

## SSC Physics

অধ্যয়নভিত্তিক কন্সেন্ট

অধ্যায়-৭: তরঙ্গ ও শব্দ

প্রয়োজনীয় তথ্য:

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
$v = \frac{\lambda}{T}$	$\lambda$ = তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $T$ = পর্যায়কাল
$T = \frac{1}{f}$	$T$ = পর্যায়কাল
$v = f\lambda$	$v$ = বেগ $f$ = কম্পাঙ্ক $\lambda$ = তরঙ্গ দৈর্ঘ্য
$d = \frac{vt}{2}$	$t$ = শব্দ উৎপন্ন করা ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময় $d$ = দূরত্ব

- **তরঙ্গ (Waves)** : যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চারণিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থানান্তরিত করে না তাকে তরঙ্গ বলে।

উদাহরণ : পানির ঢেউ, বাতাসে ধানের ক্ষেতে ঢেউ, শব্দ তরঙ্গ, আলোক তরঙ্গ, ভূতরঙ্গ (Earth Wave), তড়িৎ চুম্বক তরঙ্গ ইত্যাদি।

- **তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য (Wave's Characteristics) :**

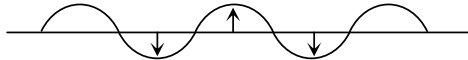
- মাধ্যমের কণার স্পন্দন গতির ফলে তরঙ্গ সৃষ্টি হয় কিন্তু মাধ্যমের কণা স্থানান্তরিত হয় না।
- যান্ত্রিক তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যম প্রয়োজন।
- তরঙ্গ একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালন করে।
- তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে।
- তরঙ্গের প্রতিফলন ও প্রতিসরণ ও উপরিপাতন ঘটে।

- **পর্যায়কাল বা দোলনকাল (Time Period)** : তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে ঐ তরঙ্গের পর্যায়কাল বলে। পর্যায়কালকে  $T$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক সেকেন্ড (s)।

- **কম্পাঙ্ক (Frequency)** : তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণা এক সেকেন্ডে যতগুলো স্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে। একে  $f$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। কম্পাঙ্কের এসআই একক হার্টজ (Hertz বা, Hz)

$$1\text{Hz} = 1 \frac{\text{vib}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{cycle}}{\text{s}} = 1 \frac{\text{স্পন্দন}}{\text{সেকেন্ড}} = 1\text{s}^{-1}$$

- **বিস্তার (Amplitude)** : তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণা সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে সর্বাধিক যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গের বিস্তার বলে। বিস্তারকে  $a$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এসআই বা আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে বিস্তারের একক মিটার (m)।



- **দশা (Phase)** : গতির সম্যক অবস্থাকে তার দশা বলে। কোনো একটি মুহূর্তে গতির সম্যক অবস্থা বলতে ঐ বিশেষ মুহূর্তে কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি বোঝায়।

- **তরঙ্গদৈর্ঘ্য (Wave Length)** : তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে। অর্থাৎ পরপর দুটি তরঙ্গাংশ বা তরঙ্গপাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব হচ্ছে তরঙ্গদৈর্ঘ্য।

তরঙ্গদৈর্ঘ্যকে  $\lambda$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

**তরঙ্গ বেগ (Wave Velocity)** : তরঙ্গ নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ বেগ বলে।

**অনুপ্রস্থ তরঙ্গ (Transverse Wave)** : যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলো স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে। পানির তরঙ্গ, বেতার তরঙ্গ ইত্যাদি অনুপ্রস্থ বা আড় তরঙ্গের উদাহরণ।

**অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ (Longitudinal Wave)** : যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, সেই তরঙ্গকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। যেমন : শব্দ তরঙ্গ।

**অনুপ্রস্থ তরঙ্গ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য :**

অনুপ্রস্থ তরঙ্গ	অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ
১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাই অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।	১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।
২. মাধ্যমে তরঙ্গাংশ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।	২. সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়।
৩. একটি তরঙ্গাংশ ও একটি তরঙ্গপাদ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত।	৩. একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত।

- **অগ্রগামী তরঙ্গ** : যখন কোনো মাধ্যমের ভেতর আন্দোলন এক স্তর থেকে অন্য স্তরে তরঙ্গ আকারে সঞ্চালিত হতে হতে সামনের দিকে একটি নির্দিষ্ট বেগে অগ্রসর হয়, তখন তাকে অগ্রগামী তরঙ্গ বলে।
- **শব্দ (Sound)** : শব্দ এক প্রকার শক্তি, যা একটি কম্পনশীল বস্তু হতে উৎপন্ন হয়ে ঐ বস্তুসংলগ্ন জড় মাধ্যমের সাহায্যে আমাদের কানে পৌঁছে শ্রুতির অনুভূতি জন্মায় বা জন্মাতে চেষ্টা করে। শব্দ স্থিতিস্থাপক জড় মাধ্যম অবলম্বন করে তরঙ্গ আকারে চলে।
- **শব্দের উৎপত্তি (Production of Sound)** : শব্দ উৎপত্তির মূল উৎসই বস্তুর কম্পন। বস্তুতে কম্পন যতক্ষণ থাকে ততক্ষণই তার শব্দ নিঃসরণ হয়। এ শব্দ নিরবচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয় এবং কানে পৌঁছে শ্রুতির অনুভূতি জন্মায়। হাত থেকে কোনো ধাতব পাত্র মেঝেতে পড়ে গেলে শব্দের সৃষ্টি হয়। সাথে সাথে যদি পাত্রটিকে হাত দিয়ে চেপে ধরা হয় তাহলে পাত্রটির কম্পন এবং শব্দ দুই-ই থেমে যায়। এ থেকে আমরা বলতে পারি যে, বস্তুর কম্পন থেকেই শব্দের উদ্ভব হয়।
- **শব্দের প্রতিফলন (Reflection of Sound)** : কোনো শব্দ তরঙ্গ একটি সুস্থ মাধ্যমের মধ্য দিয়ে চলার সময় যদি তিনু ধরনের একটি মাধ্যমে বাধা পেয়ে পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসে তাহলে এই ঘটনাকে শব্দের প্রতিফলন বলে।
- **শব্দের প্রতিধ্বনি (Echo)** : কোনো উৎস থেকে সৃষ্টি শব্দ যদি দূরবর্তী কোনো মাধ্যমে বাধা পেয়ে উৎসের কাছে ফিরে আসে তখন মূল ধ্বনির যে পুনরাবৃত্তি হয় তাকে শব্দের প্রতিধ্বনি বলে।
- **শ্রাব্যতার পালরা (Audibility Range)** : শব্দের উৎপত্তির জন্য মাধ্যমে কম্পন সৃষ্টি করতে হয়। উৎসের কম্পাঙ্ক 20Hz থেকে 20,000Hz এর মধ্যে সীমিত থাকলেই কেবল আমরা শব্দ শুনতে পাই। একে শ্রাব্যতার পাল্লা বলে।
- **শব্দোত্তর তরঙ্গ (Ultrasonic Waves)** : যে শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20,000 Hz-এর চেয়ে বেশি তাকে শব্দোত্তর তরঙ্গ বলে। শব্দ উৎসের কম্পন সংখ্যা প্রতি সেকেন্ডে 20,000 বার অর্থাৎ কম্পাঙ্ক 20,000 Hz এর বেশি হলে উৎপন্ন শব্দ আমরা শুনতে পাই না।
- **শব্দেতর তরঙ্গ (Infrasonic Waves)** : যে শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20 Hz-এর চেয়ে কম তাকে শব্দেতর তরঙ্গ বলে। শব্দ উৎসের কম্পন সংখ্যা প্রতি সেকেন্ডে 20 বার অর্থাৎ কম্পাঙ্ক 20 Hz এর কম হলে উৎপন্ন শব্দ আমরা শুনতে পাই না।
- **শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার (Use of Ultrasonic Waves) :**
  - ◆ সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়, হিমশৈল, ডুবোজাহাজ ইত্যাদির অবস্থান নির্ণয়;
  - ◆ পোতাশ্রয়ের মুখ থেকে জাহাজকে পথ প্রদর্শন;
  - ◆ রোগ নির্ণয় ও চিকিৎসা;
  - ◆ ক্ষতিকারক ব্যাকটেরিয়া ধ্বংস করা;
  - ◆ ধাতবপি- বা পাতে সূক্ষ্মতম ফাটল অনুসন্ধান;
  - ◆ সূক্ষ্ম ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করা;
  - ◆ সাধারণভাবে মিশে যায় না এমন তরলসমূহের (যেমন: পানি ও পারদ) মিশ্রণ তৈরি।
- **বাদুড়ের পথ চলা** : বাদুড় চলার সময় ক্রমাগত বিভিন্ন কম্পাঙ্কের শব্দোত্তর তরঙ্গ সৃষ্টি করে। এ তরঙ্গ চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। সামনে যদি কোনো প্রতিবন্ধক থাকে, তাহলে তাকে বাধা পেয়ে এ তরঙ্গ প্রতিফলিত হয়ে বাদুড়ের কানে ফিরে আসে। বাদুড় তার সৃষ্টি শব্দোত্তর তরঙ্গ এবং প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যকার সময়ে ব্যবধান ও প্রতিফলিত শব্দের প্রকৃতি থেকে প্রতিবন্ধকের অবস্থান এবং আকৃতি সম্পর্কে ধারণা লাভ করে এবং পথ চলার সময় সেই প্রতিবন্ধক পরিহার করে। যদিকে শব্দোত্তর তরঙ্গের প্রতিধ্বনি শুনতে পারে না, যে দিকে কোনো প্রতিবন্ধক নেই বিবেচনা করে বাদুড় সে দিকে চলে।
- **শব্দ দূষণ (Sound pollution)** : শব্দের আধিক্য আমাদের দেহ ও মনের ওপর যে বিরূপ প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে তাকেই শব্দ দূষণ বলে।
- **দূষণের কারণ**
  - ◆ সভ্যতার বিকাশের সাথে সাথে শহর, বন্দর, নগর সৃষ্টির ফলে অতিরিক্ত শব্দের সৃষ্টি হয়। ফলে শব্দ দূষণ হয়।
  - ◆ উচ্চ শব্দে রেডিও বা লাউড স্পিকারে গান বাজালে শব্দ দূষণ হয়।
  - ◆ শিল্প কারখানায় বিভিন্ন যন্ত্র থেকে উৎপন্ন শব্দ, শব্দ দূষণ সৃষ্টি করে।
- **শব্দ দূষণরোধ** : ১. শব্দ দূষণ রোধের জন্য সুস্থ মানসিকতা ও উন্নত দৃষ্টিভঙ্গির প্রয়োজন।  
২. অহেতুক শব্দ সৃষ্টি, যেমন- মাইক, রেডিও, টিভি, গাড়ির হর্ন ইত্যাদি জোরে বাজানো থেকে বিরত থাকতে হবে।

গাণিতিক সমস্যা:

গাণিতিক উদাহরণ ৭.১ : একটি বস্তু বাতাসে যে শব্দ সৃষ্টি করে তার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 20 cm। বাতাসের শব্দের বেগ 340 ms<sup>-1</sup> হলে এর কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কাল বের কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 340 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = ?$$

$$\text{পর্যায়কাল, } T = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340 \text{ ms}^{-1}}{0.2 \text{ m}} = 1700 \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1700 \text{ s}^{-1}}$$

$$= 0.000588 \text{ s}$$

$$= 5.88 \times 10^{-4} \text{ s}$$

নির্ণেয় কম্পাঙ্ক 1700 Hz; পর্যায়কাল  $5.88 \times 10^{-4} \text{ s}$

গাণিতিক উদাহরণ ৭.২ : নদীর এক পাড়ে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি হাততালি দিল। ঐ শব্দ নদীর অপর পাড় থেকে ফিরে এসে 1.5 s পর প্রতিধ্বনি শোনা গেল। ঐ সময় বায়ুতে শব্দের বেগ 340 ms<sup>-1</sup> হলে নদীটির প্রশস্ততা কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{বেগ, } v = 340 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 1.5 \text{ s}$$

$$\text{প্রশস্ততা, } d = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } 2d = v \times t$$

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

$$= \frac{340 \text{ ms}^{-1} \times 1.5 \text{ s}}{2}$$

$$= 255 \text{ m}$$

সুতরাং নদীর প্রশস্ততা 255 m

সমস্যা ১৩ : একটি বস্তু বাতাসে যে শব্দ সৃষ্টি করে তার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.2 m। বাতাসে শব্দের বেগ 332 ms<sup>-1</sup> হলে এর কম্পাঙ্ক বের কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 332 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{0.2 \text{ m}} = 1660 \text{ s}^{-1} = 1660$$

Hz

অতএব, কম্পাঙ্ক 1660 Hz।

সমস্যা ১৪ : বাতাসে শব্দের বেগ 332 ms<sup>-1</sup>। একটি সুরশলাকা দ্বারা বাতাসে উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.66 m হলে, শলাকার কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কাল নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 332 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 1.66 \text{ m}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = ?$$

$$\text{পর্যায়কাল, } T = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{332 \text{ m s}^{-1}}{1.66 \text{ m}}$$

$$\therefore f = 200 \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } fT = 1$$

$$\text{বা, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{200 \text{ Hz}}$$

$$\therefore T = 0.005 \text{ s}$$

অতএব, কম্পাঙ্ক 200 Hz; পর্যায়কাল 0.005 s

সমস্যা ১৫ : ঢাকা বেতার কেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভে 630 kHz এ অনুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিও তরঙ্গের বেগ  $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$  হলে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = 630 \text{ kHz} = 63 \times 10^4 \text{ Hz} = 63 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গের বেগ, } v = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{63 \times 10^4 \text{ s}^{-1}}$$

$$= 476.19 \text{ m}$$

অতএব, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 476.19 m।

সমস্যা ১৬ : বাতাসে একটি সুরশলাকার সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 50 cm এবং অপর একটি সুরশলাকার সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 70 cm। প্রথম সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 350 Hz হলে দ্বিতীয় সুরশলাকার কম্পাঙ্ক কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে, প্রথম সুরশলাকার কম্পাঙ্ক,  $f_1 = 350 \text{ Hz}$

$$\text{প্রথম সুরশলাকার তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_1 = 50 \text{ cm}$$

$$\text{দ্বিতীয় সুরশলাকার তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_2 = 70$$

cm

$$\text{দ্বিতীয় সুরশলাকার কম্পাঙ্ক, } f_2 = ?$$

$$\text{বাতাসে শব্দের বেগ, } v = f_1 \lambda_1 = 350 \text{ Hz} \times 50 \text{ cm}$$

$$\text{আবার, } v = f_2 \lambda_2$$

$$\therefore f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{350 \text{ Hz} \times 50 \text{ cm}}{70 \text{ cm}} = 250 \text{ Hz}$$

অতএব, দ্বিতীয় সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 250 Hz

সমস্যা ১৭ : P ও Q দুটি মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে 300 ms<sup>-1</sup> এবং 350 ms<sup>-1</sup> মাধ্যমে দুটিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.1 m হলে সুরশলাকার 50 কম্পানে শব্দ Q মাধ্যমে কতদূর যাবে?

সমাধান : মনে করি, Q মাধ্যমে শব্দ S দূরে যাবে।

এবং P ও Q মাধ্যমে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে  $\lambda_P$  ও  $\lambda_Q$

এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য = 0.1 m

কম্পন সংখ্যা,  $N = 50$

P মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_p = 300 \text{ ms}^{-1}$

Q মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_Q = 350 \text{ m s}^{-1}$

দূরত্ব,  $S = ?$

আমরা পাই,  $\lambda_Q - \lambda_P = 0.1 \text{ m}$

$$\text{বা, } \frac{v_Q}{f} - \frac{v_P}{f} = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} (v_Q - v_P) = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} (350 \text{ ms}^{-1} - 300 \text{ ms}^{-1}) = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} \times 50 \text{ ms}^{-1} = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} = \frac{0.1 \text{ m}}{50 \text{ ms}^{-1}}$$

$$\therefore f = 500 \text{ Hz}$$

$$\text{আমরা জানি, } S = v_Q \times t = v_Q \times \frac{N}{f}$$

$$= 350 \text{ m} \times \frac{50}{500 \text{ Hz}}$$

$$= 35 \text{ m}$$

অতএব, Q মাধ্যমে শব্দ 35 m যাবে।

**সমস্যা ১৮** বায়ুর ও পানিতে 300 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4.18 m। বায়ুতে শব্দের বেগ 350 m s<sup>-1</sup> হলে পানিতে শব্দের বেগ কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v_1 = 350 \text{ m s}^{-1}$

কম্পাঙ্ক,  $f = 300 \text{ Hz}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য =  $\lambda_2 - \lambda_1 = 4.18 \text{ m}$  (i)

পানিতে শব্দের বেগ,  $v_2 = ?$

(i) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$\lambda_2 - \lambda_1 = 4.18$$

$$\text{বা, } \frac{v_2}{f} - \frac{v_1}{f} = 4.18$$

$$\text{বা, } \frac{v_2}{f} = 4.18 + \frac{v_1}{f}$$

$$\text{বা, } v_2 = \left( 4.18 + \frac{v_1}{f} \right) f$$

$$= \left( 4.18 + \frac{350}{300} \right) 300$$

$$\therefore v_2 = 1604 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, পানিতে শব্দের বেগ 1604 m s<sup>-1</sup>

**সমস্যা ১৯** কোনো সুরশলাকা একটি মাধ্যমে 5 cm দৈর্ঘ্যের এবং 330 m s<sup>-1</sup> বেগে তরঙ্গ উৎপন্ন করে। অপর একটি মাধ্যমে তরঙ্গ বেগ যদি 300 m s<sup>-1</sup> হয় তবে ওই মাধ্যমে সুরশলাকার 100টি কম্পনে শব্দ কত দূরে যায়?

সমাধান : দেওয়া আছে,

তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda_1 = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$

প্রথম মাধ্যমে বেগ,  $v_1 = 330 \text{ m s}^{-1}$

দ্বিতীয় মাধ্যমে বেগ,  $v_2 = 300 \text{ m s}^{-1}$

কম্পাঙ্ক সংখ্যা,  $N = 100$ টি

দূরত্ব,  $S = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = \frac{v_2 \times \lambda_1}{v_1} = \frac{300 \times 0.05}{330} = 0.0455 \text{ m}$$

আবার, আমরা জানি,  $S = N\lambda_2 = 100 \times 0.0455 = 4.55 \text{ m}$

অতএব, শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব 4.55 m

**সমস্যা ১০** কোনো একটি মাধ্যমে 480 Hz ও 320 Hz কম্পাঙ্কের দুটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 2 m হলে মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে, কম্পাঙ্ক,  $f_1 = 480 \text{ Hz}$

$$f_2 = 320 \text{ Hz}$$

তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য,  $\lambda_2 - \lambda_1 = 2 \text{ m}$

[এখানে,  $f_1 > f_2$  হওয়ায়  $\lambda_2 > \lambda_1$ ]

শব্দের বেগ,  $v = ?$

এখন,  $\lambda_2 - \lambda_1 = 2$  সমীকরণ হতে পাই,

$$\text{বা, } \frac{v}{f_2} - \frac{v}{f_1} = 2$$

$$\text{বা, } v \left( \frac{1}{320} - \frac{1}{480} \right) = 2$$

$$\text{বা, } v = 1920$$

$$\therefore v = 1920 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, শব্দের বেগ 1920 m s<sup>-1</sup>

**সমস্যা ১১** একটি সুরশলাকা যে সময়ে 200 বার কম্পন দেয় সে সময়ে এটি দ্বারা সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গ বাতাসে 140 m দূরত্ব অতিক্রম করে। সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 500 Hz হলে বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

কম্পাঙ্ক সংখ্যা,  $N = 200$  বার

দূরত্ব,  $S = 140 \text{ m}$

কম্পাঙ্ক,  $f = 500 \text{ Hz}$

বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = ?$

$$\text{আমরা জানি, } v = f \frac{S}{N}$$

$$= \frac{500 \times 140}{200} = 350 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, বায়ুতে শব্দের বেগ 350 m s<sup>-1</sup>

সমস্যা ১২ ৥ A মাধ্যমে শব্দের বেগ B মাধ্যমে শব্দের বেগের চেয়ে 5 গুণ বেশি। B মাধ্যমে একটি শব্দ উৎসের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10 cm হলে A মাধ্যমে উৎসের 100 বার কম্পনে শব্দ কত দূর যাবে?

সমাধান : এখানে, B শব্দের বেগ,  $v_B = v$  (ধরি)

A মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_A = 5v$

B মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda_B = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

কম্পন সংখ্যা,  $N = 100$

দূরত্ব,  $S = ?$

আমরা জানি,  $\frac{v_A}{v_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$

$$\text{বা, } \lambda_A = \frac{v_A}{v_B} \times \lambda_B = \frac{5v}{v} \times 0.1 = 5 \times 0.1 = 0.5$$

m

$$\text{আবার, } S = N\lambda_A = 100 \times 0.5 \text{ m} \\ = 50 \text{ m}$$

অতএব, শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব 50 m

প্রশ্ন ১৩ ৥ একটি শব্দ তরঙ্গ বায়ুতে 3 মিনিটে 1020 মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে, এই শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 50 cm হলে তরঙ্গের পর্যায়কাল কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

সময়,  $t = 3 \text{ min} = 3 \times 60 \text{ s} = 180 \text{ s}$

দূরত্ব,  $S = 1020 \text{ m}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$

পর্যায়কাল,  $T = ?$

আমরা জানি,  $v = \frac{s}{t} = \frac{1020 \text{ m}}{180 \text{ s}} = 5.66 \text{ m s}^{-1}$

আবার,  $v = f\lambda$

$$\therefore f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5.66 \text{ ms}^{-1}}{0.5 \text{ m}} = 11.32 \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{11.32 \text{ Hz}} = 0.088 \text{ s}$$

অতএব, তরঙ্গের পর্যায়কাল 0.088 s

সমস্যা ১৪ ৥ একটি সুরশলাকা দুটি মাধ্যমে যথাক্রমে 10 cm এবং 15 cm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তরঙ্গ সৃষ্টি করে। প্রথম মাধ্যমে সুরশলাকার সৃষ্টি শব্দ যদি 10 সেকেন্ডে 4000 m দূরত্ব অতিক্রম করে তবে দ্বিতীয় মাধ্যমে শব্দ 100 কম্পনে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান : মনে করি, শব্দ দ্বিতীয় মাধ্যমে  $S_2$  দূরত্ব অতিক্রম করবে।

প্রথম মাধ্যমে শব্দের বেগ =  $v_1$

এখানে, প্রথম মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

দ্বিতীয় মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda_2 = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$

সময়,  $t = 10 \text{ s}$

কম্পন সংখ্যা,  $N = 100$

দূরত্ব,  $S_1 = 4000 \text{ m}$

দূরত্ব,  $S_2 = ?$

আমরা জানি,  $S_1 = v_1 t$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{S_1}{t} = \frac{4000 \text{ m}}{10 \text{ s}}$$

$$\therefore v_1 = 400 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{প্রথম সুরশলাকার কম্পাঙ্ক, } f = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{400 \text{ m s}^{-1}}{0.1 \text{ m}} = 4000 \text{ s}^{-1}$$

$$= 4000 \text{ Hz}$$

দ্বিতীয় মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_2 = f\lambda_2$

$$= 4000 \text{ Hz} \times 0.15 \text{ m} = 600$$

$\text{m s}^{-1}$

তৃতীয় মাধ্যমে অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $S_2 = v_2 \times t$

$$= v_2 \times \frac{N}{f} \left[ \because t = \frac{N}{f} \right]$$

$$= 600 \text{ m s}^{-1} \times$$

$$\frac{100}{4000 \text{ Hz}}$$

$$= 15 \text{ m}$$

অতএব, দ্বিতীয় মাধ্যমে শব্দ 15 m দূরত্ব অতিক্রম করবে।

সমস্যা ১৫ ৥ একটি সুরশলাকা যে সময়ে একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক পূর্ণ কম্পন দেয় ঐ সময়ে মাধ্যমের 18 m দূরে অবস্থিত দুটি কণার একটি অপরটি অপেক্ষা 20 টি পূর্ণ কম্পন কম দেয়। তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। মাধ্যমে তরঙ্গের দ্রুতি 460.8  $\text{m s}^{-1}$  হলে সুরশলাকার কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

দূরত্ব,  $S = 18 \text{ m}$

কম্পন সংখ্যা,  $N = 20$ টি

শব্দের দ্রুতি,  $v = 460.8 \text{ m s}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

সুরশলাকার কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,  $S = N\lambda$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{S}{N}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{18 \text{ m}}{20} = 0.9 \text{ m}$$

আবার আমরা জানি,  $v = f\lambda$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{460.8 \text{ m s}^{-1}}{0.9 \text{ m}} = 512 \text{ Hz}$$

নির্ণয় সুরশলাকার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 0.9 m এবং কম্পাঙ্ক 512 Hz

সমস্যা ১৬ ৥ 480 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একটি সুরশলাকা বাতাসে কোনো এক সময়ে 72.5 cm তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট তরঙ্গ সৃষ্টি করে। ঐ সময়ে বাতাসে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

কম্পাঙ্ক,  $f = 480 \text{ Hz} = 480 \text{ s}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = 72.5 \text{ cm} = 0.725 \text{ m}$

