীক্ষ্ণতা ও প্রাবল্য যদি এক হয় তখন দূর থেকে কোন সুরটি কোন বাদ্য যন্ত্রের তা বলা যায়। কারণ আলাদা আলাদা বাদ্য যন্ত্রের নির্গত সুরের একটা নিজস্ব বৈশিষ্ট্য আছে। একেই শব্দের গুণ বা জাতি বলা হয়।

৭.৬.৩ শব্দ দূষণ (Sound Pollution)

শব্দ আমাদের যোগাযোগের মাধ্যম। আমাদের মনোভাব আদান প্রদান, নিজেকে অন্যের কাছে প্রকাশ এবং অন্যকে জানার ও বোঝার অন্যতম উপায়। শব্দ আমাদের মনের ক্ষুধা মেটায়। শব্দহীন জগতের কথা ভাবা যায় কি? পাখির ডাক, সুরেলা কণ্ঠের গান, প্রিয় জনের মিষ্টি কথা। রেডিও টেলিভিশনের শব্দ সবই নিঃসন্দেহে আমাদের আনন্দ দেয়। আবার কখনও কখনও কোনো কোনো শব্দ আমাদের কষ্ট বা বেদনারও উদ্রেক করে। তবুও শব্দ আমাদের প্রয়োজন। কিন্তু শব্দ অনেক সময় আমাদের বিভিন্ন ভাবে ক্ষতি করে। যেমন পরীক্ষার রাতে পাশের বাড়িতে উচ্চ রবে মাইকে গান। সাউন্ড বক্সে অতি উচ্চ স্বরে মিউজিক। এসব শব্দ আমাদের মনোযোগে বিঘ্ন ঘটায়। মেজাজ খারাপ করে ফেলে। গাড়ির হর্ণ, মেঘের গর্জন, যানবাহনের বিকট আওয়াজ, হাট বাজরের হট্টগোল, বিভিন্ন যন্ত্র কলকারখানার শব্দ, প্লেনের শব্দ, জেনারেটরের শব্দ, এধরণের অতি শব্দ দ্বারা পরিবেশ নষ্ট হয়। এ অবস্থাকে বলা হয় শব্দ দূষণ।



চিত্র : ৭.২০ বিরজিকর বা অসহনীয় শব্দ

অবিরত উচ্চ শব্দে কানের ভেতরের পর্দা ফেটে যায়, বা অন্তঃপর্দার কোষগুলো ক্ষতিগ্রস্ত হয়, ফলে মানুষ স্থায়ীভাবে বধির হয়ে যায়। বিশ্ব স্বাস্থ্য সংস্থা (WHO) -এর মতে সাধারণত 60 ডেসিবেল শব্দ একজন মানুষকে সাময়িকভাবে এবং 100 ডেসিবেল শব্দ পুরোপুরি বধির করে ফেলে। পরিবেশ অধিদপ্তরের মতে অতি-শব্দ মানুষের মানসিক এবং দৈহিক ক্ষতির কারণ।

পরীক্ষা নিরীক্ষার মাধ্যমে নিশ্চিতভাবে জানা গেছে উচ্চ শব্দ মানুষের মস্তিষ্কে স্নায়বিক চাপ সৃষ্টি করে। অর্থাৎ স্নায়ুর স্বাভাবিক সংযোগ ব্যহত করে, কাজে মনোযোগ কমিয়ে দেয়, মেজাজ খিটখিটে করে, কর্মদক্ষতা কমিয়ে দেয়, পরিপাক

