

# ইউনিট ১১

## শব্দের কথা

---

### ভূমিকা

সকালে ঘুম থেকে উঠেই আমরা চারদিকে শুনতে পাই নানা রকম শব্দ। অথবা কখনো এ শব্দ শুনেই ঘুম থেকে উঠি যেমন- পাখির ডাক, মোরগের ডাক, ঘড়ির অ্যালার্ম। তারপর সারাদিন কাটে নানারকম শব্দ শুনে এবং ঘুমুতে যাবার আগ পর্যন্ত এ শব্দ শোনার কোনো বিরাম নেই। এক কথায় শব্দ আমাদের প্রাত্যহিক জীবনের প্রতিটি ঘটনার সাথে ঘনিষ্ঠভাবে যুক্ত।

## পাঠ ১১.১

## শব্দের উৎস ও বিস্তার



## উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- শব্দের উৎস সম্পর্কে বর্ণনা করতে পারবেন;
- শব্দের বিস্তার সম্পর্কে বর্ণনা করতে পারবেন।

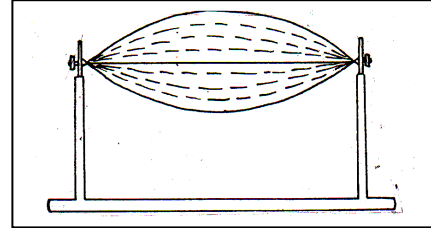


## শব্দের উৎস

কম্পনই শব্দ উৎপত্তির উৎস। কোনো ধাতব বস্তু যেমন- কাঁসার বাটি, সুর শলাকা, লোহার থালা ইত্যাদিকে আঘাত করলে শব্দ শোনা যায়। আঘাত করার সাথে সাথে বস্তুটি কাঁপতে থাকে, আমরা শব্দ শুনতে পাই। তারপর সময়ের সাথে কম্পন যত কমতে থাকে, শব্দের তীব্রতাও তত কমে। এক সময় কম্পন থেমে গেলে শব্দ আর শোনা যায় না। কম্পমান বস্তুটিকে স্পর্শ করলে আমরা এ কম্পন অনুভব করতে পারি। কিন্তু কাঁসার বাটি, সুর শলাকা, লোহার থালা এসব বস্তুর আকার আয়তন ছোট বলে হাত দিয়ে ধরার সাথে সাথে এদের কম্পন থেমে যায়। আমরা তখন আর কোনো শব্দ শুনতে পাই না।

নিচের পরীক্ষাসমূহ লক্ষ্য করলে আপনারা বুঝতে পারবেন যে, কম্পনই শব্দ উৎপত্তির মূল উৎস।

১. কাঁসার তৈরি একটি বাটি নিন, এখন বাটিটিকে চামচ দিয়ে আঘাত করুন। দেখতে পাবেন যে বাটিটি কাঁপছে এবং শব্দ শোনা যাচ্ছে। হাত দিয়ে ধরলে এর কম্পন থেমে যাবে। তখন আর শব্দ শোনা যাবে না।

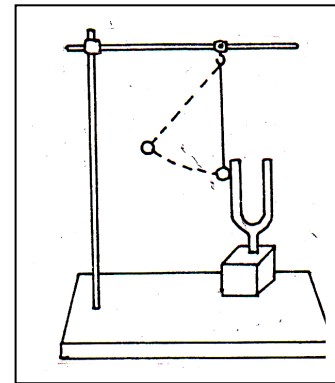


wPÍ 11.1-1 : kã ^Zwii c×wZ

২. একটি তারের দুপ্রান্ত প্রথমে দুটি স্তম্ভের সাথে বেঁধে নিন (চিত্র ১১.১-১)। লক্ষ্য রাখতে হবে বাঁধার পর তারটি যেন টান টান থাকে। তখন তারের মধ্যস্থলে টেনে ছেড়ে দিন। দেখা যাবে তারটি কাঁপছে এবং শব্দ শোনা যাচ্ছে। হাত দিয়ে তারটি ধরলে কম্পন থেমে যাবে। তখন আর শব্দ শোনা যাবে না।