বাতাসে শব্দের বেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,  $v = f\lambda$

$$\text{বা, } v = 480 \text{ s}^{-1} \times 0.725 \text{ m} \\ = 348 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, বাতাসে শব্দের বেগ  $348 \text{ ms}^{-1}$

সমস্যা ১৭ ২৫০ Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একটি সুরশলাকা থেকে নিঃসৃত শব্দ বাতাসে ৩ s-এ ১০২০ m অতিক্রম করে। বাতাসে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে, কম্পাঙ্ক,  $f = 250 \text{ Hz} = 250 \text{ s}^{-1}$

$$\text{তরঙ্গ বেগ, } v = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{1020 \text{ m}}{3 \text{ s}}$$

$$= 340 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

আমরা জানি,  $v = f\lambda$

$$\therefore \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ ms}^{-1}}{250 \text{ s}^{-1}} = 1.36 \text{ m}$$

অতএব, বাতাসে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1.36 m

সমস্যা ১৮ ৪ বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 4 cm। যদি বায়ু ও পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি যথাক্রমে  $332 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $1452.5 \text{ ms}^{-1}$  হয়, তবে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য ও কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য,  $\lambda_a = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$

বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি,  $v_a = 332 \text{ ms}^{-1}$

এবং পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি,  $v_w = 1452.5 \text{ ms}^{-1}$

পানিতে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য,  $\lambda_w = ?$

শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,  $v_a = f\lambda_a$

$$\text{এবং } v_w = f\lambda_w$$

$$\therefore \frac{v_a}{v_w} = \frac{\lambda_a}{\lambda_w}$$

$$\lambda_w = \frac{v_w \times \lambda_a}{v_a}$$

$$= \frac{1452.5 \text{ ms}^{-1} \times 0.04 \text{ m}}{332 \text{ ms}^{-1}}$$

$$= 0.175 \text{ m}$$

আবার,  $v_a = f\lambda_a$

$$\therefore f = \frac{v_a}{\lambda_a} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{0.04 \text{ m}}$$

$$= 8300 \text{ s}^{-1}$$

$$= 8300 \text{ Hz}$$

নির্ণেয় শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 0.175 m এবং কম্পাঙ্ক 8300 Hz

সমস্যা ১৯ ৩৪০ Hz কম্পাঙ্কের একটি সুরশলাকা থেকে নিঃসৃত শব্দ বাতাসে ৩ সেকেন্ডে ২০৪০ m অতিক্রম করে। বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = 340 \text{ Hz}$$

$$\text{তরঙ্গ বেগ, } v = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{2040 \text{ m}}{3 \text{ s}} = 680 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

আমরা জানি,  $v = f\lambda$

$$\therefore \lambda = \frac{v}{f} = \frac{680 \text{ ms}^{-1}}{340 \text{ Hz}} = 2 \text{ m}$$

অতএব, বাতাসে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2 m

সমস্যা ২০ পানিতে সৃষ্ট একটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 8.75 cm। যদি পানি ও বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের বেগ যথাক্রমে  $1450 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $330 \text{ ms}^{-1}$  হয়, তবে বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{পানিতে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, } \lambda_w = 8.75 \text{ cm} =$$

$$0.0875 \text{ m}$$

$$\text{পানিতে শব্দ তরঙ্গের বেগ, } v_w = 1450 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের বেগ, } v_a = 330 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, } \lambda_a = ?$$

আমরা জানি,  $v_a = f\lambda_a$  এবং  $v_w = f\lambda_w$

$$\therefore \frac{v_a}{v_w} = \frac{\lambda_a}{\lambda_w}$$

$$\text{বা, } \lambda_a = \frac{v_a}{v_w} \times \lambda_w = \frac{330 \text{ ms}^{-1}}{1450 \text{ ms}^{-1}} \times 0.0875 \text{ m} = 0.02 \text{ m}$$

$$= 0.0198 \approx$$

নির্ণেয় বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 0.02 m.

সমস্যা ২১ বায়ু ও পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি যথাক্রমে  $332 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $1452.5 \text{ ms}^{-1}$  হলে এবং পানিতে সৃষ্ট একটি শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 0.0875 m হলে বাতাসে শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{পানিতে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, } \lambda_w = 0.0875 \text{ m}$$

$$\text{পানিতে শব্দ তরঙ্গের বেগ, } v_w = 1452.5 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের বেগ, } v_a = 332 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, } \lambda_a = ?$$

আমরা জানি,

$$v_a = f\lambda_a \dots\dots(i)$$

$$\text{এবং } v_w = f\lambda_w \dots\dots(ii)$$

$$(i) \text{ ও } (ii) \text{ নং হতে পাই, } \frac{v_a}{v_w} = \frac{\lambda_a}{\lambda_w}$$

$$\text{বা, } \lambda_a = \frac{v_a}{v_w} \times \lambda_w$$

$$= \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{1452.5 \text{ ms}^{-1}} \times 0.0875 \text{ m} =$$

$$0.02 \text{ m}$$

আবার সমীকরণ (i) থেকে পাই,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = \frac{v_a}{0.02 \text{ m}}$$

$$= \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{0.02 \text{ m}} = 16600 \text{ Hz}$$

অতএব, বাতাসে শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 16600 Hz

সমস্যা ১১ ২২ ১ 300 Hz কম্পাঙ্কের স্পন্দিত কোনো রেডিও স্পিকার থেকে উৎপন্ন শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বায়ুতে 1.15 m হলে বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি কত?

সমাধান : দেওয়া আছে, কম্পাঙ্ক,  $f = 300 \text{ Hz} = 300 \text{ s}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = 1.15 \text{ m}$

বায়ুতে তরঙ্গ দ্রুতি,  $v = ?$

আমরা জানি,

$$v = f \lambda = 300 \text{ s}^{-1} \times 1.15 \text{ m} = 345 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি 345  $\text{ms}^{-1}$

সমস্যা ১১ ২৩ ১ 750 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুরশলাকা থেকে নিঃসৃত শব্দ বাতাসে 5 s এ 1700 m অতিক্রম করে। বাতাসে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বের কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

কম্পাঙ্ক,  $f = 750 \text{ Hz}$

$$\therefore \text{তরঙ্গ বেগ, } v = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{1700 \text{ m}}{5 \text{ s}} = 340 \text{ ms}^{-1}$$

বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,  $v = f \lambda$

$$\therefore \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340 \text{ ms}^{-1}}{750 \text{ Hz}} = 0.453 \text{ m}$$

অতএব, বাতাসে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.453 m

সমস্যা ১১ ২৪ ১ 128 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একটি সুরশলাকা থেকে নিঃসৃত শব্দ বাতাসে 6 s এ 1536 m অতিক্রম করে। বাতাসে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?

সমাধান : দেওয়া আছে, কম্পাঙ্ক,  $f = 128 \text{ Hz} = 128 \text{ s}^{-1}$

$$\text{তরঙ্গ বেগ, } v = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{1536 \text{ m}}{6 \text{ s}} = 256 \text{ ms}^{-1}$$

$\text{ms}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,  $v = f \lambda$

$$\therefore \lambda = \frac{v}{f} = \frac{256 \text{ ms}^{-1}}{128 \text{ s}^{-1}} = 2 \text{ m}$$

নির্ণেয় বাতাসে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2 m

সমস্যা ১১ ২৫ ১ বাতাসে শব্দের বেগ 332  $\text{ms}^{-1}$  হলে মানুষের শ্রাব্যতার উর্ধ্বসীমার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

শব্দের বেগ,  $v = 332 \text{ ms}^{-1}$

শ্রাব্যতার উর্ধ্বসীমা,  $f = 20000 \text{ Hz}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,

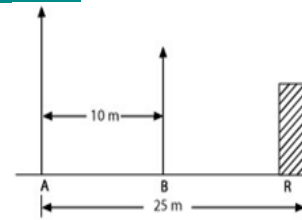
$$\therefore \lambda = \frac{v}{f}$$

$$= \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{20000 \text{ s}^{-1}} = 0.0166 \text{ m}$$

অতএব, মানুষের শ্রাব্যতার উর্ধ্বসীমার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 0.0166 m

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১. রাজশাহী বোর্ড ২০২০



উপরের চিত্রে 'A', 'B' এবং 'R' যথাক্রমে শব্দ উৎস, ব্যক্তির অবস্থান ও প্রতিফলক। A থেকে উৎপন্ন শব্দ 'R' এ বাধা পেয়ে পুনরায় 'A' এর নিকট ফিরে আসতে 0.143 সেকেন্ড সময় লাগে। [ $0^\circ \text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $330 \text{ms}^{-1}$ ]

ক. শব্দের তীব্রতা কাকে বলে? ১

খ. বায়ু মাধ্যমে শব্দের বেগের তারতম্য হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

২

গ. উল্লিখিত স্থানে বায়ুর তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

৩

ঘ. 'A' থেকে উৎপন্ন শব্দের জন্য 'B' অবস্থানে থাকা শ্রোতা

প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কি- না- গাণিতিক যুক্তি দাও।

8

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য করা যায় তাকে শব্দের তীক্ষ্ণতা বলে।

খ. অর্দ্রতা ও তাপমাত্রার তারতম্যের কারণে বায়ু মাধ্যমে শব্দের বেগের তারতম্য হয়। অর্দ্রতা বাড়লে বায়ুতে শব্দের বেগ বাড়ে কারণ বাতাসে অর্দ্রতার পরিমাণ বাড়লে বাতাসের ঘনত্ব কমে। শব্দের বেগ বাতাসের ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। আবার- অর্দ্রতা কমলে শব্দের বেগ কমে। আবার, বায়ু মাধ্যমের তাপমাত্রা বাড়লে মাধ্যমে শব্দের বেগ এর পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতে বাড়ে। অনুরূপভাবে মাধ্যমের তাপমাত্রা কমলে শব্দের বেগও কমে।

গ. এখানে,

প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t = 0.143 \text{ s}$

উৎস হতে প্রতিফলকের দূরত্ব,  $d = 25 \text{ m}$

$0^\circ \text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v_0 = 330 \text{ ms}^{-1}$

$T_0 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$

ধরি, বায়ুর তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v$

এবং ঐ স্থানে বায়ুর তাপমাত্রা  $T$

আমরা জানি,

$$2d = vt$$

$$\text{বা, } v = \frac{2d}{t} = \frac{2 \times 25 \text{ m}}{0.143 \text{ s}} = 349.65 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আবার, } \frac{v}{v_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

$$\text{বা, } T = \left(\frac{v}{v_0}\right)^2 \times T_0 = \left(\frac{349.65 \text{ ms}^{-1}}{330 \text{ ms}^{-1}}\right)^2 \times 273$$

$$\text{বা, } T = 306.48 \text{ K}$$

$$\therefore T = 33.48^\circ \text{C}$$

অতএব, উল্লিখিত স্থানে বায়ুর তাপমাত্রা  $33.48^\circ \text{C}$ ।

ঘ. এখানে,  $B$  হতে প্রতিফলকের দূরত্ব,

$$d' = BR$$

$$= AR - AB$$

$$= 25 \text{ m} - 10 \text{ m} = 15 \text{ m}$$

‘গ’ হতে পাই, ঐ দিন বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = 349.65 \text{ ms}^{-1}$

$B$  অবস্থান অতিক্রম করার পর প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার  $B$

অবস্থানে ফিরে আসতে শব্দের প্রয়োজনীয় সময়,

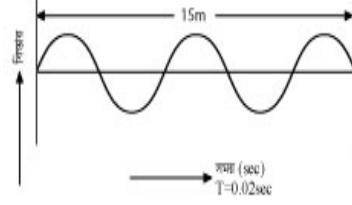
$$t' = \frac{2d'}{v} = \frac{2 \times 15 \text{ m}}{349.65 \text{ ms}^{-1}}$$

$$\therefore t' = 0.086 \text{ s}$$

যা শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল  $0.1 \text{ s}$  অপেক্ষা কম।

অতএব,  $A$  থেকে উৎপন্ন শব্দের জন্য  $B$  অবস্থানে থাকা শ্রোতা প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে না।

২. চতুর্থাম বোর্ড ২০২০



ক. শব্দের তীব্রতা কাকে বলে?

১

খ. সকল প্রতিফলিত শব্দই প্রতিধ্বনি নয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. তরঙ্গটির বেগ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উদ্দীপকের তরঙ্গটি বায়ু মাধ্যমে কীভাবে সঞ্চালিত হবে তা চিত্র এঁকে ব্যাখ্যা কর।

৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দ শক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বলে।

খ. কোনো উৎস থেকে সৃষ্ট শব্দ যদি দূরবর্তী কোনো মাধ্যমে বাধা পেয়ে উৎসের কাছে ফিরে আসে তখন মূল ধ্বনির যে পুনরাবৃত্তি হয় তাকে শব্দের প্রতিধ্বনি বলে। আমাদের শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল  $0.1 \text{ s}$ । অর্থাৎ, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য মূলধ্বনি ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য অন্তত  $0.1$  সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন।  $0.1$  সেকেন্ডের চেয়ে কম সময়ে আগত প্রতিফলিত শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না। এ কারণে সকল প্রতিফলিত শব্দই প্রতিধ্বনি নয়।

গ. উদ্দীপকের তরঙ্গের পর্যায়কাল,  $T = 0.02 \text{ s}$

ধরি, তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda$

$\therefore$  উদ্দীপক অনুসারে,

$$5 \frac{\lambda}{2} = 15 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{2 \times 15 \text{ m}}{5} = 6 \text{ m}$$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

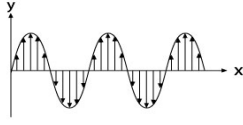
$$\text{বা, } v = \frac{\lambda}{T} \left[ \because f = \frac{1}{T} \right]$$

$$= \frac{6 \text{ m}}{0.02 \text{ s}}$$

$$\therefore v = 300 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, তরঙ্গটির বেগ  $300 \text{ ms}^{-1}$ ।

ঘ. উদ্দীপকের তরঙ্গটি একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। আমরা জানি যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গ সঞ্চালনের দিকের সাথে সমকোণে আন্দোলিত হয় সেটিই অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। নিচে বায়ু মাধ্যমে তরঙ্গটি সঞ্চালনের প্রক্রিয়া চিত্র এঁকে দেখানো হলো—



উপরোক্ত চিত্রে দেখা যাচ্ছে তরঙ্গ  $x$  অক্ষ বরাবর অগ্রসরমান এবং মাধ্যম তথা বায়ুর কণাগুলো  $y$  অক্ষ বরাবর আন্দোলিত হচ্ছে। অর্থাৎ, তরঙ্গ সঞ্চালনের দিক এবং বায়ু মাধ্যমের কণাগুলোর

আন্দোলনের দিক পরস্পর লম্ব। সুতরাং সংজ্ঞানুসারে তরঙ্গটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। এ তরঙ্গে বায়ু কণাগুলো নিজ নিজ অবস্থানে উপর নিচে আন্দোলিত হয়ে সামনের দিকে শক্তি ও তথ্য সঞ্চালিত করে।

### ৩. সিলেট বোর্ড ২০২০

**দৃশ্যকল্প-১ :** তরলে পূর্ণ একটি লোহার নলের দৈর্ঘ্য 550 m। তরলটি ও লোহার শব্দের বেগ যথাক্রমে  $1450ms^{-1}$  ও  $5150ms^{-1}$ ।

**দৃশ্যকল্প-২ :** 50 cm দৈর্ঘ্যের একটি তারে দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করায় তারটির দৈর্ঘ্য হয় 50.02 cm।

ক. প্রবাহী ঘর্ষণ কাকে বলে?

১

খ. কোন কোন ক্ষেত্রে কাজ সংঘটিত হয় না?

২

গ. দৃশ্যকল্প-২ : এর আলোকে বিকৃতি নির্ণয় কর।

৩

ঘ. দৃশ্যকল্প-১ : এর নলটির কোনো প্রান্তে একবার আঘাত করলে অপর

প্রান্তে একাধিকবার শব্দ শোনার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** কোনো বস্তু প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল হলে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে প্রবাহী ঘর্ষণ বলে।

**খ.** আমরা জানি, কাজ,  $W = Fs \cos\theta$

উপরোক্ত সূত্রানুসারে,  $F$ ,  $s$  ও  $\cos\theta$  এর যেকোনো একটি শূণ্য হলেই  $W$  শূণ্য হবে তথা কাজ সংঘটিত হবে না।  $\theta$  এর মান  $90^\circ$  হলে  $\cos\theta = 0$  হয়।

অতএব,  $F$  ও  $s$  এর যেকোনো একটি শূণ্য হলে এবং বল প্রয়োগে বলের সাথে লম্ব বরাবর সরে গেলে কোনো কাজ সংঘটিত হয় না।

**গ.** এখানে, তারের আদি দৈর্ঘ্য,  $L_0 = 50cm$

তারের চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য,  $L = 50.02cm$

তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি,

$$l = L - L_0 = (50.02 - 50)cm = 0.02cm$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{বিকৃতি} &= \frac{L}{L_0} \\ &= \frac{0.02cm}{50cm} = 4 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

অতএব, দৃশ্যকল্প-২ এর আলোকে বিকৃতি  $4 \times 10^{-4}$ ।

**ঘ.** এখানে, লোহার নলের দৈর্ঘ্য,  $l = 550m$

লোহার শব্দের বেগ,  $v_i = 5150ms^{-1}$

তরলে শব্দের বেগ,  $v_l = 1450ms^{-1}$

এখন, তরল ও লোহার মধ্য দিয়ে শব্দ নলের অপর প্রান্তে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময় যথাক্রমে  $t_1$  ও  $t_2$  হলে,

$$l = v_i t_i$$

$$\text{বা, } t_i = \frac{l}{v_i} = \frac{550}{5150ms^{-1}} = 0.107s$$

$$\text{আবার, } l = v_l t_l$$

$$\text{বা, } t_l = \frac{l}{v_l} = \frac{550m}{1450ms^{-1}} = 0.379s$$

সময় ব্যবধান,  $\Delta t = t_l - t_i$

$$\begin{aligned} &= (0.379 - 0.107)s \\ &= 0.272s \end{aligned}$$

যা শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল অপেক্ষা বেশি। অতএব, তরল ও লোহার মধ্য দিয়ে শব্দ নলের অপর প্রান্তে দুটি ভিন্ন সময় পৌঁছায় এবং এদের মধ্যে সময় ব্যবধান শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল অপেক্ষা বেশি হওয়ায় নলটির অপর প্রান্তে একাধিকবার শব্দ শোনা যায়।

### ৪. ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২০

**দৃশ্যকল্প-১ :** একটি স্থানে কোনো শব্দের বেগ  $350ms^{-1}$ , শব্দটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $0.7m$ ।

**দৃশ্যকল্প-২ :** একটি পানিপূর্ণ লোহার নলের দৈর্ঘ্য  $513m$ । পানি ও লোহার শব্দের বেগ যথাক্রমে  $1440ms^{-1}$  ও  $5130ms^{-1}$ ।

ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে?

১

খ. সুরশলাকার কম্পমান বাহুর গতি একটি স্পন্দন গতি- ব্যাখ্যা কর। ২

গ. দৃশ্যকল্প-১ : এর আলোকে পর্যায়কাল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দৃশ্যকল্প-২ : এর নলটির কোনো প্রান্তে একবার আঘাত করলে অপর

প্রান্তে একাধিক বার শব্দ শোনার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক.** যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

**খ.** পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কণা বা বস্তু এর গতিকালের অর্ধেক সময় একটি নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে গতিশীল হলে বস্তুর ঐ গতিস্পন্দন গতি। এখন দেখা যায়, সুরশলাকার কম্পমান বাহুর এর গতিকালের অর্ধেক সময় এক দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় তার পূর্বের গতির বিপরীত দিকে গতিশীল থাকে। সুতরাং সংজ্ঞানুসারে সুরশলাকার গতি একটি স্পন্দন গতি।

**গ.** এখানে, শব্দের বেগ,  $v = 350ms^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda = 0.7m$

পর্যায়কাল,  $T = ?$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } v = \frac{\lambda}{T} [\because f = \frac{1}{T}]$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } T &= \frac{\lambda}{v} \\ &= \frac{0.7\text{m}}{350\text{ms}^{-1}} \\ \therefore T &= 2 \times 10^{-3}\text{s} \end{aligned}$$

অতএব, দৃশ্যকল্প-১ এর আলোকে নির্ণয়ে পর্যাকাল  $2 \times 10^{-3}\text{s}$ ।

ঘ. এখানে, নলের দৈর্ঘ্য,  $l = 513\text{m}$

পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1440\text{ms}^{-1}$

লোহার শব্দের বেগ,  $v_i = 5130\text{ms}^{-1}$

এখন, পানি ও লোহার মধ্য দিয়ে শব্দ নলের অপর প্রান্তে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময় যথাক্রমে  $t_w$  ও  $t_i$  হলে,

$$\begin{aligned} l &= v_w t_w \\ \text{বা, } t_w &= \frac{l}{v_w} \\ &= \frac{513\text{m}}{1440\text{ms}^{-1}} \\ \therefore t_w &= 0.356\text{s} \end{aligned}$$

আবার,  $l = v_i t_i$

$$\begin{aligned} \text{বা, } t_i &= \frac{l}{v_i} = \frac{513\text{m}}{5130\text{ms}^{-1}} \\ \therefore t_i &= 0.1\text{s} \end{aligned}$$

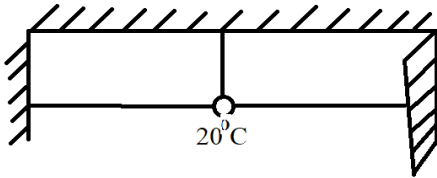
সময় ব্যবধান,  $\Delta t = t_w - t_i$

$$\begin{aligned} &= (0.356 - 0.1)\text{s} \\ &= 0.256\text{s} \end{aligned}$$

যা শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল  $0.1\text{s}$  অপেক্ষা বেশি। অতএব, পানি ও লোহার মধ্য দিয়ে শব্দ নলের অপর প্রান্তে দুটি ভিন্ন সময় পৌঁছায় এবং এদের মধ্যে সময় ব্যবধান শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল অপেক্ষা বেশি হওয়ায় নলটির অপর প্রান্তে একাধিকবার শব্দ শোনা যায়।

৫. রাজশাহী বোর্ড ২০১৯

০ বিন্দুতে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি 1 বার উচ্চস্বরে শব্দ করল।



ক. তরঙ্গ কাকে বলে? ১

খ. স্প্রিং এর তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ – ব্যাখ্যা কর। ২

গ. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য ০ হতে AD এর ন্যূনতম দূরত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. ০ বিন্দুতে দাঁড়ানো ব্যক্তি ঐ তাপমাত্রায় কতবার প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে? যুক্তিসহ তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর।

৪

### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাকে তরঙ্গ বলে।

খ. যে বরঙ্গে মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গ সঞ্চালনের সমান্তরালে কাঁপতে থাকে তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। স্প্রিংয়ের ক্ষেত্রে তরঙ্গ স্প্রিংয়ের দৈর্ঘ্য বরাবর সঞ্চালিত হয়, স্প্রিংটিও এর দৈর্ঘ্য বরাবর কাঁপতে থাকে। অতএব, সংজ্ঞানুসারে স্প্রিংয়ের তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

গ. এখানে,  $t =$  শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল  $= 0.1\text{s}$

$T_1 = 0^\circ\text{C} = 273\text{K}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$v = 330\text{m s}^{-1}$

$T_2 = 20^\circ\text{C} = (273 + 20)\text{K} = 293\text{K}$

$$\begin{aligned} \text{শব্দের বেগ, } v &= v_0 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \\ &= 330 \times \sqrt{\frac{293}{273}}\text{m s}^{-1} \end{aligned}$$

$= 341.87\text{m s}^{-1}$

আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে,

$2d = vt$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2} = \frac{341.87 \times 0.1}{2}\text{m} = 17.1\text{m}$$

অতএব, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য ০ হতে AD এর ন্যূনতম দূরত্ব  $17.1\text{m}$  হতে হবে।

ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত চিত্রে দেখা যাচ্ছে উৎসের দুই দিকে প্রতিবন্ধক এবং এক পার্শ্বে শোলা রয়েছে। চিত্র হতে দেখা যাচ্ছে শোলাটি নিঃশব্দ নয়, বরং এটি কতকগুলো ফাঁকা ফাঁকা ব্লক দিয়ে গঠিত। তাই এটি আদর্শ প্রতিবন্ধক তথা প্রতিফলক হিসেবে কাছ করবে না।

এখন শব্দ উৎস O এর অবস্থান যদি এমন হয় যে, AB ও AD প্রতিবন্ধক থেকে প্রতিফলিত শব্দ O উৎসের কাছে ন্যূনতম  $0.1\text{s}$  সময় ব্যবধানে ফিরে আসে এবং প্রথম প্রতিফলিত শব্দটি শব্দ সৃষ্টির ন্যূনতম  $0.1\text{s}$  সময় পর উৎসের, কাছে ফিরে তবে O বিন্দুতে দাঁড়ানো ব্যক্তি দুটি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে। অর্থাৎ O বিন্দুর অবস্থান যদি এমন করা হয় যে এটি AD প্রতিফলক থেকে  $17.1\text{m}$  এবং AB প্রতিফলক থেকে  $34.2\text{m}$  দূরত্বে থাকবে তবে O বিন্দুতে দাঁড়ানো ব্যক্তি দুইবার প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে। কিন্তু O বিন্দুর অবস্থান যদি দুটি প্রতিফলক থেকেই  $17.1\text{m}$  এর কম দূরত্বে থাকে তবে O বিন্দুতে অবস্থিত ব্যক্তি কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না। O বিন্দুর দূরত্ব যদি একটি প্রতিফলক থেকে ন্যূনতম  $17.1\text{m}$  এবং অপর প্রতিফলক হতে  $34.2\text{m}$  এর কম হয় তবে O বিন্দুতে দাঁড়ানো ব্যক্তি ঐ তাপমাত্রায় একবার প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

৬. যশোর বোর্ড ২০১৯

উৎস ও প্রতিফলক প্রার্থের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $20\text{m}$  ঐ সময় বায়ুর তাপমাত্রা  $20^\circ\text{C}$ ।

ক. শব্দের তরঙ্গ কাকে বলে?