ক্রিয়া ব্যহত করে। পাকস্থলী ও পরিপাক তন্ত্রের পীড়া বা ব্যাধি সৃষ্টি করে। আলসার ও আন্ত্রিক পীড়ায় আক্রান্ত হওয়ার আশংকা বাড়িয়ে দেয়। যারা নিয়মিত উচ্চ শব্দে ষ্টিরিও বা টেলিভিশন চালান, যারা সারাক্ষণ কানে মাইক্রোফোন লাগিয়ে উচ্চ স্বরে গান শোনে তাদের পেটের পীড়া ও কানের অসুখ দেখা দেয়, বিশেষ করে শ্রবণ শক্তি ধীরে ধীরে কমে যায়। ফলে অল্প বয়সেই বধিরতা আসতে পারে। গবেষণা করে দেখা গেছে যে সব শিল্প কারখানায় যন্ত্রে উচ্চ শব্দ উৎপন্ন হয় সেখানকার শ্রমিকদের শ্রবণ শক্তি দশ বছরে প্রায় অর্ধেক হ্রাস পায়। গবেষণায় জানা যায় ৯৭% শিক্ষার্থীর মস্তব্য উচ্চ শব্দের কারণে পড়াশুনায় বিঘ্ন ঘটে। ৮৬% সাধারণ মানুষের মস্তব্য উচ্চ শব্দে মাথা ব্যথা, মেজাজ খিচিয়ে যাওয়া, ঘুমের ব্যাঘাত, কানে কম শোনারসহ এধরনের মারাত্মক ক্ষতি হয়। জ্যামে আটকে পড়া গাড়ীর হর্ণ ও শব্দ যাত্রী এবং ড্রাইভারদের জন্য শারীরিক ও মানসিক দিক দিয়ে অত্যন্ত ক্ষতিকারক।

৭.৬.৪ শব্দ দূষণ প্রতিরোধের কৌশল

উচ্চ গ্রামে শব্দ বা শব্দ দূষণ সকল পেশার সকল বয়সের মানুষের জন্য ক্ষতিকর এ বিষয়ে কোন দ্বিমত নাই। তাই সকলকেই শব্দ দূষণ প্রতিরোধের জন্য সম্মিলিত উদ্যোগ নিতে হবে। উচ্চগ্রামে রেডিও টেলিভিশন, বা লাউড স্পিকার, মাইক না বাজানো। তারস্বরে মাইকে নির্বাচনী প্রচারণা, রাজনৈতিক বক্তৃতা, ক্যানভাসিং, ধর্মীয় অনুষ্ঠান, বিয়ে বাড়িতে গীত বাদ্য চিৎকার হৈ হুল্লা করে অন্যের অসুবিধা সৃষ্টি থেকে বিরত থাকতে হবে। শব্দ দূষণ প্রতিরোধের জন্য নিম্নরূপ তিনটি কৌশল নেয়া যেতে পারে।

নিজে এবং আপনার গৃহ পরিবেশটি কোলাহল মুক্ত রাখুন: যখন শব্দের উৎস আপনার নিয়ন্ত্রণের বাইরে তখন আপনি নিজের বাড়ি বা ঘরগুলি শব্দ নিরোধক করুন। গৃহ নির্মাণে শব্দ নিরোধক নির্মাণ সামগ্রী ও কৌশল ব্যবহার করুন। এজন্য শব্দ নিরোধক ইট, ফোমের শিট, ভারি পর্দা, দেয়ালে বুক সেলফ ইত্যাদি ব্যবহার করা যায়। যেসব যন্ত্রপাতি থেকে শব্দ হয় সেগুলো বসবাসের বা শোবার ঘর থেকে দূরে রাখুন। কোলাহল বা শব্দযুক্ত স্থান থেকে দূরে থাকুন। কাজের জন্য অনেক সময় হয়তো তা সম্ভব নাও হতে পারে। তবুও যতটা সম্ভব কোলাহলমুক্ত স্থানে সময় কাটানোর চেষ্টা করুন। ধ্যান মগ্নতা বা যোগ অভ্যাস দ্বারাও অনেক সময় শব্দ দূষণ থেকে নিজে মুক্ত রাখা যায়। যখন খুব অস্বস্তি বোধ করবেন তখন চুপচাপ বসে গভীর শ্বাস নিন এবং একাত্ন মনে শব্দকে তুচ্ছ জ্ঞান করে ধীরে ধীরে নিঃশ্বাস ফেলুন। এভাবে দশ বার করুন। আপনার অস্বস্তি বোধ কেটে যাবে। বাইরের শব্দ থেকে নিজে মুক্ত রাখতে নয়েজ ক্যান্সেলিং হেড ফোন বা ইয়ার প্লাগ ব্যবহার করতে পারেন। কোনো কোনো ওয়ুধের দোকানে এগুলো কিনতে পাওয়া যায়। অথবা তুলা বা কাপড়ের দলা পাকিয়ে নিজের কানের ছিদ্রটি বন্ধ করে রাখতে পারেন।