৩. ঢোলের চামড়ার উপর আঘাত করলে চামড়াটি কাঁপতে থাকে এবং শব্দ শোনা যায়। হাত দিয়ে স্পর্শ করলে কম্পন এবং শব্দ দুইই থেমে যায়।

৪. একটি সুরেলী কাঁটা নিন এবং একটি পিথবল স্ট্যান্ডের সাহায্যে ঝুলান। পিথবলটি এমভাবে ঝুলানো হবে যেন এটি সুরেলী কাঁটার যে কোনো এক দিক স্পর্শ করে। এবার সুরেলী কাঁটাটিকে আঘাত করলে এটি কাঁপতে থাকবে এবং শব্দের উৎপত্তি হবে। লক্ষ্য করলে দেখা যাবে যে, পিথবলটিও একই সঙ্গে বার বার কাঁটায় ধাক্কা খেয়ে দূরে সরে যাচ্ছে (চিত্র-১১.১-২)। এখন হাত দিয়ে কাঁটাটি ধরলে এর কম্পন বন্ধ হয়ে যাবে এবং দেখা যাবে বলটি সরে যাচ্ছে না এবং শব্দও শোনা যাচ্ছে না। এ সকল ঘটনাসমূহ হতে আমরা সিদ্ধান্ত গ্রহণ করতে পারি যে, কম্পনই শব্দ উৎপত্তির মূল উৎস।



wPÍ 11.1-2 : কম্পনশীল সুরেলী

মানুষ কিভাবে কথা (শব্দ উচ্চারণ) বলে

মানুষের গলায় রয়েছে স্বরযন্ত্র বা বাক্যন্ত্র। এর ভেতর রয়েছে দুটি পাতলা পর্দা, এদের স্বরতন্ত্রী বলে। স্বরতন্ত্রী দুটির মধ্যে রয়েছে আবার সরু ছিদ্র। একে স্বরছিদ্র বলে। মানুষ যখন কথা বলে তখন ফুসফুস হতে বায়ু স্বরছিদ্রে প্রবেশ করে। এরপর মুখ বা নাকের ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হয় এবং স্বরতন্ত্রী দুটিতে কাঁপুনির সৃষ্টি করে। মুখগহ্বর, জিহ্বা, দাঁত, ঠোঁট এ শব্দকে নিয়ন্ত্রণ করে বিভিন্ন রকমের শব্দ উৎপন্ন করে। বিভিন্ন উচ্চারণের মাধ্যমে আমরা বিভিন্ন কথা বলি।

### শ্রাব্যতার সীমা

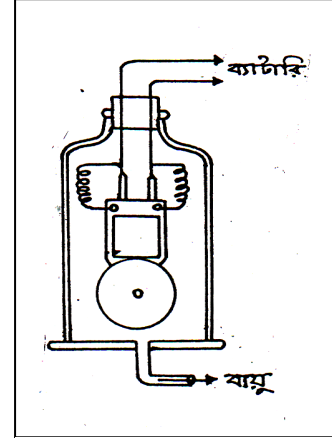
বস্তুর কম্পনের ফলেই শব্দের উৎপত্তি হয়। কিন্তু বস্তু কাঁপলেই যে আমরা সে শব্দ শুনতে পাব তা ঠিক নয়। প্রতি সেকেন্ডে বস্তু কতবার কাঁপল তার উপর নির্ভর করে আমরা শব্দটি শুনতে পাব, কি পাব না। প্রতি সেকেন্ডে কম্পন সংখ্যা ২০ হতে ২০,০০০ এর মধ্যে থাকলে যে শব্দ উৎপন্ন হয়, তা আমরা শুনতে পাই। এ সীমাকে শ্রাব্যতা সীমা এবং উক্ত শব্দকে শ্রবণ শব্দ (Audible sound) বলে। কম্পন সংখ্যা প্রতি সেকেন্ডে ২০ এর কম এবং ২০,০০০ এর অধিক হলেও শব্দ উৎপন্ন হয়, কিন্তু আমরা তা শুনতে পাই না। কম্পন সংখ্যা প্রতি সেকেন্ডে ২০ এর কম হলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় তাকে ইনফ্রাসনিক সাউন্ড (Infrasound) বা অবশ্রবণ শব্দ বলে। আবার কম্পন সংখ্যা প্রতি সেকেন্ডে ২০,০০০ এর বেশি হলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় তাকে সুপারসনিক বা আলট্রাসনিক সাউন্ড (Supersonic or Ultrasonic sound) বা শ্রবণোত্তর বা অতি শব্দ বলে।