১

খ. শব্দের বেগ বায়ুর আর্দ্রতার উপর ক্রিয়াশীল কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. শব্দটি উৎস হতে প্রতিফলক প্রাচীরে পৌঁছানোর সময় নির্ণয় কর।

৩

ঘ. 30 °C তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কি না গাণিতিক যুক্তি দ্বারা তোমার মতামত দাও।

৪

### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20 Hz এর কম তাকে শব্দের তরঙ্গ বলে।

খ. বাতাসে আর্দ্রতার সাথে শব্দের বেগের পরিবর্তন হয়। আমরা জানি শুষ্ক বায়ুর ঘনত্ব অপেক্ষা আর্দ্র বায়ুর ঘনত্ব কম। কারণ জলীয় বাষ্পপূর্ণ বায়ু শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা হালকা। বাতাসে শব্দের বেগ ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ শব্দের বেগ  $v$  এবং বাতাসের ঘনত্ব  $\rho$  হলে,

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$$

অর্থাৎ বাতাসে আর্দ্রতার পরিমাণ বাড়লে ঘনত্ব কমে এবং সাথে সাথে শব্দের বেগ বেড়ে যায়। তাই বাতাসের আর্দ্রতা বাড়লে শব্দের বেগ বাড়ে এবং আর্দ্রতা কমলে শব্দের বেগ কমে।

গ. এখানে,  $T_1 = 0^\circ\text{C} = 273\text{ K}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$V_1 = 330\text{ m s}^{-1}$$

বায়ুর তাপমাত্রা,  $T_2 = 20^\circ\text{C} = (273 + 20)\text{ K} = 293\text{ K}$

উৎস ও প্রতিফলক প্রাচীরের মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $s = 20\text{ m}$

20 °C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = v_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 330 \times \sqrt{\frac{293}{273}}\text{ m s}^{-1}$$

$$= 341.874\text{ m s}^{-1}$$

শব্দটি উৎস হতে প্রতিফলক প্রাচীরে পৌঁছানোর সময়,  $t = ?$

আমরা জানি,  $s = vt$

$$\text{বা, } t = \frac{s}{v} = \frac{20\text{ m}}{341.874\text{ m s}^{-1}} = 0.059\text{ s}$$

নির্ণেয় সময় 0.059 s।

ঘ. এখানে, উৎস ও প্রতিফলক প্রাচীরের মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $s = 20\text{ m}$

30 °C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = 330 \times \sqrt{\frac{273+30}{273}}\text{ m s}^{-1} = 347.66\text{ m s}^{-1}$$

এখন প্রতিধ্বনি শোনার সময়  $t$  হলে,  $s = \frac{vt}{2}$

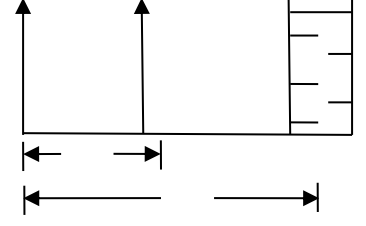
$$t = \frac{2s}{v} = \frac{2 \times 20\text{ m}}{347.66\text{ m s}^{-1}} = 0.1151\text{ s}$$

এখানে,  $t > 0.1\text{ s}$

অতএব, 30 °C তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

৭. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৯

A অবস্থানের ব্যক্তি 120 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট শব্দ উৎপন্ন করলে, B অবস্থানের ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পারে।



ক. শব্দের প্রাবল্য কাকে বলে?

১

খ. শব্দ এক প্রকার তরঙ্গ কেন? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

৩

ঘ. বায়ুর তাপমাত্রা 40 °C হলে একই শব্দের জন্য B অবস্থানের ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কী। তোমার মতামত দাও।

৪

### ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে প্রতিসেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বা প্রাবল্য বলে।

খ. শব্দ এক প্রকার তরঙ্গ। কারণ—তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যগুলো শব্দের মধ্যে রয়েছে। মাধ্যমের কণাগুলোর পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে শব্দ সঞ্চালিত হয়। শব্দ একস্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত হয়।

গ. এখানে, কম্পাঙ্ক  $f = 120\text{ Hz}$

20 °C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = 330 \times \sqrt{\frac{273+20}{273}}\text{ m s}^{-1} = 341.874\text{ m s}^{-1}$$

শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,  $v = f\lambda$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{341.874\text{ m s}^{-1}}{120\text{ Hz}} = 2.85\text{ m}$$

অতএব, উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2.85 m.

ঘ. 40 °C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = 330 \times \sqrt{\frac{272+40}{273}}\text{ m s}^{-1} = 353.35\text{ m s}^{-1}$$

প্রতিফলক থেকে B অবস্থানের দূরত্ব,

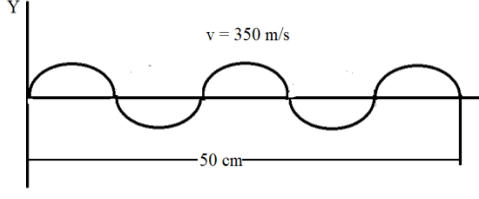
$$d = 23\text{ m} - 5\text{ m} = 18\text{ m}$$

B অবস্থানের দুটি শব্দ শোনার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান,

$$\Delta t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 18\text{ m}}{353.35\text{ m s}^{-1}} = 0.102\text{ s}$$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে, এখানে,  $t > 0.1\text{ s}$  অর্থাৎ B অবস্থানের ব্যক্তির পরপর দুটি শব্দ শোনার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল অপেক্ষা বেশি। অতএব বায়ুর তাপমাত্রা 40 °C হলে একই শব্দের জন্য B অবস্থানের ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে।

৮. সিলেট বোর্ড ২০১৯



- ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে ? ১  
 খ. রোগ নির্ণয়ে শব্দোত্তর কম্পন ব্যবহৃত হয়-ব্যাখ্যা কর । ২  
 গ. উদ্দীপকের তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর । ৩  
 ঘ. উদ্দীপকের তরঙ্গের সমান কম্পাঙ্কবিশিষ্ট তরঙ্গ পানি ও লোহায় সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট হবে কী ? বিশ্লেষণ কর । ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে ।

খ যে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20000 Hz অপেক্ষা বেশি তাকে শব্দোত্তর তরঙ্গ বলে । শব্দোত্তর তরঙ্গের নানাবিধ ব্যবহার রয়েছে । এর মধ্যে রোগ নির্ণয়ে শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার উল্লেখযোগ্য । রোগ নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত বিভিন্ন পরীক্ষায় এর ব্যবহার রয়েছে । যেমন-আল্ট্রাসোনোগ্রাফিতে 1-10 মেগা হার্টজ কম্পাঙ্কের শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করা হয় ।

গ এখানে, সেলসিয়াস স্কেলের তাপমাত্রা,  $T_C = 25^\circ C$   
 ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা,  $T_F = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } \frac{25}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } T_F - 32 = 45$$

$$\text{বা, } T_F = 77$$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা  $77^\circ F$  ।

ঘ এখানে, শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ m s}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda$  হলে,  $\frac{5\lambda}{2} = 50 \text{ cm}$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{50 \times 2}{5} \text{ cm} = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক } f \text{ হলে, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350 \text{ m s}^{-1}}{0.2 \text{ m}} = 1750 \text{ Hz}$$

পানির শব্দের বেগ,  $V_w = 1474 \text{ m s}^{-1}$

লোহায় শব্দের বেগ,  $v_i = 5130 \text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \text{পানিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_w = \frac{V_w}{f} = \frac{1474 \text{ m s}^{-1}}{1750 \text{ Hz}}$$

$$= 0.8423 \text{ m}$$

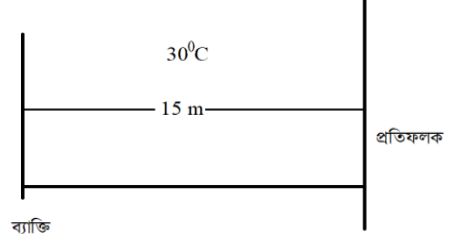
$$\text{লোহায় শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_i = \frac{v_i}{f} = \frac{5130 \text{ m s}^{-1}}{1750 \text{ Hz}}$$

$$= 2.9314 \text{ M}$$

এখানে,  $\lambda_w \neq \lambda_i$

অতএব, উদ্দীপকের তরঙ্গের সমান কম্পাঙ্কবিশিষ্ট তরঙ্গ ।  
 পানি ও লোহায় সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট হবে না ।

৯. বরিশাল বোর্ড ২০১৯



A ব্যক্তি 20 cm তরঙ্গদৈর্ঘ্যে শব্দ উৎপন্ন করেই 20 m s<sup>-1</sup> বেগে প্রতিফলকের উল্টো দিকে দৌড়াতে শুরু করলো ।

- ক. শব্দের তীব্রতা কাকে বলে ? ১  
 খ. অনুপ্রস্থ তরঙ্গেও কণাগুলো গতিসম্পন্ন- ব্যাখ্যা কর । ২  
 গ. শব্দ তরঙ্গের পর্যায়কাল কত ? ৩

ঘ. A ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কিনা ? গাণিতিক বিশ্লেষণের মতামত দাও ।

৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বা প্রাবল্য বলে ।

খ অনুপ্রস্থ তরঙ্গের কণাগুলো পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন । যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে । এটি মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয় । যেমন, সমুদ্রের ঢেউ । কোনো গতিশীল কণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে সে গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে । অনুপ্রস্থ তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলো একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে একই দিক থেকে অতিক্রম করে । তাই অনুপ্রস্থ তরঙ্গের কণাগুলো পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন ।

গ এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 330 \times \sqrt{\frac{273+30}{273}} \text{ m s}^{-1} = 347.66 \text{ m s}^{-1}$$

পর্যায়কাল,  $T = ?$

আমরা জানি,  $v = f\lambda$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

$$\text{বা, } T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.2 \text{ m}}{347.66 \text{ m s}^{-1}}$$

$$\therefore T = 5.75 \times 10^{-4} \text{ S}$$

অতএব, উদ্দীপকের শব্দ তরঙ্গের পর্যায়কাল  $5.75 \times 10^{-4} \text{ S}$  ।

ঘ এখানে, A ব্যক্তির উঁচু,  $v_A = 20 \text{ m s}^{-1}$

'গ' হতে পাই,

বায়ুর তাপমাত্রা শব্দের বেগ,  $v = 347.66 \text{ m s}^{-1}$

A ব্যক্তির হতে প্রতিফলকের দূরত্ব,  $d = 15 \text{ m}$

অরি, শব্দ উৎপন্ন করার t সেকেন্ড পরে প্রতিফলিত শব্দটি A ব্যক্তির কানে পৌঁছাবে-

$$\therefore \text{উদ্দীপক অনুসারে, } v_{At} + 2d = vt$$

$$\text{বা, } t(v-v_A) = 2d$$

$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 15 \text{ m}}{347.66 \text{ m s}^{-1} - 20 \text{ m s}^{-1}} = 0.092 \text{ s}$$

আমরা জানি, শব্দনূভূতির স্থায়িত্ব কাল 0.1 s

যেহেতু  $t < 0.1 \text{ s}$  অর্থাৎ প্রতিফলিত শব্দটি শব্দনূভূতির স্থায়িত্বকালের পূর্বেই A ব্যক্তির কানে পৌঁছাবে। অতএব, A ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

### ১০. সকল বোর্ড ২০১৮

রনি ও জনি দুই বন্ধু একদিন একটি পাহাড়ের সামনে দাঁড়িয়েছিল। জনি তার হাতে থাকা বন্দুক হতে উপরের দিকে গুলি ছুঁড়লো। জনি উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি না শুনলে ও 1m পেছনে থাকা রনি 0.1005s পর প্রতিধ্বনি শুনল। ঐ দিন বাতাসের তাপমাত্রা ছিল  $25^\circ\text{C}$ ।

ক. বিস্তার কাকে বলে?

১

খ. শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে শব্দ দ্রুত শূনা যায় কেন? ২

গ. রনি ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? ৩

ঘ. ঐ সময় তাপমাত্রা ন্যূনতম কত হলে জনি প্রতিধ্বনি শুনতে পেত? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সাম্যাবস্থান থেকে যে কোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্তার বলে।

খ শব্দের বেগ বায়ুর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতার উপর নির্ভর করে। বায়ুর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা যত বাড়ে বায়ুতে শব্দের বেগ ও তত বাড়ে। শীতকালে বায়ুর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা কম থাকে অন্যদিকে বর্ষাকালে বায়ুর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা বেশি থাকে। এজন্য শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে শব্দ দ্রুত শূনা যায়।

গ ধরি, রনি ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, d উদ্দীপক হতে,

$$\text{বাতাসের তাপমাত্রা, } T_2 = 25^\circ\text{C} = (273 + 25) \text{ K} = 298 \text{ K}$$

$$\text{সময়, } t = 0.1005 \text{ s}$$

$$T_1 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K} \text{ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,}$$

$$V_0 = 330 \text{ ms}^{-1}$$

$$25^\circ\text{C} \text{ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,}$$

$$V = V_0 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 330 \times \sqrt{\frac{298}{273}} \text{ ms}^{-1} = 344.79 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, প্রশ্নানুসারে,

$$2d - 1 = v t$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt + 1}{2}$$

$$= \frac{344.79 \text{ ms}^{-1} \times 0.1005 \text{ s} + 1}{2}$$

$$= 17.83 \text{ m}$$

সুতরাং রনি ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 17.83 m

ঘ হতে পাই, রনি ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, = 17.83 m

∴ জনি হতে পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,

$$d_j = 17.83 \text{ m} - 1 \text{ m} = 16.83 \text{ m}$$

ধরি, জনির প্রতিধ্বনি শুনার ন্যূনতম সময়,  $t_j = 0.1 \text{ s}$

$$T_1 = 0^\circ\text{C} = 273 \text{ K} \text{ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,}$$

$$V_0 = 330 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি,  $2 d_j = v t_j$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{2d_j}{t_j} = \frac{2 \times 16.83 \text{ m}}{0.1 \text{ s}} = 336.6 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, বায়ুর তাপমাত্রা  $T_3$  হলে,

$$\frac{V_0}{V_1} = \sqrt{\frac{T_1}{T_3}}$$

$$\text{বা, } \frac{V_0^2}{V_1^2} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$\text{বা, } T_3 = \frac{T_1 V_1^2}{V_0^2} = \frac{273 \times (336.6)^2}{(330)^2} \text{ K}$$

$$= 284.03 \text{ K} = (284.03 - 273)^\circ\text{C}$$

$$= 11.03^\circ\text{C}$$

অর্থাৎ ঐ সময় তাপমাত্রা ন্যূনতম  $11.03^\circ\text{C}$  হলে জনি প্রতিধ্বনি শুনতে পেত।

### ১১. ঢাকা বোর্ড ২০১৭

একটি কুয়ার গভীরতা 3500 cm, বায়ুর তাপমাত্রা  $65^\circ\text{F}$ , উক্ত তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ  $343 \text{ m s}^{-1}$ .

ক. তরঙ্গবেগ কী? ১

খ. কম্পাংক ও পর্যায়কালের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। ২

গ. সেলসিয়াস স্কেলে উক্ত স্থানের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. কুয়ার মুখে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট দিকে তরঙ্গ এক সেকেন্ডে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গবেগ বলে।

খ কোনো স্পন্দনশীল বস্তুর একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে আর এক সেকেন্ডে যে কয়টি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে। কোনো স্পন্দনশীল বস্তুর পর্যায়কাল T হলে,

$$T \text{ সেকেন্ডে স্পন্দনের সংখ্যা} = 1 \text{ টি}$$

$$\therefore 1 \text{ সেকেন্ডে স্পন্দনের সংখ্যা} = \frac{1}{T} \text{ টি}$$

1 সেকেন্ডের এই স্পন্দন সংখ্যাই কম্পাঙ্ক।

$$\text{সুতরাং কম্পাঙ্ক, } f = \frac{1}{T}$$

গ উদ্দীপক হতে পাই,

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা,  $F = 65^\circ\text{F}$

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা,  $C = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } 9C = 5F - 160$$

$$\text{বা, } C = \frac{5 \times 65 - 160}{9}$$

$$= 18.33^\circ\text{C} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

কুয়ার গভীরতা,  $d = 3500 \text{ cm} = 35 \text{ m}$

বাতাসে শব্দের বেগ,  $v = 343 \text{ m s}^{-1}$

ধরি, প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময় = t

আমরা জানি,

$$d = \frac{vt}{2}$$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 35}{343}$$

$$\therefore t = 0.2 \text{ s} > 0.1 \text{ s}$$

প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময় শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল অপেক্ষা বেশি হওয়ায় কুয়ার মুখে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

### ১২. ঢাকা বোর্ড ২০১৬

কোনো বেতারকেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভ 350 kHz-এ প্রতিদিন সকাল দশ ঘটিকার সময়ে পল্লীগীতির অনুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিওর তরঙ্গবেগ  $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ । পানিতে সৃষ্ট অপর একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য রেডিও তরঙ্গটির এক শতাংশ এবং পানিতে শব্দের বেগ  $1450 \text{ ms}^{-1}$ ।

- ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১  
খ. পুরুষের কণ্ঠস্বর মোটা কিম্বা নারী ও শিশুর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ কেন? ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. রেডিও তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. রেডিও তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গটির কম্পাঙ্কের কতগুণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দু'টো পর্দা আছে, যা স্বরতন্ত্রী বা ভোকাল কর্ড নামে পরিচিত। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। বয়স্ক পুরুষদের ভোকাল কর্ড বয়সের সঙ্গে সঙ্গে দৃঢ় হয়ে পড়ে। কিম্বা নারী ও শিশুর ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না, ফলে বয়স্ক পুরুষদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং নারী ও শিশুদের স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। তাই পুরুষদের গলার স্বর মোটা কিম্বা নারী ও শিশুর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

রেডিও তরঙ্গের কম্পাঙ্ক,  $f = 350 \text{ kHz} = 350 \times 10^3 \text{ Hz}$

রেডিও তরঙ্গ বেগ,  $v = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

রেডিও তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8}{350 \times 10^3} = 857.14 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1450 \text{ ms}^{-1}$

'গ' অংশ হতে পাই, রেডিও তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$$\lambda = 857.14 \text{ m}$$

উদ্দীপক অনুসারে, পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,

$$\lambda_w = \lambda \text{ এর } 1\% = 857.14 \times \frac{1}{100} = 8.57 \text{ m}$$

রেডিও তরঙ্গের কম্পাঙ্ক,  $f = 350 \times 10^3 \text{ Hz}$

পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গের কম্পাঙ্ক  $f_w$  হলে,

$$v_w = f_w \lambda_w$$

$$\text{বা, } f_w = \frac{v_w}{\lambda_w} = \frac{1450}{8.57} = 169.17 \text{ Hz}$$

$$\therefore \frac{f}{f_w} = \frac{350 \times 10^3}{169.17}$$

$$\text{বা, } f = 2068.92 \times f_w$$

অতএব, রেডিও তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গটির কম্পাঙ্কের 2068.92 গুণ।

### ১৩. ঢাকা বোর্ড ২০১৫

কাজল একটি পাহাড় থেকে 17m দূরে দাঁড়িয়ে জোরে শব্দ করেও কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পেল না। সে আরও কিছুটা পিছনে সরে এসে শব্দ করে এবং প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। ঐ দিন ঐ স্থানে শব্দের বেগ ছিল  $350 \text{ ms}^{-1}$  এবং শব্দের কম্পাঙ্ক ছিল  $1400 \text{ Hz}$ ।

- ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১  
খ. বাদুর রাতে চলতে স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. উক্ত শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. ১ম অবস্থানে কাজলের পক্ষে প্রতিধ্বনি না শোনার কারণ গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

### ১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি তরঙ্গের ক্ষেত্রে প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণতরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ বাদুর চোখে দেখতে পায় না, তাই উচ্চ কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করে এর প্রতিধ্বনি শোনার মাধ্যমে চলাচল করে। বাদুর রাতে চলতে স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে। কারণ রাতের বেলা পরিবেশে শব্দের পরিমাণ অত্যন্ত কম থাকে। দিনের বেলা মানবসৃষ্ট ও অন্যান্য শব্দ বেশি থাকে, তাই এ সময় বাদুর চলাচল করলে বাদুর সৃষ্ট শব্দ ও অন্যান্য শব্দের উপরিপাতনের ফলে বাদুরের শব্দের ব্যতিচার ও বিকৃতি ঘটে। তাই দিনের বেলায় আশপাশের বস্তুসমূহের সঠিক অবস্থান নির্ণয় করতে বাদুরের বেশ সমস্যা হয়, এ কারণেই এটি রাতের বেলা চলাচলে স্বাচ্ছন্দ্যবোধ করে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = 350 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শব্দের কম্পাঙ্ক, } f = 1400 \text{ Hz} = 1400 \text{ s}^{-1}$$

বেগ করতে হবে, শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\therefore \lambda = \frac{v}{f} = \frac{350 \text{ ms}^{-1}}{1400 \text{ s}^{-1}} = 0.25 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক মতে, বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

১ম অবস্থান হতে পাহাড়ের (শব্দের প্রতিফলক) দূরত্ব,  $d = 17 \text{ m}$

শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কাজলের কাছে ফিরে আসতে t পরিমাণ সময় লাগলে,  $2d = vt$

$$\therefore t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 17 \text{ m}}{350 \text{ m}} = 0.097 \text{ sec} < 0.1 \text{ sec}$$

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান কমপক্ষে 0.1 sec হতে হয় কিন্তু কাজলের ১ম অবস্থানের জন্য মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান 0.1 sec অপেক্ষা কম। তাই ১ম অবস্থানে কাজলের পক্ষে প্রতিধ্বনি শোনা সম্ভব হয় নি।

### ১৪. রাজশাহী বোর্ড ২০১৭

P মাধ্যমে দুটি ভিন্ন উৎস হতে সৃষ্ট শব্দদ্বয়ের কম্পাঙ্ক 340 Hz এবং 400 Hz এবং এদের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.165 m অপর একটি মাধ্যম Q তে শব্দের বেগ  $400 \text{ ms}^{-1}$ ।

- ক. স্পর্শ বল কাকে বলে? ১  
খ. শব্দের বেগের সাথে মাধ্যমের প্রকৃতির সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. P মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. মাধ্যমদ্বয়ে একই শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.1 m হলে তরঙ্গটি 80 বার কম্পনে Q মাধ্যম 124 m যেতে পারবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও।

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে বল সৃষ্টির জন্য দুইটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন হয় তাকে স্পর্শ বল বলে।

খ. বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগ বিভিন্ন। বায়ু, পানি এবং লোহাতে শব্দের বেগ ভিন্ন ভিন্ন। 20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 344 ms<sup>-1</sup>, পানিতে 1450 m s<sup>-1</sup> আর লোহাতে 5130 m s<sup>-1</sup>। সাধারণভাবে বলা যায় বায়ুতে শব্দের বেগ কম, তরলে তার চেয়ে বেশি আর কঠিন পদার্থে সবচেয়ে বেশি।

গ. উদ্দীপক হতে পাই, 1ম কম্পাংক,  $f_1 = 340$  Hz  
2য় কম্পাংক,  $f_2 = 400$  Hz  
ধরি, 1ম তরঙ্গদৈর্ঘ্য =  $\lambda_1$   
2য় তরঙ্গদৈর্ঘ্য =  $\lambda_2$   
P মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v = ?$

যেহেতু,  $f_2 > f_1$  সেহেতু  $\lambda_1 > \lambda_2$

$$\therefore \lambda_1 - \lambda_2 = 0.165$$

$$\text{বা, } \frac{v}{f_1} - \frac{v}{f_2} = 0.165$$

$$\text{বা, } v \left( \frac{f_2 - f_1}{f_1 f_2} \right) = 0.165$$

$$\text{বা, } v = \frac{0.165 f_1 f_2}{f_2 - f_1} = \frac{0.165 \times 340 \times 400}{400 - 340}$$

$$= 374 \text{ m s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

Q মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_Q = 400 \text{ m s}^{-1}$

‘গ’ অংশ হতে পাই, P মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_P = 374 \text{ m s}^{-1}$

ধরি, P মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য =  $\lambda_P$  এবং