আপনার নিয়ন্ত্রণের বাইরের উৎস সম্পর্কে করণীয় : শব্দ দূষণের কারণটি বুঝার চেষ্টা করুন। নির্মাণাধীন এলাকা, বিমান বন্দর, রেল স্টেশন, ব্যস্ত রাজপথ উচ্চ শব্দের উৎস। এটি আপনার এলাকায় হলে আপনি এ সম্পর্কে ভাল বুঝবেন। আপনি দূষণ এলাকায় বসবাস তুলে নিন। আপনার এলাকায় বা মহল্লায় শব্দ দূষণ নিয়ন্ত্রণ সংক্রান্ত কোনো বিধি বিধান আছে কিনা জেনে নিন। সাধারণত নির্মাণ কাজের ভারী যন্ত্রপাতি ব্যবহারের জন্য দিনের মধ্যে কিছু সময় বেধে দেয়া থাকে। সেই সময়ে যাতে কাজ হয় তা নিশ্চিত করুন। বিধান ভঙ্গ হলে আইন প্রয়োগকারী সংস্থার সাহায্য নিন।

নিজ এলাকা ও এলাকাবাসীদের শব্দ দূষণমুক্ত রাখায় করণীয়: লক্ষ্য করে থাকবেন আপনি যে এলাকায় বা মহল্লায় বা পাড়ায় বসবাস করেন প্রায়শ সেখানে নির্বাচনী প্রচারণা, রাজনৈতিক বক্তৃতা, ক্যানভাসিং, ধর্মীয় অনুষ্ঠান, বিয়ে বাড়ি, জন্মদিন, খৎনা বিভিন্ন সামাজিক উৎসবে সারা রাত অত্যন্ত জোরাল শব্দে মাইক বাজানো হয়। অনেক সময় কোন সাংস্কৃত অনুষ্ঠান বা কনসার্ট আয়োজন করা হয়। মাত্র এক রাতের জন্য হলেও এতে বেশির ভাগ সময়েই পরীক্ষার্থীদের জন্য মারাত্মক ক্ষতি হয়। এটি হ্রদরোগী, অতি বৃদ্ধ ও শিশুদের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর হতে পারে। তাই এ ধরনের দূষণ প্রতিরোধের জন্য সম্মিলিত প্রচেষ্টার প্রয়োজন। এ ব্যাপারে স্থানীয় জন প্রতিনিধিদের সম্পৃক্ত করুন, তাদের শব্দ দূষণের ক্ষতিকর দিকগুলো বুঝিয়ে দিন। এলাকায় জন সাধারণকে এ সম্পর্কে সচেতন করুন। এরপর প্রথম কাজ হবে সকলে মিলে কমিউনিটি সেন্টার বা শব্দ উৎসের জন্য এমন একটি স্থান নির্বাচনের সম্মিলিত সিদ্ধান্ত গ্রহণ যাতে এলাকাবাসী জন্য শব্দ দূষণ সর্বনিম্ন হয়। দ্বিতীয়ত লাউড স্পিকার ব্যবহারের একটি সময় সীমা (যেমন সকাল ৯টা থেকে রাত ৯টা) এবং

শব্দ তীব্রতার সর্বোচ্চ মান (যেমন ৫০ ডেসিবেল) বেঁধে দিতে হবে। এটিও সম্মিলিত সিদ্ধান্ত নিতে হবে। প্রয়োজনে আইনী বা আইন প্রয়োগকারী সংস্থার সহায়তা নিতে পারেন। কিন্তু এক্ষেত্রে একা নয় বরং কয়েকজন মিলে সম্মিলিত প্রচেষ্টা নেবেন।