কম্পন সংখ্যা প্রতি সেকেন্ডে ২০ থেকে ২০,০০০ এর মধ্যে থাকলে মানুষ যেমন শুনতে পায় অন্য সকল প্রাণির ক্ষেত্রে কিন্তু তা নয়। যেমন- বাদুর ও চামচিকা প্রতি সেকেন্ডে ২০,০০০ এর অধিক কম্পন অর্থাৎ শ্রবণোত্তর কম্পন তৈরি করতে পারে আবার এই কম্পনের শব্দ শুনতেও পারে।

### শব্দের সঞ্চালনে মাধ্যমের প্রয়োজনীয়তা

শব্দ সঞ্চালন বা চলাচলের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন হয়। মাধ্যম ছাড়া শব্দ চলাচল করতে পারে না। নিম্নের পরীক্ষার সাহায্যে আমরা সহজেই বুঝতে পারি যে, মাধ্যম ছাড়া শব্দ চলতে পারে না।

একটি বায়ু নিষ্কাশনযুক্ত জার নিন। এখন এর মধ্যে একটি বৈদ্যুতিক ঘণ্টা ঝুলিয়ে দিন। সুইচ টিপে বাইরে থেকে ঘণ্টাটিকে বাজালে শব্দ শোনা যাবে। এবার ধীরে ধীরে নিচের নল দিয়ে যদি বায়ু বের করে নিন, তখন দেখা যাবে যে, ঘণ্টার শব্দ ধীরে ধীরে কমে যাচ্ছে। জারটি যখন বায়ুশূন্য হয়ে যাবে তখন আর শব্দ শোনা যাবে না। আবার যদি ধীরে ধীরে জারের মধ্যে বায়ু প্রবেশ করানো হয় তবে শব্দ শোনা যাবে। এ থেকে আমরা বুঝতে পারি যে, শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন।