Q মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য =  $\lambda_Q$

কম্পাংক =  $f$

যেহেতু  $v_Q > v_P$  সেহেতু  $\lambda_Q > \lambda_P$

$$\therefore \lambda_Q - \lambda_P = 0.1$$

$$\text{বা, } \frac{v_Q}{f} - \frac{v_P}{f} = 0.1$$

$$\text{বা, } 0.1 f = v_Q - v_P$$

$$\text{বা, } f = \frac{400 - 374}{0.1} = 260 \text{ Hz}$$

আমরা জানি,

$$v_Q = f \lambda_Q$$

$$\text{বা, } \lambda_Q = \frac{v_Q}{f} = \frac{400}{260}$$

$$= 1.538 \text{ m}$$

$\therefore$  শব্দ Q মাধ্যমে 1 বার কম্পনে অতিক্রম করে = 1.538 m

$\therefore$  শব্দ Q মাধ্যমে 80 বার কম্পনে অতিক্রম করে = 80 × 1.538 m

$$= 123 \text{ m}$$

অতএব তরঙ্গটি 80 বার কম্পনে Q মাধ্যমে 124 m যেতে পারবে না। তরঙ্গটি 80 বার কম্পনে Q মাধ্যমে 123 m যেতে পারবে।

📖 ১৫. রাজশাহী বোর্ড ২০১৬

আনিকার ভোকাল কর্ড (Vocal Chord) এর কম্পাঙ্ক 700Hz. সে নদীর ঠিক মাঝখানে অবস্থানরত একজন মাঝিকে ডাকল। আনিকার সৃষ্ট শব্দ নদীর অপর পাড়ে প্রতিফলনের দরুন 1.6 সেকেন্ড পর আনিকা ঐ শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। ঐ সময়ে শব্দের গতিবেগ 350ms<sup>-1</sup> ছিল।

ক. দশা কাকে বলে? ১

খ. পুরুষের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারীদের কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. আনিকার সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. নৌকার মাঝি আনিকার উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি শুনবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মন্তব্য কর। ৪

### ১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে।

খ. মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দু’টো পর্দা আছে, এদেরকে বলে স্বরতন্ত্রী বা ভোকাল কর্ড। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। প্রাপ্ত বয়স্ক পুরুষদের ভোকাল কর্ড বয়সের সঙ্গে সঙ্গে দৃঢ় হয়ে পড়ে। কিন্তু নারী ও শিশুর ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না। ফলে প্রাপ্ত বয়স্ক পুরুষদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং নারী ও শিশুদের স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। তাই পুরুষদের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারী ও শিশুর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

কম্পাঙ্ক,  $f = 700$ Hz

শব্দের গতিবেগ,  $v = 350$ ms<sup>-1</sup>

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$v = f \lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{350}{700} = 0.5 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

শব্দের বেগ,  $v = 350$ ms<sup>-1</sup>

প্রতিধ্বনি শুনতে আনিকার সময়,  $t = 1.6$ s

নদীর প্রস্থ  $h$  হলে,

$$2h = vt$$

$$\text{বা, } h = \frac{vt}{2} = \frac{350 \times 1.6}{2} = 280 \text{ m}$$

প্রতিফলক হতে মাঝির দূরত্ব,  $d = \frac{h}{2} = \frac{280}{2} = 140$ m। নৌকার মাঝিকে প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে 2d দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে। এ দূরত্ব অতিক্রম করতে  $t_1$  সময় লাগলে,

$$t_1 = \frac{2d}{v}$$

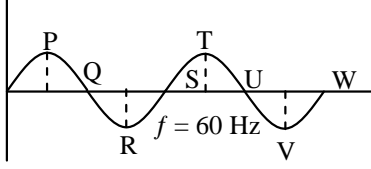
$$\text{বা, } t_1 = \frac{2 \times 140}{350}$$

$$= 0.8 \text{ s}$$

আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের মধ্যকার সময় ব্যবধান 0.1 s বা তার চেয়ে বেশি।

অতএব,  $t_1 > 0.1$  s বলে নৌকার মাঝি উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি শুনবে।

📖 ১৬. রাজশাহী বোর্ড ২০১৫



চিত্রে পানিতে সৃষ্ট একটি তরঙ্গ দেখানো হয়েছে। বায়ু ও পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি  $332\text{ms}^{-1}$  এবং  $1452.5\text{ms}^{-1}$ ।

- ছন্দিত গতি কাকে বলে? ১
- ছেলেদের তুলনায় মেয়েদের কর্ণস্বর তীক্ষ্ণ হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- প্রদর্শিত তরঙ্গের আলোকে বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- কোনো কুয়ার গভীরতা বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্যের সমান হলে ঐ কুয়ার প্রতিধ্বনি শোনার সময় কত হবে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

#### ১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক হতে অতিক্রম করে তবে সেই গতিকে ছন্দিত গতি বলে।

**খ** মানুষের গলার আওয়াজ সরু হবে নাকি মোটা হবে তা ভোকাল কর্ডের উপর নির্ভর করে। ভোকাল কর্ড মোটা হলে এর কম্পাঙ্ক কমে যায়, ফলে শব্দের তীক্ষ্ণতাও কমে যায়। মেয়েদের কর্ণস্বর তীক্ষ্ণ হওয়ার কারণ তাদের ভোকাল কর্ড পাতলা অর্থাৎ এর কম্পাঙ্ক বেশি।

**গ** এখানে, বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি,  $v_a = 332\text{ms}^{-1}$   
পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি,  $v_w = 1452\text{ms}^{-1}$   
কম্পাঙ্ক,  $f = 60\text{Hz}$   
বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য,  $\lambda_a = ?$

আমরা জানি,  $v_a = f\lambda_a$

$$\text{বা, } \lambda_a = \frac{v_a}{f} = \frac{332\text{ms}^{-1}}{60\text{Hz}} = 5.533\text{m}$$

$\therefore \lambda_a = 5.533\text{m}$

$\therefore$  বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য  $5.533\text{m}$ . (Ans.)

**ঘ** “গ” নং হতে পাই,

বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য,  $\lambda_a = 5.533\text{m}$

$\therefore$  কুয়ার গভীরতা,  $h = 5.533\text{m}$

আমরা জানি, কোনো শব্দ আমাদের মস্তিষ্কে  $0.1\text{s}$  স্থায়ী হয়। তাই প্রতিধ্বনি শোনার জন্য ন্যূনতম সময় ব্যবধান হতে হবে  $0.1\text{s}$ । শব্দ ও প্রতিবন্ধকের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d$  হলে,

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

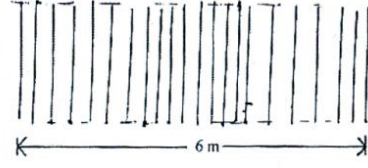
$$\text{বাতাসের ক্ষেত্রে, } d = \frac{332 \times 0.1}{2} = 16.6\text{m}$$

$$\text{পানির ক্ষেত্রে, } d = \frac{1452.5 \times 0.1}{2} = 72.62\text{m}$$

অর্থাৎ, বাতাস ও পানিতে প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দ উৎস ও প্রতিবন্ধকের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব যথাক্রমে  $16.6\text{m}$  ও  $72.62\text{m}$  হতে হবে। কিন্তু কুয়ার গভীরতা মাত্র  $5.533\text{m}$  হওয়ায় কোনোভাবেই প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

**১৭. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৭**

একটি উৎসের সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক  $86\text{Hz}$  উহা পানিতে ও বায়ুতে ভিন্ন বেগের সৃষ্টি করে। পানিতে বেগ  $1450\text{ms}^{-1}$  এবং বায়ুতে ইহার কম্পনের চিত্র নিরূপণ—



- দশা কাকে বলে? ১
- শব্দের তীব্রতা  $25\text{W m}^{-2}$  বলতে কি বুঝায়? ২
- পানিতে উল্লিখিত তরঙ্গের পর্যায়কাল নির্ণয় কর। ৩
- উল্লিখিত মাধ্যমদ্বয়ে উক্ত শব্দ তরঙ্গের বেগ ভিন্ন হবার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে।

**খ** শব্দের তীব্রতা  $25\text{W m}^{-2}$  বলতে বোঝায় শব্দ বিস্তারের অভিমুখের সাথে লম্বভাবে  $1\text{m}^2$  ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে  $25\text{J}$  শব্দ শক্তি প্রবাহিত হয়।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই, কম্পাঙ্ক  $f = 86\text{Hz}$   
পর্যায়কাল,  $T = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{86} = 0.01162\text{s (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক হতে পাই, কম্পাঙ্ক,  $f = 86\text{Hz}$

পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1450\text{ms}^{-1}$

ধরি, পানিতে তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $= \lambda_w$

বায়ুতে তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $= \lambda_a$

বায়ুতে শব্দের বেগ  $= v_a$

আমরা জানি, একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে একটি তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত হয়। উদ্দীপকে উল্লিখিত চিত্রে দুইটি প্রসারণ ও একটি সংকোচন দেখানো হয়েছে।

$$\therefore \lambda_a + \frac{\lambda_a}{2} = 6$$

$$\text{বা, } 3 \frac{\lambda_a}{2} = 6$$

$$\therefore \lambda_a = 4\text{m}$$

$$\text{আমরা জানি, } v_a = f\lambda_a = 86\text{Hz} \times 4\text{m} = 344\text{ms}^{-1}$$

$$\text{আবার, } v_w = f\lambda_w$$

$$\text{বা, } \lambda_w = \frac{v_w}{f} = \frac{1450\text{ms}^{-1}}{86\text{Hz}} = 16.86\text{m}$$

গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়,  $\lambda_w > \lambda_a$  এবং  $v_w > v_a$

অতএব, তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ভিন্নতার কারণে শব্দ তরঙ্গের বেগ ভিন্ন হয়েছে।

**১৮. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৬**

দুটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাড়িয়ে এক ব্যক্তি বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়লো। তিনি  $1.5\text{s}$  পর প্রথম প্রতিধ্বনি এবং  $2\text{s}$  পর দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনলেন। সেদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল  $30^\circ\text{C}$ ।

ক. প্রতিধ্বনি কী? ১

খ. বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ঐ ব্যক্তি তৃতীয় ও চতুর্থ প্রতিধ্বনি পৃথকভাবে শুনতে পাবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

### ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

**খ** কোনো মাধ্যমে শব্দের বেগ ঐ মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতার উপর নির্ভরশীল। যে মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতা বেশি সে মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি। বায়ু অপেক্ষা পানির স্থিতিস্থাপকতা বেশি বলে পানিতে শব্দের বেগ বায়ুতে শব্দের বেগ অপেক্ষা বেশি।

**গ** দেওয়া আছে,

প্রথম প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়,  $t_1 = 1.5$  s

দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়,  $t_2 = 2$  s

ধরি, ব্যক্তি হতে প্রথম ও দ্বিতীয় পাহাড়ের দূরত্ব যথাক্রমে  $d_1$  ও  $d_2$

$30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = (332 + 0.6 \times 30)$

$$= 350 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি,

$$2d_1 = vt_1$$

$$\text{বা, } d_1 = \frac{vt_1}{2} = \frac{350 \times 1.5}{2} = 262.5 \text{ m}$$

আবার,  $2d_2 = vt_2$

$$\text{বা, } d_2 = \frac{vt_2}{2} = \frac{350 \times 2}{2}$$

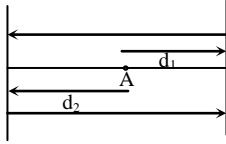
$$= 350 \text{ m}$$

$\therefore$  পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = d_1 + d_2$

$$= 262.5 + 350$$

$$= 612.5 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ**



ধরি, পাহাড়দ্বয়ের মাঝে ব্যক্তির অবস্থান A

A হতে প্রথম পাহাড়ের দূরত্ব,  $d_1 = 262.5$  m

A হতে দ্বিতীয় পাহাড়ের দূরত্ব,  $d_2 = 350$  m

এখানে,  $d_1 < d_2$

শব্দ A হতে ১ম পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় A তে আসতে সময় লাগে,  $t_1 = 1.5$  s

শব্দ A হতে ২য় পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় A তে ফিরে আসতে সময় লাগে,  $t_2 = 2$  s

প্রথম পাহাড়ে প্রতিফলিত শব্দ দ্বিতীয় পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে আসলে ঐ ব্যক্তি তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

$\therefore$  ৩য় প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়,  $t_3 = t_1 + t_2$

$$= (1.5 + 2) \text{ s}$$

$$= 3.5 \text{ s}$$

আবার, দ্বিতীয় পাহাড়ে প্রতিফলিত শব্দ ১ম পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে আসলে ঐ ব্যক্তি ৪র্থ প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

$\therefore$  ৪র্থ প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়,  $t_4 = t_2 + t_1$

$$= 2 + 1.5$$

$$= 3.5 \text{ s}$$

তৃতীয় ও ৪র্থ প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান,  $t = t_4 - t_3$

$$= 3.5 - 3.5$$

$$= 0 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$$

অতএব, ঐ ব্যক্তি তৃতীয় ও চতুর্থ প্রতিধ্বনি পৃথকভাবে শুনতে পাবে না।

### ১৯. দিনাজপুর বোর্ড ২০১৫

এক ব্যক্তি সিলেটে বেড়াতে গিয়ে একটি পাহাড় থেকে 17 মিটার দূরে থাকা অবস্থায় প্রতিধ্বনি শোনার জন্য জোরে শব্দ করল। উক্ত শব্দের বেগ ছিল 350 মিটার/সেকেন্ড এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ছিল 20 সেন্টিমিটার।

ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? ১

খ. আমরা যখন কথা বলি তখন আমাদের শব্দ অন্যের কাছে কিভাবে পৌঁছায়? ২

গ. উক্ত শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উক্ত ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন কি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

### ১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর বস্তুটির গতির পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে ঐ গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

**খ** আমরা যখন কথা বলি আমাদের শব্দ অনুদৈর্ঘ্য বা লম্বিক তরঙ্গের মাধ্যমে অন্যের কানে পৌঁছায়। অর্থাৎ শব্দ মাধ্যমের কণাগুলোর সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে একজনের কথা অন্য জনের কাছে পৌঁছায়।

**গ** আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

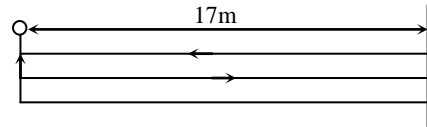
$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

$$= \frac{350}{0.2} \text{ Hz} = 1750$$

Hz.

সুতরাং ব্যক্তির উৎপন্ন শব্দের কম্পাঙ্ক ছিল 1750 Hz (Ans.)

**ঘ**



আমরা জানি, কোনো ব্যক্তি কর্তৃক উৎপন্ন শব্দের রেশ 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত ঐ ব্যক্তির মস্তিষ্কে থাকে। অর্থাৎ 0.1 সেকেন্ড সময়ের মধ্যে ঐ ব্যক্তি মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যে পার্থক্য করতে পারবে না। সুতরাং সে কোনো প্রকার প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

উদ্দীপকে ব্যক্তির প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে  $(17 \times 2) \text{ m} = 34 \text{ m}$  পথ অতিক্রম করতে হবে। সুতরাং প্রতিধ্বনিত শব্দ ব্যক্তির কাছে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়  $t$ ।

আমরা জানি,

$$s = vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{s}{v} = \frac{34}{350} \text{ sec}$$

$$= 0.097 \text{ sec} < 0.1$$

sec

অর্থাৎ ঐ ব্যক্তি মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনিত শব্দের মধ্যে পার্থক্য করতে পারবে না। সুতরাং ঐ ব্যক্তি কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

এখানে,

$$\text{দূরত্ব, } s = 34 \text{ m}$$

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 350 \text{ ms}^{-1}$$

**২০. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৭**

সমতল পৃষ্ঠের উপর অবস্থিত দুটি ১০ তলা ভবনের মাঝে ভূ-পৃষ্ঠের উপর দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়ল। সে 2 s পরে প্রথম প্রতিধ্বনি এবং 2.15 s পরে দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ সময়ে বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 35°C।

- ক. বিস্তার কাকে বলে? ১  
খ. শব্দের তীব্রতা  $40 \text{ W m}^{-2}$  বলতে কী বুঝায়? ২  
গ. ভবন দুইটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. উদ্দীপক অনুসারে ব্যক্তিটি ২য় প্রতিধ্বনি শুনার কত সময় পরে তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে?—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

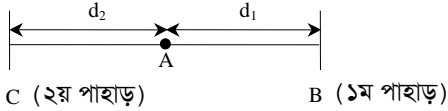
**২০ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** তরঙ্গ সৃষ্টি হলে মাধ্যমের কণাগুলো সাম্যাবস্থানের দুই পাশে কম্পিত হয়। সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্তার বলে।

**খ** শব্দ প্রবাহের দিকের সাথে লম্ব  $1 \text{ m}^2$  ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে প্রতি সেকেন্ডে  $40 \text{ J}$  শক্তি প্রবাহিত হলে সৃষ্ট শব্দের তীব্রতা হচ্ছে  $40 \text{ W m}^{-2}$

**গ** ১৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর: 729.5 m]

**ঘ**



ধরি পাহাড়দ্বয়ের মধ্যে ব্যক্তির অবস্থান A হতে প্রথম পাহাড়ের দূরত্ব,  $d_1 = AB$   
A হতে দ্বিতীয় পাহাড়ের দূরত্ব,  $d_2 = AC$   
যেখানে,  $d_1 < d_2$

উদ্দীপক মতে, বন্দুক থেকে গুলি ছোড়ার পর শব্দ A হতে ১ম পাহাড়ের প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় A তে আসতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t_1 = 2 \text{ s.}$$

আবার উক্ত শব্দ ২য় পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে আসলে আমরা তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পাব। সুতরাং শব্দ A হতে ২য় পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে আসতে প্রয়োজনীয় সময়,

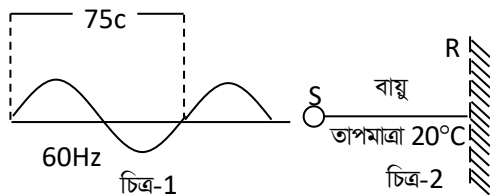
$$t_2 = 2.15 \text{ s.}$$

সুতরাং তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = t_1 + t_2 = 2 \text{ s} + 2.15 \text{ s} = 4.15 \text{ s}$$

অর্থাৎ, 4.15 s পর তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

**২১. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৫**



- ক. তরঙ্গ কাকে বলে? ১  
খ. চিত্র-১ এর তরঙ্গটি কোন ধরনের? ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. চিত্র-১ এর তরঙ্গ বেগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. চিত্র-২ এর "S" এবং "R" অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব কত হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে— উত্তরের যথার্থতা যাচাই কর। ৪

**২১ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাকে তরঙ্গ বলে।

**খ** চিত্র-১ এর তরঙ্গটির ক্ষেত্রে মাধ্যমের যেকোনো কণার স্পন্দন গতির দিক এবং তরঙ্গের অগ্রসর হওয়ার দিক পরস্পর লম্ব। তাই অনুপ্রস্থ বা আড় তরঙ্গের সংজ্ঞানুসারে এটি একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

**গ** উদ্দীপকের চিত্র-১ হতে পাই,  
অনুপ্রস্থ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda =$  একটি তরঙ্গশীর্ষ + একটি তরঙ্গপাদ  
 $= 75 \text{ cm} = 0.75 \text{ m}$

তরঙ্গের কম্পাঙ্ক,  $f = 60 \text{ Hz} = 60 \text{ sec}^{-1}$

বেগ করতে হবে তরঙ্গ বেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,  $v = f\lambda = 60 \text{ sec}^{-1} \times 0.75 \text{ m} = 45 \text{ ms}^{-1}$   
(Ans.)

**ঘ** উদ্দীপকের চিত্র-২ এ S দ্বারা শব্দের উৎস এবং R দ্বারা শব্দের প্রতিফলক বুঝায়।

আমরা জানি,  $0^\circ \text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v_0 = 332 \text{ ms}^{-1}$   
এবং প্রতি  $1^\circ \text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

$\therefore$  উদ্দীপকে প্রদত্ত  $\theta = 20^\circ \text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  
 $v = v_0 + \theta \times 0.6 \text{ ms}^{-1}/^\circ \text{C} = 332 \text{ ms}^{-1} + 20^\circ \text{C} \times 0.6 \text{ ms}^{-1}/^\circ \text{C}$   
 $= 344 \text{ ms}^{-1}$

মনে করি, S এবং R অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব d হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে। প্রতিধ্বনি শোনার জন্য শব্দকে  $2d$  দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে। কারণ শব্দের উৎস ও শ্রোতা একই অবস্থানে থাকলে সে অবস্থান হতে শব্দ গিয়ে প্রতিফলকে প্রতিফলিত হয়ে আবার উৎস তথা শ্রোতার নিকট ফিরে আসবে। তাহলে,  $2d$  দূরত্ব অতিক্রমে শব্দের  $t = 0.1 \text{ sec}$  পরিমাণ সময় লাগবে। কারণ মানব কর্ণে কোনো শব্দ শোনার  $0.1 \text{ sec}$  পর্যন্ত ঐ শব্দের রেশ থেকে যায়। ফলে এ সময়ের মধ্যে মূল শব্দের অনুরূপ একটি শব্দ কর্ণে প্রবেশ করলে তা আলাদাভাবে সনাক্ত করা যায় না।

তখন শব্দ কর্ণক অতিক্রান্ত দূরত্ব = শব্দের গতিবেগ  $\times$  সময়কাল  
বা,  $2d = vt$

$$\therefore d = \frac{vt}{2} = \frac{344 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ sec}}{2} = 17.2 \text{ m}$$

সুতরাং, উদ্দীপকের চিত্র-২ এর "S" এবং "R" অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 17.2m হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

**২২. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৭**

পলাশ একটি পাহাড়ের সামনে দাঁড়িয়ে শব্দ করল এবং 0.15 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা  $30^\circ \text{C}$ ।

- ক. তরঙ্গ কী? ১  
খ. সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না কেন? ২  
গ. পলাশের নিকট থেকে পাহাড়ের দূরত্ব কত? ৩  
ঘ. পলাশ ক্রমাগত শব্দ করতে করতে পাহাড়ের দিকে এগিয়ে যেতে থাকলে সর্বোচ্চ কত দূরত্ব পর্যন্ত প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

**২২ নং প্রশ্নের উত্তর**

**ক** যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাই তরঙ্গ।

খ সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না কারণ প্রতিফলিত শব্দ শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য অন্তত 0.1 সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন। 0.1 সেকেন্ডের কম হলে প্রতিফলিত শব্দকে মূল শব্দ থেকে আলাদা করা যায় না। তাই যে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ 0.1 সেকেন্ডের আগে ফিরে আসে সে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না।

গ আমরা জানি,  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের দ্রুতি  $332\text{ m s}^{-1}$  এবং তাপমাত্রা প্রতি  $1^\circ\text{C}$  বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়  $0.6\text{ m s}^{-1}$ ।

সুতরাং  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রার বায়ুতে শব্দের বেগ,  
 $v = (332 + 30 \times 0.6)\text{ m s}^{-1} = 350\text{ m s}^{-1}$   
 প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়,  $t = 0.15\text{ s}$   
 পাহাড়ের দূরত্ব,  $d = ?$   
 আমরা জানি,

$$d = \frac{vt}{2} = \frac{350\text{ m s}^{-1} \times 0.15\text{ s}}{2} = 26.25\text{ m (Ans.)}$$

ঘ পলাশ ক্রমাগত শব্দ করতে করতে পাহাড়ের দিকে এগিয়ে যেতে থাকলে প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব অন্ততপক্ষে এমন হতে হবে যেন প্রতিফলিত শব্দ 0.1 সেকেন্ডের আগে ফিরে আসতে পারে। কারণ কোনো শব্দ শোনার পর প্রায় 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত এর রেশ আমাদের মস্তিষ্কে থাকে।

$30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ,  $v = (332 + 0.6 \times 30)\text{ m s}^{-1} = 350\text{ m s}^{-1}$

শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল,  $t = 0.1\text{ s}$

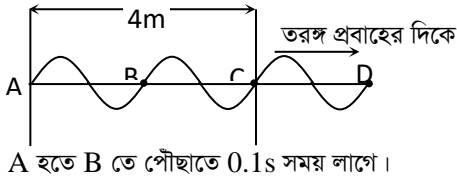
ন্যূনতম দূরত্ব,  $d = ?$

আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শোনার ন্যূনতম দূরত্ব,

$$d = \frac{vt}{2} = \frac{350\text{ m s}^{-1} \times 0.1\text{ s}}{2} = 17.5\text{ m}$$

পাহাড় থেকে তার প্রাথমিক দূরত্ব ছিল  $26.25\text{ m}$ । অতএব, পলাশ ক্রমাগত শব্দ করতে করতে পাহাড়ের দিকে এগিয়ে যেতে থাকলে তার প্রাথমিক অবস্থান থেকে সর্বোচ্চ  $26.25\text{ m} - 17.5\text{ m} = 8.75\text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম করা পর্যন্ত প্রতিধ্বনি শুনতে পারে।  $8.75\text{ m}$  থেকে বেশি দূরত্ব অতিক্রম কলে সে আর প্রতিধ্বনি শুনতে পারে না।

### ২৩. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৫



- তরঙ্গ বেগ কাকে বলে? ১
- চিত্রের তরঙ্গটি কোন ধরনের তরঙ্গ? ব্যাখ্যা কর। ২
- তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- বিস্তার অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্কের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তরঙ্গ নির্দিষ্ট মাধ্যমে নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ বেগ বলে।

খ উদ্দীপকের তরঙ্গটি মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ নয় বরং তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়। তদুপরি, তরঙ্গস্থিত কণাসমূহের কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে লম্ব। সুতরাং অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সংজ্ঞানুসারে উদ্দীপকের চিত্রের তরঙ্গটি একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

গ তরঙ্গের A হতে B পর্যন্ত একটি পূর্ণতরঙ্গ অবস্থিত। সুতরাং A হতে B তে পৌঁছাতে যে সময়কাল প্রয়োজন হয়, তা-ই হলো পর্যায়কাল।

অর্থাৎ পর্যায়কাল,  $T = 0.1\text{ sec}$

$$\therefore \text{তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক, } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.1\text{sec}} = 10\text{ Hz (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকে বর্ণিত অবস্থায়,

$AB + BC = 4\text{ m}$

বা,  $2 \times \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 4\text{ m}$

$$\therefore \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = \frac{4\text{ m}}{2} = 2\text{ m}$$

সুতরাং উদ্দীপকে বর্ণিত অবস্থায়,

তরঙ্গবেগ,  $v = f\lambda = 10\text{ Hz} \times 2\text{ m} = 20\text{ ms}^{-1}$

মাধ্যম অপরিবর্তিত থাকলে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য পূর্বের তুলনায় অর্ধেক করা হলেও তরঙ্গবেগ অপরিবর্তিত থাকবে,

অর্থাৎ পরিবর্তিত পরিস্থিতিতে,

তরঙ্গবেগ,  $v = 20\text{ ms}^{-1}$

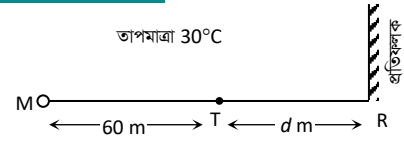
তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda' = \frac{\lambda}{2} = \frac{2\text{ m}}{2} = 1\text{ m}$

এক্ষেত্রে কম্পাঙ্ক  $f'$  হলে,  $v = f'\lambda'$

$$\therefore f' = \frac{v}{\lambda'} = \frac{20\text{ms}^{-1}}{1\text{m}} = 20\text{ Hz} = 2 \times 10\text{ Hz} = 2f$$

সুতরাং বিস্তার অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্ক পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ হয়ে যাবে।

### ২৪. সিলেট বোর্ড ২০১৭



M অবস্থানে প্রতিধ্বনি শুনার সময় 0.5 সেকেন্ড.