এলাকায় বৃক্ষরোপন কর্মসূচি বাস্তবায়ন করুন। বৃক্ষ বায়ু দূষণ, ভূমি ক্ষয়, তাপ প্রতিরোধের সাথে সাথে শব্দ দূষণ প্রতিরোধেও গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

কিন্তু সবার আগে নিজের গাড়ির শব্দ নিয়ন্ত্রণ করুন, নিজের হর্ণের শব্দ কমান, নিজের বাড়িতে, পিকনিক পার্টিতে মাইক বাজানো বন্ধ করুন। নিজে ঘরের উচ্চ শব্দ যা প্রতিবেশীদের এমনকি আপনার পরিবারের জন্য ক্ষতিকর তা সৃষ্টি থেকে বিরত থাকুন।



সার-সংক্ষেপ:

সুরযুক্ত বা সুরেলা শব্দ : কোন কোন শব্দ কানে পৌঁছালে আমাদের খুব ভাল লাগে, আমরা বলি শ্রুতিমধুর শব্দ। যে সমস্ত শব্দ শ্রুতি মধুর সেগুলোকে সুরযুক্ত বা সুরেলা শব্দ বলা হয়।

কোলাহল: কোনো কোনো শব্দ কানে পৌঁছালে অত্যন্ত বিরক্তিকর অনুভূতি হয় আমরা বলি শ্রুতিকটু শব্দ। যে সমস্ত শব্দ বিরক্তিকর, শ্রুতিকটু সেগুলোকে সুরবর্জিত শব্দ কোলাহল (Noise) বলে।

শব্দের প্রাবল্য বা তীব্রতা : প্রাবল্য বা তীব্রতা বলতে শব্দ কতটা জোরে হচ্ছে তা বুঝায়। শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে কল্পিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দ শক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বলে।

শব্দের তীক্ষ্ণতা : যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে কোন সুর চড়া বা সরু এবং কোন সুর মোটা বা খাদের তা বুঝা যায় তাকে শব্দের তীক্ষ্ণতা বলে।

গুণ বা জাতি : যে বৈশিষ্ট্য দ্বারা দুটি ভিন্ন উৎস হতে নির্গত শব্দের তীব্রতা এবং তীক্ষ্ণতা এক হলেও তাদের একটিকে অন্যটি থেকে পৃথক করা যায় তাকে তার জাত বলে।

শব্দ দূষণ : অতি উচ্চ শব্দ আমাদের মনোযোগে বিঘ্ন ঘটায়, মেজাজ খারাপ করে ফেলে এধরণের অতি শব্দ দ্বারা পরিবেশ নষ্ট হয়। এ অবস্থাকে বলা হয় শব্দ দূষণ। উচ্চ শব্দ মানুষের মস্তিষ্কে স্নায়বিক চাপ সৃষ্টি করে। অর্থাৎ স্নায়ুর স্বাভাবিক সংযোগ ব্যহত করে, কাজে মনোযোগ কমিয়ে দেয়, মেজাজ খিটখিটে করে, কর্মদক্ষতা কমিয়ে দেয়, পরিপাক ক্রিয়া ব্যহত করে। পাকস্থলী ও পরিপাক তন্ত্রের পীড়া বা ব্যাধি সৃষ্টি করে। আলসার ও আন্ত্রিক পীড়ায় আক্রান্ত হওয়ার আশংকা বাড়িয়ে দেয়। সারাক্ষণ কানে মাইক্রোফোন লাগিয়ে উচ্চ স্বরে গান শুনলে পেটের পীড়া ও কানের অসুখ দেখা দেয়, বিশেষ করে শ্রবণ শক্তি ধীরে ধীরে কমে যায়। ফলে অল্প বয়সেই বধিরতা আসতে পারে।