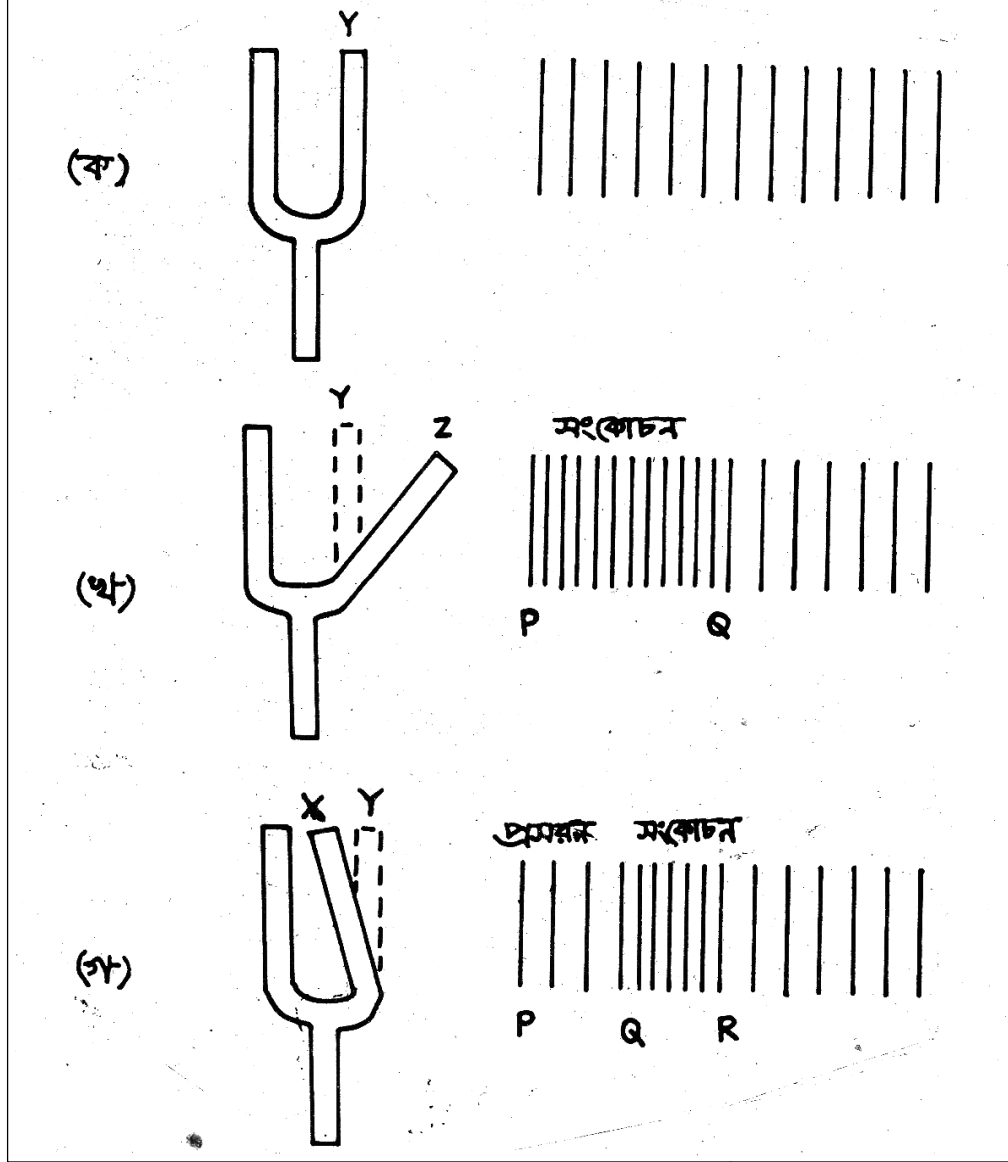
চিত্র ১১.১-৩ : শব্দ সঞ্চালনের পরীক্ষা

### শব্দের সঞ্চালন

পূর্বেই আমরা দেখেছি যে, শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যম প্রয়োজন। মাধ্যমের মধ্য দিয়ে শব্দ কিভাবে সঞ্চালিত হয় তা নিচের আলোচনার মাধ্যমে স্পষ্ট বোঝা যাবে।

একটি সুরেলী কাঁটা নিন। এখন এটিকে আঘাত করুন। ফলে সুরেলী কাঁটার বাহু দুটি ডানে বামে কাঁপতে থাকবে। ধরুন একটি বাহুর অবস্থান Y [চিত্র ১১.১-৪(ক)] বিন্দুতে। কাঁপার ফলে এটি যখন ডান অর্থাৎ Z অবস্থানে যাবে তখন ডান দিকের বায়ুস্তরগুলোকে ক্রমে ক্রমে ধাক্কা দেবে। ফলে বায়ুস্তরগুলি সংকুচিত [চিত্র ১১.১-৪(খ)] হবে। একে বায়ুর সংকোচন বলে। এ সংকোচন যতক্ষণ পর্যন্ত একস্তর হতে অন্যস্তরে শক্তি শেষ না হয় ততক্ষণ চলতে থাকে। কাঁটাটি আঘাত করার পূর্বে বায়ুস্তর স্থির ছিল [চিত্র ১১.১-৪(ক)]। আবার বাহুটি যখন বাম অর্থাৎ X অবস্থানে আসবে তখন ডান দিকের বায়ুস্তরগুলির উপর হতে ধাক্কা অপসারিত হবে। স্থিতিস্থাপক