- প্রতিধ্বনি কী? ১
- দিনের বেলা অপেক্ষা রাতের বেলায় শব্দের বেগ বেশি থাকে কেন? ২
- M অবস্থান থেকে R প্রতিফলকের দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- T অবস্থান থেকে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শুনা যাবে কি? গেলে কত সেকেন্ড পর শুনা যাবে?— গাণিতিক বিশ্লেষণে তোমার মতামত দাও। ৪

### ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন কোন শব্দ মূল শব্দ হতে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

খ দিনের বেলা অপেক্ষা রাতের বেলায় শব্দের বেগ বেশি থাকে কঠোরা ঠিক নয়। শব্দের বেগ নির্ভর করে তাপমাত্রার উপর। দিন অপেক্ষা রাতে তাপমাত্রা বেশি নয় বরং কম থাকে ফলে শব্দের বেগ কম হবে। তবে রাতে কোলাহল না থাকায় শব্দ অনেক দূর পর্যন্ত শোনা যায়।

গ  $1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি,  $0.6\text{ m s}^{-1}$

$$\therefore 30^\circ\text{C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি, } = 0.6\text{ m s}^{-1} \times 30$$

$$= 18 \text{ m s}^{-1}$$

∴ 30°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,

$$v = 18 \text{ m s}^{-1} + 332 \text{ m s}^{-1} = 350 \text{ m s}^{-1}$$

এখন, M হতে R অবস্থানের দূরত্ব D হলে,

$$v = \frac{2D}{t}$$

$$\therefore D = \frac{vt}{2} = \frac{350 \text{ m s}^{-1} \times 0.5 \text{ s}}{2}$$

$$= 87.5 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ চিত্রানুসারে MT = 60 m

সুতরাং TR = d = (87.5 - 60) = 27.5 m

T অবস্থান থেকে উৎপন্ন শব্দ প্রতিফলক R থেকে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় T অবস্থানে ফিরে আসতে t সময় ব্যয় হলে, আমরা পাই,

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

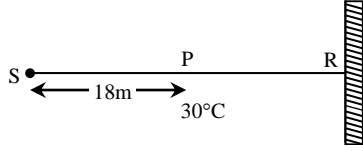
$$\therefore t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 27.5 \text{ m}}{350 \text{ m s}^{-1}}$$

$$= 0.157 \text{ s}$$

যেহেতু প্রতিধ্বনি শোনার সময় 0.1 s অপেক্ষা বড় তাই প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

T অবস্থান থেকে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি 0.157 s সেকেন্ড পর শোনা যাবে।

#### ২৫. সিলেট বোর্ড ২০১৬



- ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১  
 খ. রাস্তার মসৃণতায় ঘর্ষণের ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. S এবং R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. P অবস্থানে প্রতিধ্বনি শুনা যাবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

#### ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

খ রাস্তায় যানবাহন চলাচলের জন্য টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। আবার যানবাহনের টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বলের মান টায়ারের খাজ ও রাস্তার মসৃণতার উপর নির্ভর করে। রাস্তা বেশি মসৃণ হলে যানবাহন চলাচল সহজতর এবং আরামদায়ক হয় কিন্তু ঘর্ষণ বলের পরিমাণ কমে যায়। রাস্তা বেশি মসৃণ হলে নানা ধরণের সমস্যার সৃষ্টি হয়। যেমন— রাস্তার মসৃণতা বেশি থাকলে ব্রেক দ্বারা গাড়িকে সুনির্দিষ্ট স্থানে থামানো সম্ভব হয় না, এর কারণ প্রয়োজনীয় প্রতিক্রিয়া বল যোগান দিতে না পারা। আবার রাস্তা বেশি মসৃণ হলে রাস্তা প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বল যোগান দিতে পারে না বলে থামা অবস্থা হতে গাড়ি সামনের দিকে অগ্রসর হতে পারে না। অতএব রাস্তার মসৃণতা এমন হতে হবে যাতে রাস্তা প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বলের যোগান দিতে পারে।

গ [বি.দ্র. উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করতে হলে সময় জানা প্রয়োজন। সমাধানের সুবিধার্থে প্রতিধ্বনি শোনার সময় 0.2s]

আমরা জানি,

$$1^\circ\text{C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়} = 0.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore 30^\circ\text{C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়} = (30 \times 0.6) \text{ ms}^{-1}$$

$$= 18 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore 30^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = 18 \text{ ms}^{-1} + 332 \text{ ms}^{-1} = 350 \text{ ms}^{-1}$$

$$[0^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ} = 332 \text{ ms}^{-1}]$$

আমরা জানি,

প্রতিধ্বনি শুনার ক্ষেত্রে,  $v =$

$$\frac{2d}{t}$$

বা,  $2d = vt$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \times 0.2}{2}$$

$$= 35 \text{ m (Ans.)}$$

এখানে,

শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

সময়,  $t = 0.2 \text{ s}$

S ও R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = ?$

ঘ উদ্দীপক হতে পাওয়া যায়, S থেকে P এর দূরত্ব = 18 m আবার S এবং R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব = 35 m

∴ P এবং R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d_1 = (35 - 18)\text{m} = 17 \text{ m}$

এখানে, শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

শব্দ P অবস্থান হতে R প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার P অবস্থানে আসলে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $2d_1 = (2 \times 17)\text{m}$

$$= 34 \text{ m}$$

ধরা যাক, উৎপন্ন শব্দ P অবস্থান হতে R প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার P অবস্থানে আসতে সময় লাগে, =  $t_1 \text{ s}$

∴ আমরা জানি,

$$v = \frac{2d_1}{t_1}$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{2d_1}{v} = \frac{34 \text{ m}}{350 \text{ ms}^{-1}} = 0.097 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$$

কিন্তু শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎপন্ন শব্দ প্রতিফলক হতে বাধা পেয়ে ফিরে আসতে কমপক্ষে 0.1s সময় ব্যয় হতে হবে। এক্ষেত্রে P অবস্থানে শব্দ ফিরে আসতে 0.1s এর কম সময় লাগে, যে সময় পর্যন্ত পূর্বের শব্দের রেশ রয়ে যায়। তাই P অবস্থানে প্রতিধ্বনি শুনা যাবে না।

#### ২৬. সিলেট বোর্ড ২০১৫

2301 m দূরে থাকা একটি পাহাড়ের পাদদেশ থেকে বাবলু তার বন্দুক দিয়ে একটি গুলি করে পাহাড়ের দিকে দৌড় শুরু করল। গুলি ছোড়ার 3s পরে সে ইহার প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ দিন বাতাসের তাপমাত্রা ছিল 25°C.

- ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? ১  
 খ. অনুপ্রস্থ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের মধ্যে দু'টি পার্থক্য লেখ। ২  
 গ. ঐ সময়ে বায়ুতে শব্দের গতিবেগ কত ছিল? ৩  
 ঘ. বাবলুর গতিবেগ নির্ণয়ের গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

#### ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

খ অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে তরঙ্গবেগের দিক এবং মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক পরস্পর লম্ব। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে তরঙ্গবেগের দিক এবং মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক পরস্পর সমান্তরাল।

অনুপ্রস্থ তরঙ্গ মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

ঐ দিন বাতাসের তাপমাত্রা ছিল,  $\theta = 25^\circ C$

বের করতে হবে, ঐ সময়ে বায়ুতে শব্দের গতিবেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,  $0^\circ C$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের গতিবেগ,  $v_0 = 332 \text{ms}^{-1}$

এবং  $1^\circ C$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুর শব্দের গতিবেগ  $0.6 \text{ms}^{-1}$  পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

সুতরাং  $0^\circ C$  হতে  $25^\circ C$  পর্যন্ত তাপমাত্রা  $25^\circ C$  বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পাবে  $= 0.6 \text{ms}^{-1}/C \times 25^\circ C = 15 \text{ms}^{-1}$

এবং  $25^\circ C$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = v_0 + 15 \text{ms}^{-1}$   
 $= 332 \text{ms}^{-1} + 15 \text{ms}^{-1}$   
 $= 347 \text{ms}^{-1}$

**(Ans.)**

**ঘ** মনে করি,

বাবলুর গতিবেগ, ছিল  $x \text{ms}^{-1}$

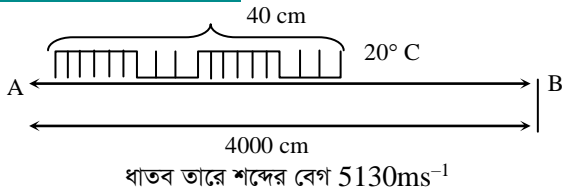
সুতরাং  $t = 3 \text{sec}$  সময়কালে বাবলু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব  $= x \text{ms}^{-1} \times t = x \text{ms}^{-1} \times 3 \text{sec} = 3x \text{m}$

$t = 3 \text{sec}$  সময়কালে শব্দ কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব  $= vt$   
 $= 347 \text{ms}^{-1} \times 3 \text{sec}$   
 $= 1041 \text{m}$

কিন্তু প্রতিধ্বনি শোনার জন্য  $3 \text{sec}$  সময়কালে  $2301 \text{m}$  অপেক্ষা বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে।

সুতরাং উদ্দীপকে প্রদত্ত উপাত্তসমূহ সঠিক নয়।

**২৭. যশোর বোর্ড ২০১৫**



- ক. সুরযুক্ত শব্দ কাকে বলে? ১
- খ. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয় কেন? ২
- গ. বায়ু মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের মাধ্যমটি যদি ধাতব তার হতো তবে দুই মাধ্যমে কি একই সময়ে শব্দ শুনতে পারবে? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

### ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শব্দ উৎসের নিয়মিত ও পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং যা আমাদের কানে শ্রুতিমধুর বলে মনে হয় তাকে সুরযুক্ত শব্দ বলে।

**প্রশ্ন ১** একটি কুয়ার গভীরতা  $3500 \text{cm}$ , বায়ুর তাপমাত্রা  $65^\circ F$ ,

উক্ত তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ  $343 \text{m s}^{-1}$ . [ঢা. বো. ২০১৭]

- ক. তরঙ্গবেগ কী? ১
- খ. কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কালের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। ২
- গ. সেলসিয়াস স্কেলে উক্ত স্থানের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

**খ** কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের প্রকাশ পায়  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডে যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে

শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে। এই  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডের মধ্যে অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছালে তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। সুতরাং কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অন্তত  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড সময় নেয়। এ কারণেই প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

বায়ুর তাপমাত্রা,  $\theta = 20^\circ C$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda =$  একটি সংকোচন + একটি প্রসারণ  
 $= \frac{২টি সংকোচন + ২টি সঙ্কল্প্তসারণ}{২}$

$$= \frac{40 \text{cm}}{2} = 20 \text{cm} = 0.2 \text{m}$$

বের করতে হবে, বায়ু মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,  $0^\circ C$  তাপমাত্রায় বায়ু মাধ্যমে শব্দের বেগ  $332 \text{ms}^{-1}$

$\therefore 20^\circ C$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v = (332 + 0.6 \times 20) \text{ms}^{-1}$   
 $= 344 \text{ms}^{-1}$

আবার,  $v = f\lambda$

$$\therefore f = \frac{v}{\lambda} = \frac{344 \text{ms}^{-1}}{0.2 \text{m}} = 1720 \text{Hz (Ans.)}$$

**ঘ** অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $d = 4000 \text{cm} = \frac{4000}{100} \text{m} = 40 \text{m}$

বায়ু মাধ্যমে  $20^\circ C$  তাপমাত্রায়  $40 \text{m}$  দূরত্ব অতিক্রম শব্দের সময়

$$\text{লাগে, } t = \frac{d}{v} = \frac{40 \text{m}}{344 \text{ms}^{-1}} = 0.1163 \text{sec}$$

উদ্দীপক মতে, ধাতব তারে শব্দের বেগ,  $v' = 5130 \text{ms}^{-1}$

সুতরাং ধাতব তারে  $20^\circ C$  তাপমাত্রায়  $40 \text{m}$  দূরত্ব অতিক্রমে শব্দের

$$\text{সময় লাগে, } t' = \frac{d}{v'} = \frac{40 \text{m}}{5130 \text{ms}^{-1}} = 0.0078 \text{sec}$$

যেহেতু  $0.1163 \text{sec} \neq 0.0078 \text{sec}$

অর্থাৎ  $t \neq t'$

## অধ্যায়-৭: তরঙ্গ ও শব্দ

ঘ. কুয়ার মুখে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শুনতে পারে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** নির্দিষ্ট দিকে তরঙ্গ এক সেকেন্ডে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গবেগ বলে।

**খ** কোনো স্পন্দনশীল বস্তুর একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে আর এক সেকেন্ডে যে কয়টি পূর্ণ স্পন্দন

সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে। কোনো স্পন্দনশীল বস্তুর পর্যায়কাল  $T$  হলে,

$T$  সেকেন্ডে স্পন্দনের সংখ্যা = 1 টি

$\therefore$  1 সেকেন্ডে স্পন্দনের সংখ্যা =  $\frac{1}{T}$  টি

1 সেকেন্ডের এই স্পন্দন সংখ্যাই কম্পাঙ্ক।

সুতরাং কম্পাঙ্ক,  $f = \frac{1}{T}$

**গ** উদ্দীপক হতে পাই,

ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা,  $F = 65^\circ\text{F}$

সেলসিয়াস স্কেলে তাপমাত্রা,  $C = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

বা,  $9C = 5F - 160$

বা,  $C = \frac{5 \times 65 - 160}{9}$

=  $18.33^\circ\text{C}$  (Ans.)

**ঘ** উদ্দীপক হতে পাই,

কুয়ার গভীরতা,  $d = 3500 \text{ cm} = 35 \text{ m}$

বাতাসে শব্দের বেগ,  $v = 343 \text{ m s}^{-1}$

ধরি, প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময় =  $t$

আমরা জানি,

$$d = \frac{vt}{2}$$

বা,  $t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 35}{343}$

$\therefore t = 0.2 \text{ s} > 0.1 \text{ s}$

প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময় শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল অপেক্ষা বেশি হওয়ায় কুয়ার মুখে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

**প্রশ্ন ২** কোনো বেতারকেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভ 350 kHz-এ প্রতিদিন সকাল দশ ঘটিকার সময়ে পল-গীতির অনুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিওর তরঙ্গবেগ  $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ । পানিতে সৃষ্ট অপর একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য রেডিও তরঙ্গটির এক শতাংশ এবং পানিতে শব্দের বেগ  $1450 \text{ ms}^{-1}$ ।

[ঢা. বো. ২০১৬]

- কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১
- পুরষের কণ্ঠস্বর মোটা কিন্তু নারী ও শিশুর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- রেডিও তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- রেডিও তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গটির কম্পাঙ্কের কতগুণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

**খ** মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দু'টো পর্দা আছে, যা স্বরতন্ত্রী বা ভোকাল কর্ড নামে পরিচিত। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। বয়স্ক পুরুষদের ভোকাল কর্ড বয়সের সঙ্গে সঙ্গে দৃঢ় হয়ে পড়ে। কিন্তু নারী ও শিশুর ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না, ফলে বয়স্ক পুরুষদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং নারী ও শিশুদের স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। তাই পুরুষদের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারী ও শিশুর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই,

রেডিও তরঙ্গের কম্পাঙ্ক,  $f = 350 \text{ kHz} = 350 \times 10^3 \text{ Hz}$

রেডিও তরঙ্গ বেগ,  $v = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

রেডিও তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8}{350 \times 10^3} = 857.14 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক হতে পাই,

পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1450 \text{ ms}^{-1}$

'গ' অংশ হতে পাই, রেডিও তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$\lambda = 857.14 \text{ m}$

উদ্দীপক অনুসারে, পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,

$$\lambda_w = \lambda \text{ এর } 1\% = 857.14 \times \frac{1}{100} = 8.57 \text{ m}$$

রেডিও তরঙ্গের কম্পাঙ্ক,  $f = 350 \times 10^3 \text{ Hz}$

পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গের কম্পাঙ্ক  $f_w$  হলে,

$$v_w = f_w \lambda_w$$

$$\text{বা, } f_w = \frac{v_w}{\lambda_w} = \frac{1450}{8.57} = 169.17 \text{ Hz}$$

$$\therefore \frac{f}{f_w} = \frac{350 \times 10^3}{169.17}$$

বা,  $f = 2068.92 \times f_w$

অতএব, রেডিও তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গটির কম্পাঙ্কের 2068.92 গুণ।

**প্রশ্ন ৩** কাজল একটি পাহাড় থেকে 17m দূরে দাঁড়িয়ে জোরে শব্দ করেও কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পেল না। সে আরও কিছুটা পিছনে সরে এসে শব্দ করে এবং প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। ঐ দিন ঐ স্থানে শব্দের বেগ ছিল  $350 \text{ ms}^{-1}$  এবং শব্দের কম্পাঙ্ক ছিল 1400Hz।

[ঢা. বো. ২০১৫]

- কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১
- বাদুর রাতে চলতে স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- উক্ত শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- ১ম অবস্থানে কাজলের পক্ষে প্রতিধ্বনি না শোনার কারণ গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একটি তরঙ্গের ক্ষেত্রে প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণতরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

**খ** বাদুর চোখে দেখতে পায় না, তাই উচ্চ কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করে এর প্রতিধ্বনি শোনার মাধ্যমে চলাচল করে। বাদুর রাতে চলতে স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে। কারণ রাতের বেলা পরিবেশে শব্দের পরিমাণ অত্যন্ড কম থাকে। দিনের বেলা মানবসৃষ্ট ও অন্যান্য শব্দ বেশি থাকে, তাই এ সময় বাদুর চলাচল করলে বাদুর সৃষ্ট শব্দ ও অন্যান্য শব্দের উপরিপাতনের ফলে বাদুরের শব্দের ব্যতিচার ও বিকৃতি ঘটে। তাই দিনের বেলায় আশপাশের বস্তুসমূহের সঠিক অবস্থান নির্ণয় করতে বাদুরের বেশ সমস্যা হয়, এ কারণেই এটি রাতের বেলা চলাচলে স্বাচ্ছন্দ্যবোধ করে।

**গ** দেওয়া আছে,

বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = 1400 \text{ Hz} = 1400 \text{ s}^{-1}$

বের করতে হবে, শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\therefore \lambda = \frac{v}{f} = \frac{350 \text{ ms}^{-1}}{1400 \text{ s}^{-1}} = 0.25 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক মতে, বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

১ম অবস্থান হতে পাহাড়ের (শব্দের প্রতিফলক) দূরত্ব,  $d = 17 \text{ m}$

শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কাজলের কাছে ফিরে আসতে  $t$  পরিমাণ সময় লাগলে,  $2d = vt$

$$\therefore t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 17 \text{ m}}{350 \text{ m}} = 0.097 \text{ sec} < 0.1 \text{ sec}$$

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান কমপক্ষে 0.1 sec হতে হয় কিন্তু কাজলের ১ম অবস্থানের জন্য মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান 0.1 sec অপেক্ষা কম। তাই ১ম অবস্থানে কাজলের পক্ষে প্রতিধ্বনি শোনা সম্ভব হয় নি।

**প্রশ্ন ▶ ৪** P মাধ্যমে দুটি ভিন্ন উৎস হতে সৃষ্ট শব্দদ্বয়ের কম্পাঙ্ক 340 Hz এবং 400 Hz এবং এদের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.165 m অপর একটি মাধ্যম Q তে শব্দের বেগ  $400 \text{ ms}^{-1}$ । [রা. বো. ২০১৭]

- ক. স্পর্শ বল কাকে বলে? ১  
 খ. শব্দের বেগের সাথে মাধ্যমের প্রকৃতির সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. P মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. মাধ্যমদ্বয়ে একই শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.1 m হলে তরঙ্গটি 80 বার কম্পনে Q মাধ্যম 124 m যেতে পারবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণ-স্বর্ণপূর্বক মতামত দাও। ৪

#### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে বল সৃষ্টির জন্য দুইটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন হয় তাকে স্পর্শ বল বলে।

**খ** বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগ বিভিন্ন। বায়ু, পানি এবং লোহাতে শব্দের বেগ ভিন্ন ভিন্ন।  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $344 \text{ ms}^{-1}$ , পানিতে  $1450 \text{ m s}^{-1}$  আর লোহাতে  $5130 \text{ m s}^{-1}$ । সাধারণভাবে বলা যায় বায়ুতে শব্দের বেগ কম, তরলে তার চেয়ে বেশি আর কঠিন পদার্থে সবচেয়ে বেশি।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই, 1ম কম্পাঙ্ক,  $f_1 = 340 \text{ Hz}$   
 ২য় কম্পাঙ্ক,  $f_2 = 400 \text{ Hz}$   
 ধরি, 1ম তরঙ্গদৈর্ঘ্য =  $\lambda_1$   
 ২য় তরঙ্গদৈর্ঘ্য =  $\lambda_2$   
 P মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v = ?$

যেহেতু,  $f_2 > f_1$  সেহেতু  $\lambda_1 > \lambda_2$

$$\therefore \lambda_1 - \lambda_2 = 0.165$$

$$\text{বা, } \frac{v}{f_1} - \frac{v}{f_2} = 0.165$$

$$\text{বা, } v \left( \frac{f_2 - f_1}{f_1 f_2} \right) = 0.165$$

$$\text{বা, } v = \frac{0.165 f_1 f_2}{f_2 - f_1} = \frac{0.165 \times 340 \times 400}{400 - 340}$$

$$= 374 \text{ m s}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক হতে পাই,

Q মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_Q = 400 \text{ m s}^{-1}$

'গ' অংশ হতে পাই, P মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_P = 374 \text{ m s}^{-1}$

ধরি, P মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য =  $\lambda_P$  এবং

Q মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য =  $\lambda_Q$

কম্পাঙ্ক =  $f$

যেহেতু  $v_Q > v_P$  সেহেতু  $\lambda_Q > \lambda_P$

$$\therefore \lambda_Q - \lambda_P = 0.1$$

$$\text{বা, } \frac{v_Q}{f} - \frac{v_P}{f} = 0.1$$

$$\text{বা, } 0.1 f = v_Q - v_P$$

$$\text{বা, } f = \frac{400 - 374}{0.1} = 260 \text{ Hz}$$

আমরা জানি,

$$v_Q = f \lambda_Q$$

$$\text{বা, } \lambda_Q = \frac{v_Q}{f} = \frac{400}{260}$$

$$= 1.538 \text{ m}$$

$\therefore$  শব্দ Q মাধ্যমে 1 বার কম্পনে অতিক্রম করে = 1.538 m

$\therefore$  শব্দ Q মাধ্যমে 80 বার কম্পনে অতিক্রম করে =  $80 \times 1.538$

$$= 123 \text{ m}$$

অতএব তরঙ্গটি 80 বার কম্পনে Q মাধ্যমে 124 m যেতে পারবে না।

তরঙ্গটি 80 বার কম্পনে Q মাধ্যমে 123 m যেতে পারবে।

**প্রশ্ন ▶ ৫** আনিকার ভোকাল কর্ড (Vocal Chord) এর কম্পাঙ্ক 700Hz. সে নদীর ঠিক মাঝখানে অবস্থানরত একজন মাঝিকে ডাকল। আনিকার সৃষ্ট শব্দ নদীর অপর পাড়ে প্রতিফলনের দরুন 1.6 সেকেন্ড পর আনিকা ঐ শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। ঐ সময়ে শব্দের গতিবেগ  $350 \text{ ms}^{-1}$  ছিল। [রা. বো. ২০১৬]

- ক. দশা কাকে বলে? ১  
 খ. পুরস্বরের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারীদের কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ কেন? ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. আনিকার সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. নৌকার মাঝি আনিকার উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি শুনবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণ-স্বর্ণের মাধ্যমে মন্তব্য কর। ৪

#### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে।

**খ** মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দু'টো পর্দা আছে, এদেরকে বলে স্বরতন্ত্রী বা ভোকাল কর্ড। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। প্রাপ্ত বয়স্ক পুরস্বরের ভোকাল কর্ড বয়সের সঙ্গে সঙ্গে দৃঢ় হয়ে পড়ে। কিন্তু নারী ও শিশুর ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না। ফলে প্রাপ্ত বয়স্ক পুরস্বরের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং নারী ও শিশুর স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। তাই পুরস্বরের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারী ও শিশুর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই,

কম্পাঙ্ক,  $f = 700 \text{ Hz}$

শব্দের গতিবেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$v = f \lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{350}{700} = 0.5 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক হতে পাই,

শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

প্রতিধ্বনি শুনতে আনিকার সময়,  $t = 1.6 \text{ s}$

নদীর প্রস্থ  $h$  হলে,

$$2h = vt$$

$$\text{বা, } h = \frac{vt}{2} = \frac{350 \times 1.6}{2} = 280 \text{ m}$$

প্রতিফলক হতে মাঝির দূরত্ব,  $d = \frac{h}{2} = \frac{280}{2} = 140 \text{ m}$ । নৌকার মাঝিকে প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে  $2d$  দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে। এ দূরত্ব অতিক্রম করতে  $t_1$  সময় লাগলে,

$$t_1 = \frac{2d}{v}$$

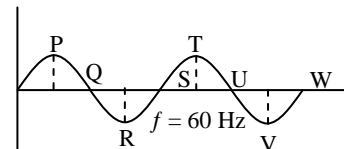
$$\text{বা, } t_1 = \frac{2 \times 140}{350}$$

$$= 0.8 \text{ s}$$

আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের মধ্যকার সময় ব্যবধান 0.1 s বা তার চেয়ে বেশি।

অতএব,  $t_1 > 0.1 \text{ s}$  বলে নৌকার মাঝি উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি শুনবে না।

**প্রশ্ন ▶ ৬**



[রা. বো. ২০১৫]

চিত্রে পানিতে সৃষ্ট একটি তরঙ্গ দেখানো হয়েছে। বায়ু ও পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি  $332 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $1452.5 \text{ ms}^{-1}$ ।

ক. ছদ্মিত গতি কাকে বলে?