শব্দ দূষণ প্রতিরোধ: উচ্চ গ্রামে শব্দ বা শব্দ দূষণ সকল পেশার সকল বয়সের মানুষের জন্য ক্ষতিকর এ বিষয়ে কোনো দ্বিমত নাই। তাই সকলকেই শব্দ দূষণ প্রতিরোধের জন্য সম্মিলিত উদ্যোগ নিতে হবে। উচ্চগ্রামে রেডিও, টেলিভিশন, বা লাউড স্পিকার, মাইক না বাজানো। তারস্বরে মাইকে নির্বাচনী প্রচারণা, রাজনৈতিক বক্তৃতা, ক্যানভাসিং, ধর্মীয় অনুষ্ঠান, বিয়ে বাড়িতে গীত বাদ্য চিৎকার হৈ হুল্লা করে অন্যের অসুবিধা সৃষ্টি থেকে বিরত থাকতে হবে। শব্দ দূষণ প্রতিরোধের জন্য তিনটি কৌশল নেয়া যেতে পারে। (১) নিজেকে এবং আপনার গৃহ পরিবেশটি কোলাহল মুক্ত রাখা। (খ) আপনার নিয়ন্ত্রণের বাইরের দূষণ উৎস সম্পর্কে সতর্ক থাকা ও এড়িয়ে চলা। (৩) নিজ এলাকা ও এলাকাবাসীদের শব্দ দূষণ মুক্ত রাখায় সম্মিলিত কার্যক্রম গ্রহণ।

ব্যক্তিগত করণীয়: সবার আগে নিজের গাড়ির শব্দ নিয়ন্ত্রণ করতে হবে, নিজে হর্ণের শব্দ কমাতে হবে, নিজের বাড়িতে, পিকনিক পার্টিতে মাইক বাজানো বন্ধ করতে হবে। নিজে ঘরের উচ্চ শব্দ যা প্রতিবেশীদের এমনকি নিজ পরিবারের জন্য ক্ষতিকর তা সৃষ্টি থেকে বিরত থাকতে হবে।



পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.৬

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্যগুলো কোনটি ?
(ক) সুর, স্বর ও সম্মেল (খ) তীব্রতা, প্রাবল্য ও গুণ
(গ) সুর, তীব্রতা ও প্রাবল্য (ঘ) প্রাবল্য, তীক্ষ্ণতা ও জাতি
- ২। কোনো শব্দ উৎস সরল ছন্দিত গতিতে কেঁপে একটি মাত্র কম্পাঙ্কের শব্দ সৃষ্টি করলে তাকে কি বলে?
(ক) সুর (খ) স্বর
(গ) সম্মেল (ঘ) জাতি
- ৩। শব্দের দূষণের মাত্রা পরিমাপের প্রমাণ তীব্রতা কত ?
(ক) 1000 Hz (খ) 1 B
(গ) 1 db (ঘ) 10^{-12} Wm^{-2}
- ৪। যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে কোনো সুর চড়া বা সরু তা বুঝা যায় তাকে কি বলে ?
(ক) শব্দের তীক্ষ্ণতা (খ) শব্দের জাতি বা গুণ
(গ) শব্দের প্রাবল্য (ঘ) শব্দের তীব্রতা
- ৫। কোনটি শব্দ দূষণ নয়?
(ক) রেল গাড়ির লুইসেল (খ) সেতার বাদনের সুর
(গ) বজ্রপাতের সাথে মেঘের গর্জন (ঘ) মাইকে হারানো বিজ্ঞপ্তি প্রচার