ধর্মের ফলে বায়ুস্তরগুলি আবার পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসবে। ধাক্কা অপসারিত হওয়ায় এবং বাহুটি Z অবস্থানে হতে X অবস্থানে আসায় Q অংশের বায়ুস্তরের প্রসার ঘটে। একে বায়ুর প্রসারণ বলে। এ সময় সংকোচন PQ অংশ হতে QR অংশে পৌঁছায়। এভাবে শব্দ বায়ুকে মাধ্যম হিসাবে ব্যবহার করে এর সংকোচন প্রসারণের দ্বারা অগ্রসর হয়ে আমাদের কানে পৌঁছায় এবং শ্রুতির অনুভূতি জাগায়।



চিত্র ১১.১-৪ : একটি সুরেলী কাঁটার কম্পনের উৎপন্ন শব্দ সঞ্চালন পদ্ধতি।

শব্দ বায়ু ছাড়াও কঠিন ও তরল মাধ্যমের মধ্য দিয়েও চলাচল করে। যেমন- একটি ঘড়ি বড় কাঠের টেবিলের উপর একপ্রান্তে রেখে দিন। এখন টেবিলের অপর প্রান্তে দাঁড়ালে ঘড়ির টিক টিক শব্দ শোনা যাবে না। কিন্তু টেবিলের অপর প্রান্তের সাথে কান লাগালে শব্দ শোনা যাবে। অতএব কঠিন মাধ্যমে শব্দের সঞ্চালন হয়।

আবার পানির মধ্যে ডুব দিয়ে কেউ যদি হাততালি দেয় তবে উপর হতে অর্থাৎ বায়ু মাধ্যমে আমাদের কানে সে শব্দ পৌঁছবে না। কিন্তু পানিতে সে সময় ডুব দিলে শব্দ শোনা যাবে। অতএব তরল মাধ্যমেও শব্দের সঞ্চালন হয়।



## পাঠ ১১.২

## শব্দের বেগ ও প্রতিধ্বনি



## উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে আপনি-

- শব্দের বেগ-এর সংজ্ঞা দিতে পারবেন;
- শব্দের বেগ নির্ণয় করতে পারবেন;
- প্রতিধ্বনির সংজ্ঞা লিখতে পারবেন;
- প্রতিধ্বনির বিভিন্ন ব্যবহার চিহ্নিত করতে পারবেন।



## শব্দের বেগ

বৃষ্টির দিনে বজ্রপাতের সময় আমরা বজ্রপাতের ঝলকানি দেখতে পাই, তারপর কিছুক্ষণ পর শুনতে পাই বজ্রপাতের শব্দ। কিন্তু বজ্রপাতের ঝলকানির সাথে সাথেই শব্দ তৈরি হয়। অথচ শব্দ পৌঁছতে বেশ কিছু সময় লাগে। এ সময় কয়েক সেকেন্ড হতে পারে। সুতরাং বোঝা যাচ্ছে যে, শব্দ নির্দিষ্ট বেগে এক স্থান হতে অন্যস্থানে গমন করে। এক সেকেন্ডে শব্দ যে পথ অতিক্রম করে তাকে শব্দের বেগ বলে।

শব্দের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। তাপমাত্রা বাড়লে শব্দের বেগও বাড়ে। যেমন, পরীক্ষা করে দেখা গেছে যে, শূন্য ডিগ্রি সেলসিয়াস (0°) তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের গতি প্রতি সেকেন্ডে ৩৩১ মিটার। কিন্তু প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে এর বেগ ০.৬ মিটার বৃদ্ধি পাবে।

শব্দের বেগ মাধ্যমের ঘনত্বের উপরও নির্ভর করে। যে মাধ্যমের ঘনত্ব বেশি সে মাধ্যমে শব্দের বেগও বেশি। ফলে পানিতে শব্দের বেগ ১৪৪০ মিটার/সেকেন্ড। কঠিন পদার্থ যেমন কাঠের মধ্যে শব্দের বেগ বায়ু অপেক্ষা ১২ গুণ বেশি। ইস্পাতে শব্দের বেগ বায়ুর চেয়ে ১৫ গুণ বেশি। সহজ কথায়, যে পদার্থের ঘনত্ব বেশি সে পদার্থে শব্দের বেগও বেশি।