- খ. ছেলেদের তুলনায় মেয়েদের কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রদর্শিত তরঙ্গের আলোকে বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কোনো কুয়ার গভীরতা বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্যের সমান হলে ঐ কুয়ায় প্রতিধ্বনি শোনার সময় কত হবে গাণিতিক বিশ্লেষণ-ষণ দাও। ৪

#### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক হতে অতিক্রম করে তবে সেই গতিকে ছন্দিত গতি বলে।

**খ** মানুষের গলার আওয়াজ সরস হলে নাকি মোটা হলে তা ভোকাল কর্ডের উপর নির্ভর করে। ভোকাল কর্ড মোটা হলে এর কম্পাঙ্ক কমে যায়, ফলে শব্দের তীক্ষ্ণতাও কমে যায়। মেয়েদের কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ হওয়ার কারণ তাদের ভোকাল কর্ড পাতলা অর্থাৎ এর কম্পাঙ্ক বেশি।

**গ** এখানে, বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি,  $v_a = 332 \text{ ms}^{-1}$   
 পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি,  $v_w = 1452 \text{ ms}^{-1}$   
 কম্পাঙ্ক,  $f = 60 \text{ Hz}$   
 বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য,  $\lambda_a = ?$

আমরা জানি,  $v_a = f\lambda_a$

$$\text{বা, } \lambda_a = \frac{v_a}{f} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{60 \text{ Hz}} = 5.533 \text{ m}$$

$$\therefore \lambda_a = 5.533 \text{ m}$$

$\therefore$  বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 5.533 m. (Ans.)

**ঘ** “গ” নং হতে পাই,

বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য,  $\lambda_a = 5.533 \text{ m}$

$$\therefore \text{কুয়ার গভীরতা, } h = 5.533 \text{ m}$$

আমরা জানি, কোনো শব্দ আমাদের মস্তিষ্কে 0.1s স্থায়ী হয়। তাই প্রতিধ্বনি শোনার জন্য ন্যূনতম সময় ব্যবধান হতে হবে 0.1s। শব্দ ও প্রতিবন্ধকের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d$  হলে,

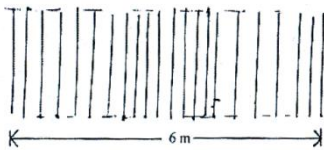
$$d = \frac{v \times t}{2}$$

$$\text{বাতাসের ক্ষেত্রে, } d = \frac{332 \times 0.1}{2} = 16.6 \text{ m}$$

$$\text{পানির ক্ষেত্রে, } d = \frac{1452.5 \times 0.1}{2} = 72.62 \text{ m}$$

অর্থাৎ, বাতাস ও পানিতে প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দ উৎস ও প্রতিবন্ধকের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব যথাক্রমে 16.6 m ও 72.62 m হতে হবে। কিন্তু কুয়ার গভীরতা মাত্র 5.533m হওয়ায় কোনোভাবেই প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

**প্রশ্ন ৭** একটি উৎসের সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 86 Hz উহা পানিতে ও বায়ুতে ভিন্ন বেগের সৃষ্টি করে। পানিতে বেগ  $1450 \text{ m s}^{-1}$  এবং বায়ুতে ইহার কম্পনের চিত্র নিরূপণ—



[দি. বো. ২০১৭]

- ক. দশা কাকে বলে? ১
- খ. শব্দের তীব্রতা  $25 \text{ W m}^{-2}$  বলতে কি বুঝায়? ২
- গ. পানিতে উলি-খিত তরঙ্গের পর্যায়কাল নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উলি-খিত মাধ্যমে উক্ত শব্দ তরঙ্গের বেগ ভিন্ন হবার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে।

**খ** শব্দের তীব্রতা  $25 \text{ W m}^{-2}$  বলতে বোঝায় শব্দ বিস্তারের অভিমুখের সাথে লম্বভাবে  $1 \text{ m}^2$  ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে  $25 \text{ J}$  শক্তি প্রবাহিত হয়।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই, কম্পাঙ্ক  $f = 86 \text{ Hz}$   
 পর্যায়কাল,  $T = ?$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{86} = 0.01162 \text{ s (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক হতে পাই, কম্পাঙ্ক,  $f = 86 \text{ Hz}$

পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1450 \text{ m s}^{-1}$

ধরি, পানিতে তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $= \lambda_w$

বায়ুতে তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $= \lambda_a$

বায়ুতে শব্দের বেগ  $= v_a$

আমরা জানি, একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে একটি তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত হয়। উদ্দীপকে উলি-খিত চিত্রে দুইটি প্রসারণ ও একটি সংকোচন দেখানো হয়েছে।

$$\therefore \lambda_a + \frac{\lambda_a}{2} = 6$$

$$\text{বা, } 3 \frac{\lambda_a}{2} = 6$$

$$\therefore \lambda_a = 4 \text{ m}$$

$$\text{আমরা জানি, } v_a = f\lambda_a = 86 \text{ Hz} \times 4 \text{ m} = 344 \text{ m s}^{-1}$$

আবার,  $v_w = f\lambda_w$

$$\text{বা, } \lambda_w = \frac{v_w}{f} = \frac{1450 \text{ m s}^{-1}}{86 \text{ Hz}} = 16.86 \text{ m}$$

গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়,  $\lambda_w > \lambda_a$  এবং  $v_w > v_a$

অতএব, তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ভিন্নতার কারণে শব্দ তরঙ্গের বেগ ভিন্ন হয়েছে।

**প্রশ্ন ৮** দুটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাড়িয়ে এক ব্যক্তি বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়লো। তিনি 1.5s পর প্রথম প্রতিধ্বনি এবং 2s পর দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনলেন। সেদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল  $30^\circ\text{C}$  [দি. বো. ২০১৬]

ক. প্রতিধ্বনি কী? ১

খ. বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ঐ ব্যক্তি তৃতীয় ও চতুর্থ প্রতিধ্বনি পৃথকভাবে শুনতে পাবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

**খ** কোনো মাধ্যমে শব্দের বেগ ঐ মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতার উপর নির্ভরশীল। যে মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতা বেশি সে মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি। বায়ু অপেক্ষা পানির স্থিতিস্থাপকতা বেশি বলে পানিতে শব্দের বেগ বায়ুতে শব্দের বেগ অপেক্ষা বেশি।

**গ** দেওয়া আছে,

প্রথম প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়,  $t_1 = 1.5 \text{ s}$

দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়,  $t_2 = 2 \text{ s}$

ধরি, ব্যক্তি হতে প্রথম ও দ্বিতীয় পাহাড়ের দূরত্ব যথাক্রমে  $d_1$  ও  $d_2$

$$30^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = (332 + 0.6 \times 30) = 350 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি,

$$2d_1 = vt_1$$

$$\text{বা, } d_1 = \frac{vt_1}{2} = \frac{350 \times 1.5}{2} = 262.5 \text{ m}$$

আবার,  $2d_2 = vt_2$

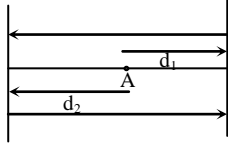
$$\text{বা, } d_2 = \frac{vt_2}{2} = \frac{350 \times 2}{2} = 350 \text{ m}$$

$$\therefore \text{পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d = d_1 + d_2$$

$$= 262.5 + 350$$

$$= 612.5\text{m (Ans.)}$$

ঘ



ধরি, পাহাড়দ্বয়ের মাঝে ব্যক্তির অবস্থান A

A হতে প্রথম পাহাড়ের দূরত্ব,  $d_1 = 262.5\text{m}$

A হতে দ্বিতীয় পাহাড়ের দূরত্ব,  $d_2 = 350\text{m}$

এখানে,  $d_1 < d_2$

শব্দ A হতে ১ম পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় A তে আসতে সময় লাগে,  $t_1 = 1.5\text{s}$

শব্দ A হতে ২য় পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় A তে ফিরে আসতে সময় লাগে,  $t_2 = 2\text{s}$

প্রথম পাহাড়ে প্রতিফলিত শব্দ দ্বিতীয় পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে আসলে ঐ ব্যক্তি তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

$$\therefore \text{৩য় প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়, } t_3 = t_1 + t_2$$

$$= (1.5 + 2)\text{s}$$

$$= 3.5\text{s}$$

আবার, দ্বিতীয় পাহাড়ে প্রতিফলিত শব্দ ১ম পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে আসলে ঐ ব্যক্তি ৪র্থ প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

$$\therefore \text{৪র্থ প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়, } t_4 = t_2 + t_1$$

$$= 2 + 1.5$$

$$= 3.5\text{s}$$

$$\text{তৃতীয় ও ৪র্থ প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান, } t = t_4 - t_3$$

$$= 3.5 - 3.5$$

$$= 0\text{s} < 0.1\text{s}$$

অতএব, ঐ ব্যক্তি তৃতীয় ও চতুর্থ প্রতিধ্বনি পৃথকভাবে শুনতে পাবে না।

**প্রশ্ন ▶ ৯** এক ব্যক্তি সিলেটে বেড়াতে গিয়ে একটি পাহাড় থেকে 17 মিটার দূরে থাকা অবস্থায় প্রতিধ্বনি শোনার জন্য জোরে শব্দ করল। উক্ত শব্দের বেগ ছিল 350 মিটার/সেকেন্ড এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ছিল 20 সেন্টিমিটার।

[দি. বো. ২০১৫]

- ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? ১
- খ. আমরা যখন কথা বলি তখন আমাদের শব্দ অন্যের কাছে কিভাবে পৌঁছায়? ২
- গ. উক্ত শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উক্ত ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন কি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

### ৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তু গতি যদি এমন হয় যে একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর বস্তুটির গতির পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে ঐ গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

**খ** আমরা যখন কথা বলি আমাদের শব্দ অনুদৈর্ঘ্য বা লম্বিক তরঙ্গের মাধ্যমে অন্যের কানে পৌঁছায়। অর্থাৎ শব্দ মাধ্যমের কণাগুলোর সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে একজনের কথা অন্য জনের কাছে পৌঁছায়।

**গ** আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

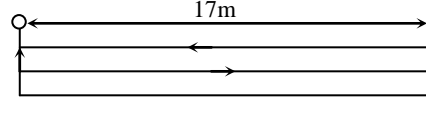
$$= \frac{350}{0.2}\text{ Hz} = 1750$$

Hz.

সুতরাং ব্যক্তির উৎপন্ন শব্দের কম্পাঙ্ক ছিল 1750 Hz (Ans.)

**ন**

এখানে,  
শব্দের বেগ,  $v = 350\text{ ms}^{-1}$   
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda = 20\text{ cm} = 0.2\text{ m}$   
কম্পাঙ্ক,  $f = ?$



আমরা জানি, কোনো ব্যক্তি কর্তৃক উৎপন্ন শব্দের রেশ 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত ঐ ব্যক্তির মস্তিষ্কে থাকে। অর্থাৎ 0.1 সেকেন্ড সময়ের মধ্যে ঐ ব্যক্তি মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যে পার্থক্য করতে পারবে না। সুতরাং সে কোনো প্রকার প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

উদ্দীপকে ব্যক্তির প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে  $(17 \times 2)\text{m} = 34\text{m}$  পথ অতিক্রম করতে হবে। সুতরাং প্রতিধ্বনিত শব্দ ব্যক্তির কাছে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়  $t$ ।

আমরা জানি,

$$s = vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{s}{v} = \frac{34}{350}\text{ sec}$$

$$= 0.097\text{ sec} < 0.1\text{ sec}$$

অর্থাৎ ঐ ব্যক্তি মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনিত শব্দের মধ্যে পার্থক্য করতে পারবে না। সুতরাং ঐ ব্যক্তি কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

**প্রশ্ন ▶ ১০** সমতল পৃষ্ঠের উপর অবস্থিত দুটি ১০ তলা ভবনের মাঝে ভূ-পৃষ্ঠের উপর দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়ল। সে 2 s পরে প্রথম প্রতিধ্বনি এবং 2.15 s পরে দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ সময়ে বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 35°C।

[কু. বো. ২০১৭]

- ক. বিস্ফোরণ কাকে বলে? ১
- খ. শব্দের তীব্রতা  $40\text{ W m}^{-2}$  বলতে কী বুঝায়? ২
- গ. ভবন দুইটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপক অনুসারে ব্যক্তিটি ২য় প্রতিধ্বনি শুনার কত সময় পরে তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে?—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

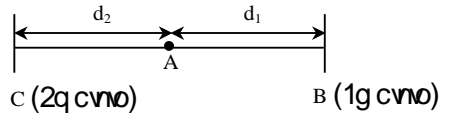
### ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তরঙ্গ সৃষ্টি হলে মাধ্যমের কণাগুলো সাম্যাবস্থানের দুই পাশে কম্পিত হয়। সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্ফোরণ বলে।

**খ** শব্দ প্রবাহের দিকের সাথে লম্ব  $1\text{ m}^2$  ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে  $40\text{ J}$  শক্তি প্রবাহিত হলে সৃষ্টি শব্দের তীব্রতা হচ্ছে  $40\text{ W m}^{-2}$

**গ** ৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর: 729.5 m]

**ঘ**



ধরি পাহাড়দ্বয়ের মাঝে ব্যক্তির অবস্থান A

A হতে প্রথম পাহাড়ের দূরত্ব,  $d_1 = AB$

A হতে দ্বিতীয় পাহাড়ের দূরত্ব,  $d_2 = AC$

যেখানে,  $d_1 < d_2$

উদ্দীপক মতে, বন্দুক থেকে গুলি ছোড়ার পর শব্দ A হতে ১ম পাহাড়ের প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় A তে আসতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t_1 = 2\text{ s.}$$

আবার উক্ত শব্দ ২য় পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে আসলে আমরা তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পাব। সুতরাং শব্দ A হতে ২য় পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে আসতে প্রয়োজনীয় সময়,

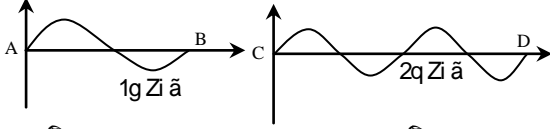
$$t_2 = 2.15\text{ s.}$$

সুতরাং তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = t_1 + t_2 = 2\text{ s} + 2.15\text{ s} = 4.15\text{ s}$$

অর্থাৎ, 4.15 s পর তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

**প্রশ্ন ▶ ১১**



১ম তরঙ্গটির A থেকে B-তে এবং ২য় তরঙ্গটির C থেকে D-তে পৌঁছাতে যথাক্রমে 0.05s এবং 0.08s সময় লাগে। ১ম তরঙ্গটির বেগ  $300\text{ms}^{-1}$ ।

[কু. বো. ২০১৬]

- ক. শ্রাব্যতার পাল-এ কাকে বলে? ১  
 খ. একটি দীর্ঘ ফাঁপা লোহার পাইপের এক প্রান্তে শব্দ করলে অপর প্রান্ত থেকে দুইবার শোনা যায় কেন? ২  
 গ. ১ম তরঙ্গটির 10s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. উক্ত তরঙ্গদ্বয়ের কম্পাঙ্কের তুলনা কর। ৪

### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে কম্পাঙ্ক সীমার মধ্যে মানুষ শব্দ শুনতে পায় তাকে শ্রাব্যতার পাল-এ বলে। মানুষের শ্রাব্যতার পাল-এ 20 Hz থেকে 20000 Hz।

খ. ফাঁপা পাইপের অভ্যন্তরস্থ বাতাসের সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে শব্দ পাইপের অপর প্রান্তে পৌঁছায়। বায়ু মাধ্যমের চেয়ে কঠিন মাধ্যমে শব্দ দ্রুত চলে বলে এরকম হয়। পাইপের এক প্রান্তে সৃষ্ট শব্দ লোহার মধ্য দিয়ে অন্য প্রান্তে পৌঁছার কিছুক্ষণ পর বায়ুর মধ্য দিয়ে পুনরায় পৌঁছে। তাই শব্দ দুইবার শোনা যায়।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

১ম তরঙ্গটির বেগ,  $v = 300\text{ms}^{-1}$

সময়,  $t = 10\text{s}$

দূরত্ব,  $s = ?$

আমরা জানি,  $s = vt$

$$= 300 \times 10 = 3000\text{m (Ans.)}$$

ঘ. দেওয়া আছে,

১ম তরঙ্গের পর্যায়কাল,  $T_1 = 0.05\text{s}$

২য় তরঙ্গের পর্যায়কাল,  $T_2 = \frac{0.08}{2} = 0.04\text{s}$

১ম তরঙ্গের কম্পাঙ্ক =  $f_1$

২য় তরঙ্গের কম্পাঙ্ক =  $f_2$

আমরা জানি,  $f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{0.05} = 20\text{Hz}$

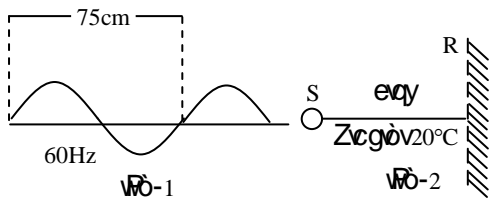
আবার,  $f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{0.04} = 25\text{Hz}$

$$\therefore \frac{f_1}{f_2} = \frac{20}{25}$$

বা,  $f_1 : f_2 = 4 : 5$

অতএব, তরঙ্গদ্বয়ের কম্পাঙ্কের অনুপাত হবে 4 : 5।

প্রশ্ন ১২



[কু. বো. ২০১৫]

- ক. তরঙ্গ কাকে বলে? ১  
 খ. চিত্র-১ এর তরঙ্গটি কোন ধরনের? ব্যাখ্যা কর। ২  
 গ. চিত্র-১ এর তরঙ্গ বেগ নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. চিত্র-২ এর "S" এবং "R" অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব কত হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে— উত্তরের যথার্থতা যাচাই কর। ৪

### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চারিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাকে তরঙ্গ বলে।

খ. চিত্র-১ এর তরঙ্গটির ক্ষেত্রে মাধ্যমের যেকোনো কণার স্পন্দন গতির দিক এবং তরঙ্গের অগ্রসর হওয়ার দিক পরস্পর লম্ব। তাই অনুপ্রস্থ বা আড় তরঙ্গের সংজ্ঞানুসারে এটি একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

গ. উদ্দীপকের চিত্র-১ হতে পাই,

অনুপ্রস্থ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda =$  একটি তরঙ্গশীর্ষ + একটি তরঙ্গপাদ =  $75\text{cm} = 0.75\text{m}$

তরঙ্গের কম্পাঙ্ক,  $f = 60\text{Hz} = 60\text{sec}^{-1}$

বেগ করতে হবে তরঙ্গ বেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,  $v = f\lambda = 60\text{sec}^{-1} \times 0.75\text{m} = 45\text{ms}^{-1}$  (Ans.)