চূড়ান্ত মূল্যায়ন-৭

ক. সাধারণ বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

- ১। প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব কত হওয়া উচিত ?
(ক) 10 m (খ) 16.6 m
(গ) 18.8 m (ঘ) 26.6 m
- ২। কোনটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের উদাহরণ?
(ক) শব্দ তরঙ্গ (খ) বেতার তরঙ্গ
(গ) তাপ তরঙ্গ (ঘ) আলোক তরঙ্গ
- ৩। কোনটি শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার নয়?
(ক) রোগ নির্ণয় (খ) ইলেকট্রনিক্স যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করা
(গ) শব্দ দূষণ হ্রাস করা (ঘ) ব্যাকটেরিয়া ধ্বংস করা
- ৪। মাকড়সা কত কম্পাঙ্ক পর্যন্ত শব্দ অনুধাবন করতে পারে?
(ক) 45,000 Hz (খ) 35,000 Hz
(গ) 30,000 Hz (ঘ) 25,000 Hz
- ৫। কোনটি শব্দ দূষণের উদাহরণ?
(ক) বৃষ্টির শব্দ (খ) গীটারের সুর
(গ) টেলিফোনের আলাপ (ঘ) এমপ্লিফায়ারে ব্যান্ড সঙ্গীত

খ. বহুপদী সমাপ্তি সূচক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

১। শব্দ তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হলো-

- i. তরঙ্গ প্রবাহ এবং মাধ্যমের কম্পন একই দিকে হয়
- ii. তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে
- iii. তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বেশি হলে শব্দের তীক্ষ্ণতা বেশি হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- | | |
|------------|----------------|
| ক) i ও ii | খ) ii ও iii |
| গ) iii ও i | ঘ) i, ii ও iii |

২। মানুষের শ্রাব্যতার সীমা নির্ভর করে-

- i. শব্দের কম্পাঙ্কের ওপর
- ii. শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্যের ওপর
- iii. শ্রবণ ইন্দ্রিয়ের সামর্থ্যের ওপর

নিচের কোনটি সঠিক?

- | | |
|------------|----------------|
| ক) i ও ii | খ) ii ও iii |
| গ) iii ও i | ঘ) i, ii ও iii |

গ. অভিন্ন তথ্য ভিত্তিক প্রশ্ন :

নিচের বক্সের তথ্যগুলি পড়ুন এবং ১-৪ নম্বর প্রশ্নের উত্তর দিন।

মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দুটো পর্দা আছে। এদের বলা হয় ভোকাল কর্ড। ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে শব্দ নির্গত হয় এভাবে মানুষ কথা বলে। সাধারণত বয়স্ক পুরুষদের ভোকাল কর্ড মোটা এবং নারী ও শিশুদের ভোকাল কর্ড পাতলা। ফলে বয়স্ক পুরুষের গলার স্বর মোটা, পক্ষান্তরে মেয়ে ও শিশুদের গলার স্বর তীক্ষ্ণ বা সরু। কিন্তু কোনো কোনো মহিলার কণ্ঠস্বর পুরুষের মতো আবার অনেক পুরুষের কণ্ঠস্বর সরু।

১। মানুষের কণ্ঠস্বরের কম্পাঙ্ক কোন বিষয়ের ওপর নির্ভর করে

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| (ক) ভোকাল কর্ডের আকার | (খ) বয়স |
| (গ) লিঙ্গ | (ঘ) তরঙ্গের বিস্তার |

২। ভোকাল কর্ড পাতলা হলে কণ্ঠস্বর কেমন হয়।

- | | |
|------------|----------|
| (ক) কর্কশ | (খ) মোটা |
| (গ) গম্ভীর | (ঘ) সরু |

৩। গায়ক গায়িকাদের গান গাওয়ার সময় কণ্ঠের ওঠা নামার কারণ

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| (ক) ভোকাল কর্ডের বিভিন্নতা | (খ) ভোকাল কর্ডের ওঠা নামা |
| (গ) কম্পাঙ্কের নিয়ন্ত্রণ | (ঘ) গায়কী ঠং |

৪। ভিন্ন ভিন্ন শব্দাংশ তৈরিতে ভোকাল কর্ডের সাথে কাজ করে

- | | |
|-----------------|------------------|
| (ক) বাতাস | (খ) জিহবা ও দাঁত |
| (গ) কণ্ঠ ও ওষ্ঠ | (ঘ) ওপরের সবগুলো |

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন :

সম্প্রতি অভিরামপুর মাধ্যমিক স্কুলের মাঠের পশ্চিম দিকের সীমানা ঘেসে তৈরি হয়েছে উত্তরা কোল্ড স্টোরেজ। এর পাঁচ তলার সমান বিশাল উঁচু প্রশস্ত দেয়াল। প্রতি বছরের মতো এবারও স্কুলের বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতা শুরু হতে যাচ্ছে।

এসএসসি প্রোগ্রাম

এবারও মাঠের পূর্বদিকে পুরস্কার বিতরণী মঞ্চ সাজানো হয়েছে। মাইকের হর্ণের (চোঙের) মুখটি সোজা পশ্চিম দিকে। অনুষ্ঠান শুরু হলো। সমস্যা দেখা গেল মাইকে বিভিন্ন ঘোষণা দেয়ার সময়। যখনই কোনো ঘোষণা দেয়া হচ্ছে, বা কথা বলা হচ্ছে তখনই সমস্যা।

ঘোষকের বা বক্তার কণ্ঠের প্রতিধ্বনি হয়ে কোনো কথাই বোঝা যাচ্ছে না।

প্রধান অতিথি, অভ্যাগত সবাই বিরক্ত হয়ে গেলেন, প্রধান শিক্ষক এবং অন্যান্য শিক্ষকরা খুবই অপ্রস্তুত ও বিব্রতকর অবস্থায় পড়লেন। মাইক খারাপ বলে মাইকম্যানকে বকাবকি করতে লাগলেন। মাইকম্যান ছুটলেন নতুন মাইক এবং লম্বা তার আনতে। অনুষ্ঠান থেমে গেল।

নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।



(ক) প্রতিধ্বনি কী?

(খ) অনুষ্ঠানে প্রতিধ্বনি সৃষ্টির কারণ কী? ব্যাখ্যা করুন।

(গ) মাইক্রোফোনের হর্ণটির কোল্ড স্টোরেজের দেয়াল থেকে 100m দূরে হলে শব্দ এবং প্রতিধ্বনি শোনার সময়ের পার্থক্য নির্ণয় করুন। (শব্দের বেগ 332 ms^{-1} ধরে নিন)।

(ঘ) প্রতিধ্বনির জন্য মাঠে অনুষ্ঠান পরিচালনা সম্ভব হচ্ছে না এ অবস্থায় অনুষ্ঠানটি পরিচালনায় আপনি কোনো পরামর্শ বা সমাধান দিতে পারেন কি? কিভাবে? ব্যাখ্যা সহ বর্ণনা করুন।

বহুনির্বাচনী প্রশ্নসমূহের উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.১	১। (ঘ)	২। (খ)	৩। (ক)	৪। (খ)	৫। (ক)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.২	১। (ঘ)	২। (খ)	৩। (গ)	৪। (ঘ)	৫। (ক)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.৩	১। (খ)	২। (ঘ)	৩। (গ)		
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.৪	১। (ঘ)	২। (গ)	৩। (খ)	৪। (খ)	৫। (ঘ)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.৫	১। (গ)	২। (ঘ)	৩। (ঘ)	৪। (খ)	৫। (ঘ)
পাঠোত্তর মূল্যায়ন ৭.৬	১। (ঘ)	২। (ক)	৩। (গ)	৪। (ক)	৫। (খ)

চূড়ান্ত মূল্যায়ন ৭

ক. সাধারণ বহুনির্বাচনী প্রশ্ন : ১। (খ) ২। (ক) ৩। (গ) ৪। (ক) ৫। (ঘ)

খ. বহুপদী সমাপ্তি সূচক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন : ১। (ঘ) ২। (গ)

গ. অভিন্ন তথ্য ভিত্তিক বহুনির্বাচনী প্রশ্ন : ১। (ক) ২। (ঘ) ৩। (গ) ৪। (ঘ)

ঘ. সৃজনশীল প্রশ্ন : (ক) পাঠ-৪ সারাংশে দেখুন (খ) ৭.৪.২ পাঠ্যাংশে দেখুন (গ) 0.6 s (প্রায়)
(ঘ) নিজে করুন, টিউটোরিয়াল ক্লাসে শিক্ষককে দেখান।