## শব্দের বেগ নির্ণয়

ধরি, দুজন ব্যক্তি কয়েক মাইল দূরবর্তী দুটি পাহাড়ে দাঁড়িয়ে রয়েছে। তাদের একজনের কাছে রয়েছে স্টপওয়াচ এবং অন্যজনের কাছে রয়েছে বন্দুক। এখন বন্দুকধারী গুলি ছোঁড়ার সাথে সাথে বন্দুকের অগ্রভাগে যে অগ্নিশিখা দেখবেন তা দেখে প্রথমজন স্টপওয়াচ চালু করবেন। যখনই গুলির শব্দ শুনবেন তখনই আবার স্টপওয়াচটি বন্ধ করে দেবেন। এখন স্টপওয়াচ থেকে সময় দেখে নিতে হবে। পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বকে উক্ত সময় দিয়ে ভাগ করলে শব্দের বেগ পাওয়া যাবে। অর্থাৎ শব্দের বেগ = দূরত্ব ÷ সময়।

তবে এ পদ্ধতিতে যে বেগ পাওয়া যায় তা সঠিক নাও হতে পারে। বাতাসের প্রবাহের উপরও বেগ নির্ভর করে। বাতাস যে দিকে প্রবাহিত হয় শব্দের বেগ সেদিকে বেড়ে যায়। আবার বাতাসের উল্টো দিকে শব্দের বেগ কমে যায়। এজন্য বন্দুক ও স্টপওয়াচ হাত বদল করে দুবার বেগ বের করে তার গড় নিলে ত্রুটি কিছুটা কমে যাবে এবং মোটামুটি সঠিক শব্দের বেগ পাওয়া যাবে। আবার বায়ুর উষ্ণতার উপরও শব্দের বেগ নির্ভর করে। যান্ত্রিক পদ্ধতিতে সময় রেকর্ড করতে পারলে শব্দের বেগ ত্রুটিমুক্ত হবে।

## শব্দের প্রতিধ্বনি

শব্দ কোনো কঠিন তল, বড় দালান, পাহাড় ইত্যাদিতে ধাক্কা খেলে বা বাধাপ্রাপ্ত হলে এর কিছু অংশ উৎসের কাছে ফিরে আসে; এ ঘটনাকে শব্দের প্রতিফলন বলে। আর প্রতিফলনের জন্য কোনো শব্দের যে পুনরাবৃত্তি হয় তাকে সেই শব্দের প্রতিধ্বনি বলে।

প্রতিধ্বনি শুনবার জন্য প্রতিফলকের ন্যূনতম দূরত্ব



$$2d = V \times \frac{t}{2}$$

$$\text{বা, } d = V \times \frac{t}{2}$$

এখানে,  $d$  হলো সমুদ্রের গভীরতা।

### খনিজ পদার্থের সন্ধান

খনিজ পদার্থের অস্তিত্ব ও অবস্থান নির্ণয়ের জন্য ভূ-তাত্ত্বিকগণ মাটির নিচে গর্ত করে, ঐ গর্তে শব্দ প্রেরণ করেন। এ শব্দ মাটির নিচে বিভিন্ন দিকে সঞ্চালিত হয় এবং মাটির ভিতর বিভিন্ন শিলাস্তর থেকে প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে। হাইড্রোফোন নামক যন্ত্রের সাহায্যে এ প্রতিফলিত শব্দ গ্রহণ করা হয়। এ শব্দগুলি গ্রাহকযন্ত্রে পৌঁছে স্বয়ংক্রিয়ভাবে নিজ নিজ আগমনের নকশা অংকন করে। এ নকশা হতে মূল শব্দ ও এর প্রতিধ্বনির মধ্যবর্তী সময় জেনে শিলার অবস্থান ও গঠন সম্পর্কে বুঝা যায়। এভাবে শিলার গঠন হতে এগুলো কোনো কোনো খনিজের সমন্বয়ে তৈরি তা নির্ণয় করে খনিজ পদার্থের সন্ধান পাওয়া যায়।