ঘ. উদ্দীপকের চিত্র-২ এ S দ্বারা শব্দের উৎস এবং R দ্বারা শব্দের প্রতিফলক বুঝায়।

আমরা জানি,  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v_0 = 332\text{ms}^{-1}$  এবং প্রতি  $1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ  $0.6\text{ms}^{-1}$  পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

$\therefore$  উদ্দীপকে প্রদত্ত  $\theta = 20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = v_0 + \theta \times 0.6\text{ms}^{-1}/^\circ\text{C} = 332\text{ms}^{-1} + 20^\circ\text{C} \times 0.6\text{ms}^{-1}/^\circ\text{C}$$

$$= 344\text{ms}^{-1}$$

মনে করি, S এবং R অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব d হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে। প্রতিধ্বনি শোনার জন্য শব্দকে 2d দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে। কারণ শব্দের উৎস ও শ্রোতা একই অবস্থানে থাকলে সে অবস্থান হতে শব্দ গিয়ে প্রতিফলকে প্রতিফলিত হয়ে আবার উৎস তথা শ্রোতার নিকট ফিরে আসবে। তাহলে, 2d দূরত্ব অতিক্রমে শব্দের  $t = 0.1\text{sec}$  পরিমাণ সময় লাগবে। কারণ মানব কর্ণে কোনো শব্দ শোনার 0.1sec পর্যন্ত শব্দের রেশ থেকে যায়। ফলে এ সময়ের মধ্যে মূল শব্দের অনুরূপ একটি শব্দ কর্ণে প্রবেশ করলে তা আলাদাভাবে সনাক্ত করা যায় না।

তখন শব্দ কর্ণ অতিক্রান্ত দূরত্ব = শব্দের গতিবেগ  $\times$  সময়কাল

বা,  $2d = vt$

$$\therefore d = \frac{vt}{2} = \frac{344\text{ms}^{-1} \times 0.1\text{sec}}{2} = 17.2\text{m}$$

সুতরাং, উদ্দীপকের চিত্র-২ এর "S" এবং "R" অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 17.2m হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

প্রশ্ন ১৩ পলাশ একটি পাহাড়ের সামনে দাঁড়িয়ে শব্দ করল এবং 0.15 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা  $30^\circ\text{C}$ । [কু. বো. ২০১৭]

- ক. তরঙ্গ কী? ১  
 খ. সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না কেন? ২  
 গ. পলাশের নিকট থেকে পাহাড়ের দূরত্ব কত? ৩  
 ঘ. পলাশ ক্রমাগত শব্দ করতে করতে পাহাড়ের দিকে এগিয়ে যেতে থাকলে সর্বোচ্চ কত দূরত্ব পর্যন্ত প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চারিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাই তরঙ্গ।

খ. সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না কারণ প্রতিফলিত শব্দ শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য অস্পষ্ট হতে হবে 0.1 সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন। 0.1 সেকেন্ডের কম হলে প্রতিফলিত শব্দকে মূল শব্দ থেকে আলাদা করা যায় না। তাই যে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ 0.1 সেকেন্ডের আগে ফিরে আসে সে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না।

গ. আমরা জানি,  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের দ্রুতি  $332\text{ms}^{-1}$  এবং তাপমাত্রা প্রতি  $1^\circ\text{C}$  বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়  $0.6\text{ms}^{-1}$ ।

সুতরাং  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = (332 + 30 \times 0.6)\text{ms}^{-1} = 350\text{ms}^{-1}$$

প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়,  $t = 0.15\text{s}$

পাহাড়ের দূরত্ব,  $d = ?$

আমরা জানি,

$$d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \text{ m s}^{-1} \times 0.15 \text{ s}}{2}$$

$$= 26.25 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. পলাশ ক্রমাগত শব্দ করতে করতে পাহাড়ের দিকে এগিয়ে যেতে থাকলে প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব অস্ফুত তপক্ষে এমন হতে হবে যেন প্রতিফলিত শব্দ 0.1 সেকেন্ডের আগে ফিরে আসতে পারে। কারণ কোনো শব্দ শোনার পর প্রায় 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত এর রেশ আমাদের মস্তিষ্কে থাকে।

30°C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ,  $v = (332 + 0.6 \times 30) \text{ m s}^{-1}$

$$= 350 \text{ m s}^{-1}$$

শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল,  $t = 0.1 \text{ s}$

ন্যূনতম দূরত্ব,  $d = ?$

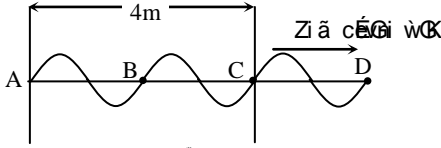
আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শোনার ন্যূনতম দূরত্ব,

$$d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \text{ m s}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2}$$

$$= 17.5 \text{ m}$$

পাহাড় থেকে তার প্রাথমিক দূরত্ব ছিল 26.25 m। অতএব, পলাশ ক্রমাগত শব্দ করতে করতে পাহাড়ের দিকে এগিয়ে যেতে থাকলে তার প্রাথমিক অবস্থান থেকে সর্বোচ্চ  $26.25 \text{ m} - 17.5 \text{ m} = 8.75 \text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম করা পর্যন্ত প্রতিধ্বনি শুনতে পারে। 8.75 m থেকে বেশি দূরত্ব অতিক্রম কলে সে আর প্রতিধ্বনি শুনতে পারে না।

প্রশ্ন 18



A হতে B তে পৌঁছাতে 0.1s সময় লাগে।

[সি. বো. ২০১৫]

- ক. তরঙ্গ বেগ কাকে বলে? ১  
খ. চিত্রের তরঙ্গটি কোন ধরনের তরঙ্গ? ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. বিস্তারিত অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্কের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো তরঙ্গ নির্দিষ্ট মাধ্যমে নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ বেগ বলে।

খ. উদ্দীপকের তরঙ্গটি মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ নয় বরং তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়। তদুপরি, তরঙ্গস্থিত কণাসমূহের কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে লম্ব। সুতরাং অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সংজ্ঞানুসারে উদ্দীপকের চিত্রের তরঙ্গটি একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

গ. তরঙ্গের A হতে B পর্যন্ত একটি পূর্ণতরঙ্গ অবস্থিত। সুতরাং A হতে B তে পৌঁছাতে যে সময়কাল প্রয়োজন হয়, তা-ই হলো পর্যায়কাল। অর্থাৎ পর্যায়কাল,  $T = 0.1 \text{ sec}$

∴ তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক,  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.1 \text{ sec}} = 10 \text{ Hz (Ans.)}$

ঘ. উদ্দীপকে বর্ণিত অবস্থায়,

$AB + BC = 4 \text{ m}$

বা,  $2 \times \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য}, \lambda = 4 \text{ m}$

∴ তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = \frac{4 \text{ m}}{2} = 2 \text{ m}$

সুতরাং উদ্দীপকে বর্ণিত অবস্থায়,

তরঙ্গবেগ,  $v = f\lambda = 10 \text{ Hz} \times 2 \text{ m} = 20 \text{ ms}^{-1}$

মাধ্যম অপরিবর্তিত থাকলে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য পূর্বের তুলনায় অর্ধেক করা হলেও তরঙ্গবেগ অপরিবর্তিত থাকবে, অর্থাৎ পরিবর্তিত পরিস্থিতিতে,

তরঙ্গবেগ,  $v = 20 \text{ ms}^{-1}$

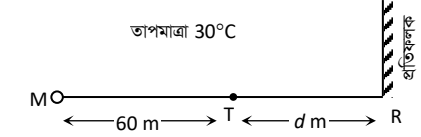
তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda' = \frac{\lambda}{2} = \frac{2 \text{ m}}{2} = 1 \text{ m}$

এক্ষেত্রে কম্পাঙ্ক  $f'$  হলে,  $v = f'\lambda'$

∴  $f' = \frac{v}{\lambda'} = \frac{20 \text{ ms}^{-1}}{1 \text{ m}} = 20 \text{ Hz} = 2 \times 10 \text{ Hz} = 2f$

সুতরাং বিস্তারিত অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্ক পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ হয়ে যাবে।

প্রশ্ন 1৫



M অবস্থানে প্রতিধ্বনি শুনার সময় 0.5 সেকেন্ড।

[সি. বো. ২০১৭]

- ক. প্রতিধ্বনি কী? ১  
খ. দিনের বেলা অপেক্ষা রাতের বেলায় শব্দের বেগ বেশি থাকে কেন? ২  
গ. M অবস্থান থেকে R প্রতিফলকের দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. T অবস্থান থেকে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শুনা যাবে কি? গেলে কত সেকেন্ড পর শুনা যাবে?— গাণিতিক বিশ্লেষণে তোমার মতামত দাও। ৪

### ১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যখন কোন শব্দ মূল শব্দ হতে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

খ. দিনের বেলা অপেক্ষা রাতের বেলায় শব্দের বেগ বেশি থাকে কথাটা ঠিক নয়। শব্দের বেগ নির্ভর করে তাপমাত্রার উপর। দিন অপেক্ষা রাতে তাপমাত্রা বেশি নয় বরং কম থাকে ফলে শব্দের বেগ কম হবে। তবে রাতে কোলাহল না থাকায় শব্দ অনেক দূর পর্যন্ত শোনা যায়।

গ. 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি,  $0.6 \text{ m s}^{-1}$   
∴ 30°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি,  $= 0.6 \text{ m s}^{-1} \times 30$   
 $= 18 \text{ m s}^{-1}$

∴ 30°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,

$$v = 18 \text{ m s}^{-1} + 332 \text{ m s}^{-1} = 350 \text{ m s}^{-1}$$

এখন, M হতে R অবস্থানের দূরত্ব D হলে,

$$v = \frac{2D}{t}$$

$$\therefore D = \frac{vt}{2} = \frac{350 \text{ m s}^{-1} \times 0.5 \text{ s}}{2}$$

$$= 87.5 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. চিত্রানুসারে  $MT = 60 \text{ m}$

সুতরাং  $TR = d = (87.5 - 60) = 27.5 \text{ m}$

T অবস্থান থেকে উৎপন্ন শব্দ প্রতিফলক R থেকে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় T অবস্থানে ফিরে আসতে t সময় ব্যয় হলে, আমরা পাই,

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

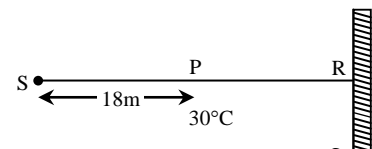
$$\therefore t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 27.5 \text{ m}}{350 \text{ m s}^{-1}}$$

$$= 0.157 \text{ s}$$

যেহেতু প্রতিধ্বনি শোনার সময় 0.1 s অপেক্ষা বড় তাই প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

T অবস্থান থেকে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি 0.157 s সেকেন্ড পর শোনা যাবে।

প্রশ্ন 1৬



[সি. বো. ২০১৬]

- ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১  
খ. রাস্তার মসৃণতায় ঘর্ষণের ভূমিকা ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. S এবং R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. P অবস্থানে প্রতিধ্বনি শূন্য যাবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

### ১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

**খ** রাস্তায় যানবাহন চলাচলের জন্য টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। আবার যানবাহনের টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বলের মান টায়ারের খাজ ও রাস্তার মসৃণতার উপর নির্ভর করে। রাস্তা বেশি মসৃণ হলে যানবাহন চলাচল সহজতর এবং আরামদায়ক হয় কিন্তু ঘর্ষণ বলের পরিমাণ কমে যায়। রাস্তা বেশি মসৃণ হলে নানা ধরণের সমস্যার সৃষ্টি হয়। যেমন— রাস্তার মসৃণতা বেশি থাকলে ব্রেক দ্বারা গাড়িকে সুনির্দিষ্ট স্থানে থামানো সম্ভব হয় না, এর কারণ প্রয়োজনীয় প্রতিক্রিয়া বল যোগান দিতে না পারা। আবার রাস্তা বেশি মসৃণ হলে রাস্তা প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বল যোগান দিতে পারে না বলে থামা অবস্থা হতে গাড়ি সামনের দিকে অগ্রসর হতে পারে না। অতএব রাস্তার মসৃণতা এমন হতে হবে যাতে রাস্তা প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বলের যোগান দিতে পারে।

**গ** [বি.দ্র. উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করতে হলে সময় জানা প্রয়োজন। সমাধানের সুবিধার্থে প্রতিধ্বনি শোনার সময় 0.2s] আমরা জানি,

$1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়  $= 0.6 \text{ ms}^{-1}$   
 $\therefore 30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়  $= (30 \times 0.6) \text{ ms}^{-1}$   
 $= 18 \text{ ms}^{-1}$   
 $\therefore 30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v = 18 \text{ ms}^{-1} + 332 \text{ ms}^{-1} = 350 \text{ ms}^{-1}$

[ $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ  $= 332 \text{ ms}^{-1}$ ]

আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শূনার ক্ষেত্রে,  $v = \frac{2d}{t}$  বা,  $2d = vt$   
 বা,  $d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \times 0.2}{2} = 35 \text{ m}$  (Ans.)

**ঘ** উদ্দীপক হতে পাওয়া যায়, S থেকে P এর দূরত্ব  $= 18 \text{ m}$  আবার S এবং R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব  $= 35 \text{ m}$

$\therefore$  P এবং R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d_1 = (35 - 18) \text{ m} = 17 \text{ m}$   
 এখানে, শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

শব্দ P অবস্থান হতে R প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার P অবস্থানে আসলে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $2d_1 = (2 \times 17) \text{ m} = 34 \text{ m}$

ধরা যাক, উৎপন্ন শব্দ P অবস্থান হতে R প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার P অবস্থানে আসতে সময় লাগে,  $= t_1$

$\therefore$  আমরা জানি,

$$v = \frac{2d_1}{t_1}$$

বা,  $t_1 = \frac{2d_1}{v} = \frac{34 \text{ m}}{350 \text{ ms}^{-1}} = 0.097 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$

কিন্তু শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎপন্ন শব্দ প্রতিফলক হতে বাধা পেয়ে ফিরে আসতে কমপক্ষে 0.1s সময় ব্যয় হতে হবে। এক্ষেত্রে P অবস্থানে শব্দ ফিরে আসতে 0.1s এর কম সময় লাগে, যে সময় পর্যন্ত পূর্বের শব্দের রেশ রয়েছে। তাই P অবস্থানে প্রতিধ্বনি শূনা যাবে না।

**প্রশ্ন ১৭** 2301 m দূরে থাকা একটি পাহাড়ের পাদদেশ থেকে বাবলু তার বন্দুক দিয়ে একটি গুলি করে পাহাড়ের দিকে দৌড় শুরু করল। গুলি ছোড়ার 3s পরে সে ইহার প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ দিন বাতাসের তাপমাত্রা ছিল  $25^\circ\text{C}$ । [সি. বো. ২০১৫]

ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? ১

খ. অনুপ্রস্থ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের মধ্যে দু'টি পার্থক্য লেখ। ২  
 গ. ঐ সময়ে বায়ুতে শব্দের গতিবেগ কত ছিল? ৩  
 ঘ. বাবলুর গতিবেগ নির্ণয়ের গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

### ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

**খ** অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে তরঙ্গবেগের দিক এবং মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক পরস্পর লম্ব। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে তরঙ্গবেগের দিক এবং মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক পরস্পর সমান্তরাল। অনুপ্রস্থ তরঙ্গ মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

ঐ দিন বাতাসের তাপমাত্রা ছিল,  $\theta = 25^\circ\text{C}$

বের করতে হবে, ঐ সময়ে বায়ুতে শব্দের গতিবেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের গতিবেগ,  $v_0 = 332 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুর শব্দের গতিবেগ  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

সুতরাং  $0^\circ\text{C}$  হতে  $25^\circ\text{C}$  পর্যন্ত তাপমাত্রা  $25^\circ\text{C}$  বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পাবে  $= 0.6 \text{ ms}^{-1}/^\circ\text{C} \times 25^\circ\text{C} = 15 \text{ ms}^{-1}$

এবং  $25^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = v_0 + 15 \text{ ms}^{-1}$   
 $= 332 \text{ ms}^{-1} + 15 \text{ ms}^{-1}$   
 $= 347 \text{ ms}^{-1}$  (Ans.)

**ঘ** মনে করি,

বাবলুর গতিবেগ, ছিল  $x \text{ ms}^{-1}$

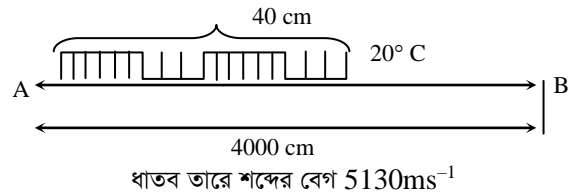
সুতরাং  $t = 3 \text{ sec}$  সময়কালে বাবলু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব  $= x \text{ ms}^{-1} \times t = x \text{ ms}^{-1} \times 3 \text{ sec} = 3x \text{ m}$

$t = 3 \text{ sec}$  সময়কালে শব্দ কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব  $= vt$   
 $= 347 \text{ ms}^{-1} \times 3 \text{ sec}$   
 $= 1041 \text{ m}$

কিন্তু প্রতিধ্বনি শোনার জন্য 3 sec সময়কালে 2301m অপেক্ষা বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে।

সুতরাং উদ্দীপকে প্রদত্ত উপাত্তসমূহ সঠিক নয়।

### প্রশ্ন ১৮



[য. বো. ২০১৫]

ক. সুরযুক্ত শব্দ কাকে বলে? ১  
 খ. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয় কেন? ২  
 গ. বায়ু মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. উদ্দীপকের মাধ্যমটি যদি ধাতব তার হতো তবে দুই মাধ্যমে কি একই সময়ে শব্দ শুনতে পারবে? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

### ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শব্দ উৎসের নিয়মিত ও পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং যা আমাদের কানে শ্রুতিমধুর বলে মনে হয় তাকে সুরযুক্ত শব্দ বলে।

**খ** কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের প্রকাশ পায়  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডে যাবৎ আমাদের মস্তিষ্ক থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে। এই  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডের মধ্যে অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছালে

তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। সুতরাং কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অসুড়ত  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড সময় নেয়। এ কারণেই প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

বায়ুর তাপমাত্রা,  $\theta = 20^\circ\text{C}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda =$  একটি সংকোচন + একটি প্রসারণ

$$= \frac{2wU \text{ msGKvPb} + 2wU \text{ mA} \cdot \text{EmviY}}{2}$$

$$= \frac{40\text{cm}}{2} = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

বের করতে হবে, বায়ু মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ু মাধ্যমে শব্দের বেগ  $332\text{ms}^{-1}$

$$\therefore 20^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = (332 + 0.6 \times 20)\text{ms}^{-1}$$

$$= 344 \text{ ms}^{-1}$$

আবার,  $v = f\lambda$

$$\therefore f = \frac{v}{\lambda} = \frac{344\text{ms}^{-1}}{0.2\text{m}} = 1720 \text{ Hz (Ans.)}$$

**ঘ** অতিক্রমণ দূরত্ব,  $d = 4000 \text{ cm} = \frac{4000}{100} \text{ m} = 40 \text{ m}$

বায়ু মাধ্যমে  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায়  $40 \text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম শব্দের সময় লাগে,  $t$

$$= \frac{d}{v} = \frac{40\text{m}}{344\text{ms}^{-1}} = 0.1163 \text{ sec}$$

উদ্দীপক মতে, ধাতব তারে শব্দের বেগ,  $v' = 5130 \text{ ms}^{-1}$

সুতরাং ধাতব তারে  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায়  $40 \text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রমে শব্দের সময়

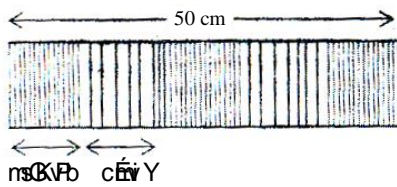
$$\text{লাগে, } t' = \frac{d}{v'} = \frac{40\text{m}}{5130\text{ms}^{-1}} = 0.0078 \text{ sec}$$

যেহেতু  $0.1163 \text{ sec} \neq 0.0078 \text{ sec}$

অর্থাৎ  $t \neq t'$

সুতরাং উদ্দীপকের মাধ্যমটি যদি ধাতব তার হতো তবে দুই মাধ্যমে একই সময়ে শব্দ শুনতে পারবে না।

**প্রশ্ন ১৯** নির্দিষ্ট উৎস হতে সৃষ্ট শব্দের বায়ুতে তরঙ্গ—



বায়ুতে শব্দের বেগ  $347\text{ms}^{-1}$

পানিতে শব্দের বেগ  $1474.75\text{ms}^{-1}$  [ব. বো. ২০১৭]

- বিস্তার কাকে বলে? ১
- ঘর্মাঙ্ক অবস্থায় চলসুড় ফ্যানের নিচে বসলে ঠাশ লাগে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- বায়ুর তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
- বায়ুর তুলনায় পানিতে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কিরুপ পরিবর্তন হবে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

#### ১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিসুড়র বলে।

**খ** আমরা জানি, পানি সবসময় বাস্পায়ীত হতে থাকে। এ বাস্পায়ন নির্ভর করে এর আশ পাশে উপস্থিত জলীয় বাস্পের উপর। জলীয় বাস্প বেশি হলে বাস্পায়ন ধীরে হয়। আমাদের ঘর্মাঙ্ক দেহ থেকে বাস্পায়নের ফলে

এর চারপাশে জলীয় বাস্পের পরিমাণ বেশি থাকে। পাখার বাতাস এ জলীয় বাস্পকে সরিয়ে দেয় ফলে বাস্পায়ন দ্রুত হয়। আমরা আরো জানি বাস্পায়নের সময় সুস্ত তাপের প্রয়োজন। ঘাম বাস্পায়নের সময় শরীর থেকে তাপ গ্রহণ করে ফলে ঠাশ অনুভূত হয়।

**গ** দেওয়া আছে, বায়ুতে শব্দের বেগ,  $347 \text{ m s}^{-1}$

$0^\circ$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $332 \text{ m s}^{-1}$  আর প্রতি  $1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ  $0.6 \text{ m s}^{-1}$  করে বাড়ে।

$$\therefore \text{বায়ুর তাপমাত্রা, } \theta = \frac{347 - 332}{0.6} \text{ }^\circ\text{C} = 25^\circ\text{C (Ans.)}$$

**ঘ** চিত্র থেকে

তিনটি সংকোচন ও দুইটি প্রসারণ এর মিলিত দৈর্ঘ্য,

$$\lambda + \lambda + \frac{\lambda}{2} = 50 \text{ cm}$$

$$\text{বা, } \frac{5}{2} \lambda = 50 \text{ cm}$$

$\therefore$  তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda_a = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$  (বায়ুতে)

বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v_a = 347 \text{ m s}^{-1}$

পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1474.75 \text{ m s}^{-1}$

আমরা জানি, বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v_a = f\lambda_a$

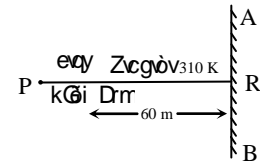
এবং পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = f\lambda_w$

$$\text{সুতরাং, } \frac{v_w}{v_a} = \frac{\lambda_w}{\lambda_a}$$

$$\therefore \lambda_w = \frac{v_w}{v_a} \times \lambda_a = \frac{1474.75 \text{ m s}^{-1}}{347 \text{ m s}^{-1}} \times 0.2 \text{ m} = 0.85 \text{ m}$$

অতএব পানিতে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $0.85 \text{ m}$  যা পূর্বের তুলনায়  $(0.85 - 0.20) \text{ m} = 0.65 \text{ m}$  বেশি।

**প্রশ্ন ২০**



[ব. বো. ২০১৫]

- পূর্ণ স্পন্দন কী? ১
- কম্পাঙ্ক পর্যায়কালের ব্যসুড়নুপাতিক ব্যাখ্যা কর। ২
- P ও AB এর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমপক্ষে কত হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে নির্ণয় কর। ৩
- P হতে শব্দ উৎপন্ন হয়ে AB প্রতিফলকে বাঁধা পাওয়ার ঘটনাটি বায়ুর পরিবর্তে পানিতে ঘটলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশে-ষণ কর। ৪

#### ২০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তরঙ্গের উপরস্থ কোনো কণা একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে আবার একই দিক থেকে সেই বিন্দুতে ফিরে এলে তাকে একটি পূর্ণস্পন্দন বলা হয়।

**খ** কম্পনশীল কোনো কণা প্রতি সেকেন্ডে যতটি পূর্ণকম্পন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে। কম্পনশীল কণার একটি পূর্ণস্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে। অর্থাৎ  $t$  পরিমাণ সময়ে  $N$  সংখ্যক পূর্ণকম্পন সম্পন্ন করলে,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = \frac{N}{t} \text{ এবং পর্যায়কাল, } T = \frac{t}{N}$$

$$\therefore fT = \frac{N}{t} \cdot \frac{t}{N} = 1 \text{ বা, } f = \frac{1}{T} \text{ বা, } f \propto \frac{1}{T}$$

সুতরাং কম্পাঙ্ক পর্যায়কালের ব্যসুড়নুপাতিক।

**গ** বায়ুমন্ডলের তাপমাত্রা,  $\theta = 310 \text{ K} = (310 - 273) \text{ }^\circ\text{C}$   
 $= 37^\circ\text{C}$

37°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = 332 \text{ ms}^{-1} + 0.6 \times 37 \text{ ms}^{-1}$

$$= 354.2 \text{ ms}^{-1}$$

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে মূলধ্বনি ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান হতে হবে,  $t = 0.1 \text{ sec}$

সূত্রাং শব্দের উৎস (P) এবং শব্দের প্রতিফলকের (AB) মধ্যকার ন্যূনতম দূরত্ব  $d$  হলে,  $2d = vt$

$$\therefore d = \frac{vt}{2} = \frac{354.2 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ sec}}{2} = 17.71 \text{ m}$$

সূত্রাং P ও AB এর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমপক্ষে 17.71m হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে। (Ans.)