### সারসংক্ষেপ

- ▶ বাতাসে শব্দের গতি প্রতি সেকেন্ডে ৩৩১ মিটার।
- ▶ যে পদার্থের ঘনত্ব যত বেশি সে পদার্থে শব্দের বেগ তত বেশি।
- ▶ শব্দের বেগ =  $\frac{\text{শব্দ দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{শব্দ দ্বারা দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময়}}$
- ▶ প্রতিফলনের জন্য কোনো শব্দের যে পুনরাবৃত্তি হয়, তাকে সেই শব্দের প্রতিধ্বনি বলে।
- ▶ শব্দ শোনার পর মস্তিষ্কে তা  $\frac{1}{10}$  সময় ধরে স্থায়ী হয়।

### পাঠোত্তর মূল্যায়ন-২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (✓) চিহ্ন দিন।

১. বাতাসে শব্দের বেগ কত?
 

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| ক. ১৪৪০ কিলোমিটার/সেকেন্ড | খ. ৩৩১ মিটার/সেকেন্ড   |
| গ. ৩৩১ কিলোমিটার/সেকেন্ড  | ঘ. ১৪৪০ মিটার/সেকেন্ড। |
২. মানুষের মস্তিষ্কে শব্দ স্থায়িত্বকালের সময় কত?
 

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| ক. ১/১০ সেকেন্ড | খ. ১/১০০ সেকেন্ড |
| গ. ১/১০ ঘণ্টা   | ঘ. ১/১০ মিনিট    |
৩. শব্দের প্রতিধ্বনির কারণ কি?
 

|             |           |
|-------------|-----------|
| ক. প্রতিসরণ | খ. পরিচলন |
| গ. প্রতিফলন | ঘ. পরিবহন |
৪. স্পষ্ট প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শ্রোতা ও প্রতিফলকের মধ্যে দূরত্ব সর্বনিম্ন কত হতে হবে?
 

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| ক. ১৫.৬ মিটার     | খ. ১৬.৫ মিটার  |
| গ. ১৬.৫ কিলোমিটার | ঘ. ১৬.৬ মিটার। |

### চূড়ান্ত মূল্যায়ন

### সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১. মানুষ কিভাবে কথা বলে- লিখুন।
২. শ্রুত শব্দ (Audible Sound) কাকে বলে- লিখুন।
৩. অবশ্রুতি ও শ্রবণোত্তর শব্দ বলতে কি বোঝেন- লিখুন।
৪. শব্দের প্রতিধ্বনি বলতে কি বোঝেন- লিখুন।

### রচনামূলক প্রশ্ন

১. “কম্পনই শব্দ উৎপত্তির মূল উৎস” উদাহরণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করুন।
২. “শব্দ সঞ্চালনে মাধ্যমের প্রয়োজন” পরীক্ষাসহ ব্যাখ্যা করুন। শব্দ সঞ্চালন প্রক্রিয়াটি বর্ণনা করুন।
৩. শব্দের বেগ বলতে কি বোঝেন লিখুন। বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগ সম্পর্কে আলোচনা করুন।
৪. শব্দের প্রতিধ্বনি বলতে কি বোঝেন, লিখুন। প্রতিধ্বনি শোনার জন্য প্রতিফলকের ন্যূনতম দূরত্ব কতটুকু হওয়া উচিত - তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করুন।
৫. সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় এবং খনিজ পদার্থের সন্ধান শব্দের প্রতিধ্বনির ব্যবহার বর্ণনা করুন।

### 🔑 উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন - ১ : ১. খ ২. ক. ৩. খ

পাঠোত্তর মূল্যায়ন - ২ : ১. খ ২. ক. ৩. গ ৪. খ।