ঘ পানিতে শব্দের বেগ,  $v = 1450 \text{ ms}^{-1}$

উদ্দীপক মতে, শব্দের উৎস (P) হতে প্রতিফলকের (AB) দূরত্ব,  $d = 60 \text{ m}$  প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে যে দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে তা হলো  $2d = 60 \text{ m} \times 2 = 120 \text{ m}$

পানির ক্ষেত্রে, শব্দ প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসতে  $t$  পরিমাণ সময় লাগলে,  $2d = vt$

$$\therefore t = \frac{2d}{v} = \frac{120 \text{ m}}{1450 \text{ ms}^{-1}} = 0.0828 \text{ sec} < 0.1 \text{ sec}$$

যেহেতু প্রতিধ্বনি শুনতে হলে মূল ধ্বনি ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান ন্যূনতম 0.1sec হতে হয়।

সূত্রাং P হতে শব্দ উৎপন্ন হয়ে AB প্রতিফলকে বাঁধা পাওয়ার ঘটনাটি বায়ুর পরিবর্তে পানিতে ঘটলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

প্রশ্ন ▶ ২১ 35°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের কম্পাঙ্ক 512 Hz (0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $332 \text{ ms}^{-1}$ ) [ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১  
খ. বাদুর কীভাবে উড়ে? ২  
গ. উক্ত তাপমাত্রায় শব্দের বেগ নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. প্রতিধ্বনি কী শোনা সম্ভব— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

খ শব্দের প্রতিধ্বনির সাহায্যেই বাদুর পথ চলে। বাদুর শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করতে পারে আবার শুনতেও পারে। এই শব্দ আমরা শুনতে পাই না। বাদুর শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করে সামনে ছড়িয়ে দেয়। ঐ শব্দ কোনো প্রতিবন্ধকে বাধা পেয়ে আবার বাদুরের কাছে চলে আসে। ফিরে আসা শব্দ শুনে বুঝতে পারে যে সামনে কোনো বস্তু আছে কিনা। যদি বাধা পেয়ে শব্দ ফিরে না আসে তবে বুঝতে পারে যে ফাঁকা জায়গা আছে। সেই পথ বরাবর সে উড়ে চলে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{তাপমাত্রা, } \theta = 35^\circ \text{C}$$

$$0^\circ \text{C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, } v_0 = 332 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বের করতে হবে, } 35^\circ \text{C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, } v = ?$$

আমরা জানি,

প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  করে বৃদ্ধি পায়।

$$\therefore v = v_0 + 0.6\theta$$

$$\text{বা, } v = 332 + 0.6 \times 35$$

$$\therefore v = 353 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপকের অনুসারে, তাপমাত্রা,  $\theta = 35^\circ \text{C}$

“গ” অংশ হতে পাই,

$$35^\circ \text{C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, } v = 353 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, প্রতিধ্বনি পৃথক শুনতে হলে মূল শব্দ এবং প্রতিফলিত শব্দের মধ্যে ন্যূনতম 0.1s ব্যবধান থাকতে হবে। অর্থাৎ উৎস থেকে প্রতিফলকে প্রতিফলিত হয়ে শ্রোতার কানে ফিরে আসতে ন্যূনতম 0.1 সেকেন্ড সময় ব্যয় করতে হবে।

$$s = vt$$

$$= 353 \times 0.1 = 35.3 \text{ m}$$

$$\therefore \text{শ্রোতা হতে প্রতিফলকের দূরত্ব, } d = \frac{s}{2}$$

$$= \frac{35.3}{2} = 17.65 \text{ m}$$

সূত্রাং, শ্রোতা ও প্রতিফলকের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 17.65m হলে 35°C তাপমাত্রায় উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

প্রশ্ন ▶ ২২ একজন ব্যক্তি দুইটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাঁড়িয়ে আছে এবং সে নিকটবর্তী পাহাড় থেকে 640 m দূরে অবস্থান করছে। সে সেইখানে চিৎকার করল এবং 4 sec পরে ১ম প্রতিধ্বনি এবং আরো 3 sec পরে ২য় প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। [পাবনা ক্যাডেট কলেজ]

- ক. তরঙ্গের পর্যায়কাল বলতে কী বোঝ? ১  
খ. অনুপ্রস্থ এবং অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্যগুলো লিখ। ২  
গ. উদ্দীপক থেকে শব্দের বেগ বের করো। ৩  
ঘ. দুইটি পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব বের করা কি সম্ভব? যদি সম্ভব হয় তাহলে পাহাড়গুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব বের করো, যদি সম্ভব না হয় তাহলে উপযুক্ত কারণ দেখাও। ৪

### ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সময়ে তরঙ্গের উপরস্থ কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হয় তাকে পর্যায়কাল বলে।

খ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের পার্থক্য:

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ	অনুপ্রস্থ তরঙ্গ
১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।	১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাই অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।
২. সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়।	২. মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।
৩. একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত।	৩. একটি তরঙ্গশীর্ষ ও একটি তরঙ্গ পাদ নিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত।

গ এখানে,

$$\text{নিকটবর্তী পাহাড়ের দূরত্ব, } d_1 = 640 \text{ m}$$

$$1 \text{ ম প্রতিধ্বনি শোনার সময়, } t_1 = 4 \text{ s}$$

$$\text{শব্দের বেগ, } v = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } 2 \times d_1 = vt_1$$

$$\text{বা, } v = \frac{2 \times d_1}{t_1}$$

$$\text{বা, } v = \frac{2 \times 640}{4} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v = 320 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{‘গ’ অংশ হতে, শব্দের বেগ, } v = 320 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ব্যক্তি হতে নিকটবর্তী পাহাড়ের দূরত্ব } d_1 = 640 \text{ m}$$

$$1 \text{ ম প্রতিধ্বনি শোনার সময়, } t_1 = 4 \text{ s}$$

$$2 \text{ য় প্রতিধ্বনি শোনার সময়, } t_2 = (4 + 3) = 7 \text{ s}$$

1ম প্রতিধ্বনি শোনা যাবে শব্দ নিকটবর্তী পাহাড় থেকে প্রতিফলিত হওয়ার ফলে। ২য় প্রতিধ্বনি শোনা যাবে শব্দ অন্য পাহাড় থেকে প্রতিফলিত হওয়ার ফলে। সূত্রাং দুইটি পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব বের করা সম্ভব।

$$\text{দূরবর্তী পাহাড় } d_2 \text{ দূরত্বে থাকলে, } 2 \times d_2 = v \times t_2$$

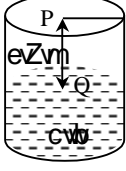
$$\text{বা, } d_2 = \frac{320 \times 7}{2} \text{ m}$$

$$\therefore d_2 = 1120 \text{ m}$$

$$\text{সূত্রাং ব্যক্তি হতে অপর পাহাড়ের দূরত্ব, } 1120 \text{ m}$$

$$\therefore \text{দুইটি পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব} = d_1 + d_2 = (640 + 1120) \text{ m} = 1760 \text{ m}$$

প্রশ্ন ২৩



P বিন্দু থেকে একটি শব্দ উৎপন্ন করা হয় যার বেগ  $350 \text{ ms}^{-1}$  উৎপন্ন শব্দটি ঐ বিন্দুতেই  $0.2 \text{ sec}$  পরে দ্বিতীয়বারের মত শোনা গেল।

[কুমিল-১ ক্যাডেট কলেজ]

- ক. শব্দের পীচ কি? ১  
 খ. পূর্ণস্রবের কণ্ঠস্বর মোটা কিন্তু নারী ও শিশুর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ কেন? ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. উদ্দীপকের PQ এর দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. যদি ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা  $20^\circ\text{C}$  বৃদ্ধি পায় তাহলে উদ্দীপকের ঘটনাটি আবার ঘটবে কি না? মতামত দাও। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাই পীচ।

খ. মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দু'টো পর্দা আছে, যা স্বরতন্ত্রী বা ভোকাল কর্ড নামে পরিচিত। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। বয়স্ক পুরুষদের ভোকাল কর্ড বয়সের সঙ্গে সঙ্গে দৃঢ় হয়ে পড়ে। কিন্তু নারী ও শিশুর ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না, ফলে বয়স্ক পুরুষদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং নারী ও শিশুদের স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। তাই পুরুষদের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারী ও শিশুর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ।

গ. এখানে,

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 350 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শব্দ শুনতে প্রয়োজনীয় সময়, } t = 0.2 \text{ s}$$

$$\text{PQ এর দূরত্ব, } d = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } 2d = v \times t$$

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

$$= \frac{350 \times 0.2}{2}$$

$$\therefore d = 35 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. এখানে,

$$\text{PQ এর দূরত্ব, } d = 35 \text{ m [‘গ’ হতে]}$$

$$\text{পূর্বের তাপমাত্রায় শব্দের বেগ} = 350 \text{ ms}^{-1}$$

যদি ঐ স্থানের তাপমাত্রা  $20^\circ\text{C}$  বৃদ্ধি পায় তাহলে শব্দের বেগ হবে,

$$v = (350 + 0.6 \times 20) \text{ ms}^{-1}$$

$$= 362 \text{ ms}^{-1}$$

তাহলে, শব্দ শুনতে প্রয়োজনীয় সময়  $t$  হলে,

$$2d = v \times t$$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 35}{362}$$

$$\therefore t = 0.193 \text{ s}$$

যেহেতু  $t = 0.193 \text{ s} > 0.1 \text{ s}$  সেহেতু শব্দটি দ্বিতীয় বারের মত শোনা যাবে। এক্ষেত্রে শব্দটি শুনতে  $0.193 \text{ s}$  সময় লাগবে যা পূর্বের তুলনায় কম।

প্রশ্ন ২৪ উৎস এবং শব্দের প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $16 \text{ m}$ । বায়ুর তাপমাত্রা  $30^\circ\text{C}$  এবং তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $29.17 \text{ cm}$ ।

[বিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

- ক. প-জমা অবস্থা কাকে বলে? ১  
 খ. অভিকর্ষজ ত্বরণ ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. শব্দের কম্পাঙ্ক বের করো। ৩  
 ঘ. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য কি ব্যবস্থা নিতে হবে— গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে ব্যাখ্যা করো। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পদার্থের চতুর্থ অবস্থা হলো প-জমা। এই প-জমা হলো অতি উচ্চ তাপমাত্রায় আয়নিত গ্যাস।

খ. অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = \left| \begin{array}{l} \text{এখানে, } M = \text{পৃথিবীর ভর} \\ G = \text{মহাকর্ষজ ধ্রুবক} \\ R = \text{পৃথিবীর ব্যাসার্ধ} \end{array} \right.$$

$$\frac{GM}{R^2}$$

ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান  $9.8 \text{ ms}^{-2}$  এর অর্থ হল স্থির অবস্থা হতে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে  $9.8 \text{ ms}^{-1}$  হারে বৃদ্ধি পায়।

গ. এখানে,

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 29.17 \text{ cm} = 0.2917 \text{ m}$$

$$\text{তাপমাত্রা} = 30^\circ\text{C}$$

$$30^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = 332 + (0.6 \times 30) \text{ ms}^{-1}$$

$$= 350 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শব্দের কম্পাঙ্ক, } f = ?$$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350}{0.2917} \text{ Hz}$$

$$\text{বা, } f = 1199.9 \text{ Hz}$$

$$\therefore f = 1200 \text{ Hz (প্রায়) (Ans.)}$$

ঘ. উৎস থেকে শব্দ উৎপন্ন হওয়ার পরে প্রতিফলকে প্রতিফলিত হয়ে শব্দ শ্রোতার কানে ফিরে আসার মধ্যবর্তী সময় যদি  $0.1 \text{ s}$  -এর বেশী হয় তাহলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে। শব্দের উৎস থেকে প্রতিফলকের দূরত্ব এমন হতে হবে যেন শব্দ প্রতিফলিত হয়ে উৎসে ফিরে আসতে  $0.1 \text{ s}$  এর বেশী সময় লাগে।

‘গ’ অংশ হতে, শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

সময়,  $t = 0.1 \text{ s}$

দূরত্ব  $d$  হলে,

$$vt = 2d$$

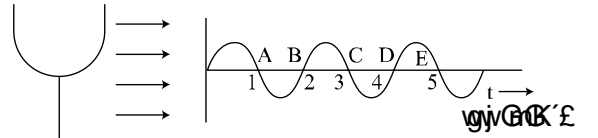
$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \times 0.1}{2} \text{ m}$$

$$\therefore d = 17.5 \text{ m}$$

প্রতিধ্বনি শোনার জন্য দূরত্ব  $17.5 \text{ m}$  এর কম হওয়া যাবে না।

সুতরাং, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস থেকে প্রতিফলকের দূরত্ব বাড়তে হবে,  $(17.5 - 16) \text{ m} = 1.5 \text{ m}$

প্রশ্ন ২৫



[এখানে বায়ুর তাপমাত্রা  $20^\circ\text{C}$  বায়ুতে তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $0.05 \text{ m}$  এবং কঠিনে  $0.728 \text{ m}$ ]

[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- ক. পর্যাবৃত্ত গতি কি? ১  
 খ. প্রতিধ্বনি কীভাবে সময় এবং দূরত্বের উপর নির্ভর করে? ২  
 গ. উদ্দীপক হতে  $5 \text{ sec}$  এ কয়টি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন হবে নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ বায়ু মাধ্যমের  $15$  গুণ উজ্জিটির সত্যতা যাচাই করো। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তু গতি যদি এমন হয় যে একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর বস্তুটির গতির পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে ঐ গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

খ কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের রেশ প্রায়  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে। এই  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডের মধ্যে অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছালে তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। সুতরাং কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অসুড়ত  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড সময় নেয়। এ কারণেই প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয়।

গ চিত্র হতে,

2ms বা,  $2 \times 10^{-3}$ s এ পূর্ণ হয় = 1 টি কম্পন

$\therefore$  1s এ পূর্ণ হয় =  $\frac{1}{2 \times 10^{-3}}$  টি কম্পন

□ 5s ,, ,, ,, =  $\frac{5 \times 10^3}{2}$  ,, ,,  
= 2500 টি কম্পন (Ans.)

ঘ দেওয়া আছে,

বায়ু মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda_a = 0.05$ m

কঠিনে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda_s = 0.728$ m

'গ' হতে পর্যায়কাল,  $T = 2 \times 10^{-3}$ s

1s এ পূর্ণ কম্পন =  $\frac{1}{2 \times 10^{-3}}$   
= 500 টি

কম্পাঙ্ক,  $f = 500$ s<sup>-1</sup>

কম্পাঙ্ক শব্দের উৎসের উপর নির্ভর করে। মাধ্যম পরিবর্তন হলেও কম্পাঙ্ক সমান থাকে। বায়ু মাধ্যমে বেগ  $v_a$  ও কঠিন মাধ্যমে  $v_s$  হলে

$v_a = f\lambda_a$  এবং  $v_s = f\lambda_s$

$\therefore \frac{v_s}{v_a} = \frac{f\lambda_s}{f\lambda_a}$

বা,  $\frac{v_s}{v_a} = \frac{\lambda_s}{\lambda_a}$

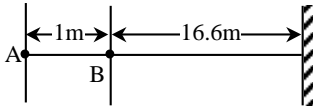
বা,  $\frac{v_s}{v_a} = \frac{0.728 \text{ m}}{0.05 \text{ m}}$

বা,  $v_s = 14.56 \times v_a$

$\therefore v_s \approx 15 \times v_a$

সুতরাং কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ বায়ু মাধ্যমের 15 গুণ।

প্রশ্ন ২৬



$\theta \alpha \gamma \text{ Zcgv} \theta = 40^\circ\text{C}$   
 $k \text{ KA } \hat{x} = 1200\text{Hz}$

[রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

- ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১  
খ. পানির ঢেউ কেন অনুপ্রস্থ তরঙ্গ? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. A বিন্দু থেকে শব্দ উৎপন্ন করলে B বিন্দুতে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ তোমার মতামত দাও। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ পানির ঢেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। কারণ এই তরঙ্গ পানির কণার স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় এবং তরঙ্গে পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ থাকে।

গ দেওয়া আছে,

শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = 1200$  Hz

বায়ুর তাপমাত্রা =  $40^\circ\text{C}$

জানা আছে,

$0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ =  $332$  ms<sup>-1</sup>

এবং  $1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ  $0.6$  ms<sup>-1</sup> বৃদ্ধি পায়  
 $\therefore 40^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v = (332 + 40 \times 0.6)$  ms<sup>-1</sup>

=  $356$  ms<sup>-1</sup>

আমরা জানি,

$v = f\lambda$

বা,  $\lambda = \frac{v}{f}$

=  $\frac{356 \text{ ms}^{-1}}{1200 \text{ s}^{-1}}$

$\therefore \lambda = 0.297$  m (Ans.)

ঘ দেওয়া আছে,

A থেকে B বিন্দুর দূরত্ব,  $d_1 = 1$ m

B বিন্দু হতে প্রতিফলকের দূরত্ব,  $d_2 = 16.6$  m

'গ' হতে শব্দের বেগ,  $v = 356$  ms<sup>-1</sup>

1ম শব্দ শুনতে প্রয়োজনীয় সময়  $t_1$  হলে

$d_1 = vt_1$

বা,  $t_1 = \frac{d_1}{v}$

=  $\frac{1 \text{ m}}{356 \text{ ms}^{-1}}$

$\therefore t_1 = 2.81 \times 10^{-3}$  s  
=  $0.00281$  s

আবার, B হতে প্রতিফলকে বাধা পেয়ে দ্বিতীয় শব্দ আসতে প্রয়োজনীয় সময়  $t_2$  হলে,

$2d_2 = vt_2$

বা,  $t_2 = \frac{2d_2}{v}$

=  $\frac{2 \times 16.6 \text{ m}}{356 \text{ ms}^{-1}}$

=  $0.09326$ s

সময়ের ব্যবধান,  $t = t_2 - t_1 = 0.9326$

=  $0.09$  s <  $0.1$  s

অর্থাৎ B বিন্দুতে প্রথম শব্দ শোনার পর শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল  $0.1$ s এর মধ্যে দ্বিতীয় শব্দ ফিরে আসে বলে B বিন্দুতে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

প্রশ্ন ২৭ একটি কুপের পানির তলে শব্দ প্রতিফলিত হয়ে উপরে ফিরে আসতে  $0.2$ s সময় লাগে। বাতাসে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $4$ cm। (বাতাসের তাপমাত্রা  $26^\circ\text{C}$  এবং পানিতে শব্দের বেগ  $1452$ ms<sup>-1</sup>)

[রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]

- ক. দশা কী? ১  
খ. বাদুর দেখতে পারে না, তবু তারা শিকার করে। এটি কীভাবে সম্ভব? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. কুপের গভীরতা নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. পানিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য সর্বোচ্চ হবে। গাণিতিক যুক্তিসহকারে ব্যাখ্যা করো। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যে কোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে।

খ বাদুর চোখে দেখে না, কিন্তু শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করতে পারে। আবার শুনতেও পারে। এই শব্দ আমরা শুনতে পাই না। বাদুর শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করে সামনে ছড়িয়ে দেয়। ঐ শব্দ কোনো প্রতিবন্ধকে বাধা পেয়ে বাদুরের কাছে চলে আসে। ফিরে আসা শব্দ শুনে এটি বুঝতে পারে যে সামনে কোনো বস্তু আছে কিনা, বাদুর এভাবেই তার শিকার ধরে।

গ দেওয়া আছে, বাতাসের তাপমাত্রা,  $\theta = 26^\circ\text{C}$   
প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t = 0.2\text{ s}$   
বের করতে হবে, কূপের গভীরতা,  $d = ?$   
 $26^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ,  $v = (332 + 26 \times 0.6)$   
 $= 347.6\text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি,

$$d = \frac{vt}{2} = \frac{347.6 \times 0.2}{2}$$

$$\therefore d = 34.76\text{ m (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

বাতাসে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda_a = 4\text{cm} = 0.04\text{m}$

পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1452\text{ ms}^{-1}$

'গ' হতে পাই,

$26^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ,  $v_a = 347.6\text{ ms}^{-1}$

শব্দের কম্পাঙ্ক  $f$  হলে,

$$v_a = f\lambda_a$$

$$\text{বা, } f = \frac{v_a}{\lambda_a} = \frac{347.6}{0.04}$$

$$\therefore f = 8690\text{ Hz}$$

আবার, শব্দের কম্পাঙ্ক ' $f$ ' উৎসের উপর নির্ভর করে, মাধ্যমের উপর নয়।

তাই পানিতে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য  $\lambda_w$  হলে,

$$v_w = f\lambda_w$$

$$\text{বা, } \lambda_w = \frac{v_w}{f} = \frac{1452}{8690}$$

$$\therefore \lambda_w = 0.167\text{m}$$

$\therefore$  পানিতে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda_w >$  বাতাসে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda_a$

অর্থাৎ পানিতে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সর্বোচ্চ হবে।

প্রশ্ন ২৮ 8:15 A.M. এর ক্লাসের ঘণ্টা শুনে একজন ছাত্র ক্লাস থেকে 500m দূরে থাকা অবস্থায় তার বাড়ির সময় 8:15 A.M. ঠিক করল। সেই সময়ের তাপমাত্রা ছিল  $22^\circ\text{C}$  ও ঘণ্টার শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 40cm।

[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]

- ডিজিটাল সংকেত কি? ১
- মাধ্যমের প্রকৃতির উপর শব্দের বেগের নির্ভরশীলতা ব্যাখ্যা কর। ২
- ঘণ্টার শব্দের কম্পাঙ্ক কত? ৩
- ছাত্রটির ঘড়ির সময় কি সঠিক ছিল নাকি ভুল? ব্যাখ্যা কর। ৪

### ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যোগাযোগ সংকেত শুধু কিছু নির্দিষ্ট মান গ্রহণ করতে পারে তাকে ডিজিটাল সংকেত বলে।

খ শব্দের বেগ মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতাও ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল। বায়ু, পানি এবং লোহাতে শব্দের বেগ ভিন্ন।  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $344\text{ms}^{-1}$ , পানিতে  $1450\text{ms}^{-1}$  এবং লোহাতে  $5130\text{ms}^{-1}$ । সাধারণভাবে বলা যায়, বায়ুতে শব্দের বেগ কম তরলে তার চেয়ে বেশি আর কঠিন পদার্থে সবচেয়ে বেশি।

গ দেওয়া আছে,

বায়ুর তাপমাত্রা  $22^\circ\text{C}$

শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = 40\text{ cm} = 0.4\text{m}$

মনে করি,

$$\text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = (332 + 22 \times 0.6)$$

$$= 345.2\text{ ms}^{-1}$$

শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

$$\text{বা, } f = \frac{345.2}{0.4}$$

$$\text{বা, } f = 863\text{ Hz (Ans.)}$$

ঘ মনে করি,

শব্দটি ছাত্রের কাছে পৌঁছাতে  $t$  সময় লাগবে,

উদ্দীপক হতে পাই, ঘণ্টার দূরত্ব,  $s = 500\text{ m}$

'গ' অংশ হতে পাই,  $22^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ,  $v = 345.2\text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি,

$$s = vt$$

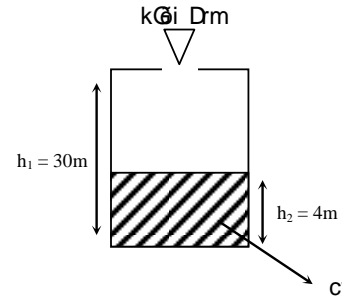
$$\text{বা, } t = \frac{500}{345.2}$$

$$\text{বা, } t = 1.45\text{ s}$$

অর্থাৎ, ছাত্রটির ঘড়ি সঠিকভাবে সময় প্রদর্শন করবে না। যেটি সঠিক সময় হতে 1.45s ধীরে চলবে।

অতএব, ছাত্রটির ঘড়ির সময় সঠিক নয়।

প্রশ্ন ২৯ নিচের চিত্রটি পর্যবেক্ষণ করে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

- কম্পাঙ্ক কী? ১
- একটি বাটিতে পানি নিয়ে বাটিকে আঘাত করো। তারপর বাটিকে হাত দিয়ে ধরো। তুমি কী শব্দ শুনতে পাবে এবং পানিতে কী কোনো তরঙ্গ উৎপন্ন হবে? ২
- উদ্দীপকে প্রদত্ত চিত্রটিতে কী প্রতিধ্বনি শোনা যাবে? নিজস্ব যুক্তি অনযায়ী – ব্যাখ্যা করো। ৩
- $h_2$  এর মান বাড়ালে বা কমালে কী শর্ত প্রয়োগ করলে  $h_2$  এর ক্ষেত্রে সব সময় প্রতিধ্বনি শোনা যাবে – গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতি সেকেণ্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ বস্তুর কম্পনের ফলেই শব্দের উৎপত্তি হয়। একটি বাটিতে পানি নিয়ে বাটিকে আঘাত করলে কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয়। বাটিকে হাত দিয়ে ধরলে বাটির কম্পন থেমে যায়। ফলে তখন আর শব্দ শোনা যাবে না। বাটিতে আঘাত করলে বাটির মধ্যকার পানিতে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ উৎপন্ন হয়।

গ এখানে,

$$\text{কুয়ার গভীরতা, } h_1 = 30\text{m}$$

পানির গভীরতা,  $h_2 = 4\text{m}$

$$\therefore \text{উৎস ও প্রতিবন্ধকের মধ্যবর্তী দূরত্ব, } h = h_1 - h_2 \\ \text{বা, } h = (30 - 4)\text{ m} \\ = 26\text{ m}$$

মনে করি,

বায়ুর তাপমাত্রা,  $\theta = 20^\circ\text{C}$

$$\therefore \text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = 332 + 0.6\theta$$

$$\text{বা, } v = 332 + 0.6 \times 20$$

$$\therefore v = 344\text{ ms}^{-1}$$

শব্দ উৎপন্ন ও প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসায় মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান  $t$  হলে,

$$t = \frac{2h}{v} \\ = \frac{2 \times 26}{344}\text{ s} \\ = 0.151\text{ s} > 0.1\text{ s}$$

অতএব, প্রদত্ত চিত্রটিতে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

**ঘ** বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়। কিন্তু তাপমাত্রা তথা শব্দের বেগ বাড়লে  $h_2$  এর নির্দিষ্ট মানের জন্য একসময় আর কোন প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

ঐ স্থানের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা  $\theta$  হলে,

উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $h'$  এর জন্য প্রতিধ্বনি শোনা যাবে যদি,

$$t = \frac{2h'}{v_0} \geq 0.1\text{ s হয়}$$

$$\text{অর্থাৎ, } h' \geq \frac{0.1 v_0}{2}$$

$$\text{বা, } h' \geq \frac{0.1 (332 + 0.6\theta)}{2}$$

$$\text{বা, } h' \geq \frac{332 + 0.6\theta}{20}$$

যদি ঐ স্থানের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা  $50^\circ\text{C}$  হয়,

$$\text{তবে, } h' \geq \frac{332 + 0.6 \times 50}{20}$$

$$\therefore h' \geq 18.1\text{ m}$$

$$\text{বা, } h_1 - h_2' \geq 18.1$$

$$\text{বা, } h_2' \leq 11.9\text{ m}$$

$\therefore$  সর্বোচ্চ  $50^\circ\text{C}$  তাপমাত্রার জন্য পানির উচ্চতার সর্বোচ্চ  $(11.9 - 4)$

$m = 7.9\text{ m}$  বৃদ্ধি করলে সকল ক্ষেত্রেই প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

**প্রশ্ন ▶ ৩০** রাফি নদীর পাশে দাঁড়িয়ে ছিল, বিদ্যুৎ চমকানোর  $0.5\text{ s}$  পর সে শব্দ শুনতে পেল। বিদ্যুৎ চমকানোর  $4\text{ sec}$  পর সফিক পানির নিচে শব্দ শুনতে পেল। বাতাসের গড় তাপমাত্রা  $20^\circ\text{C}$ । পানিতে শব্দের বেগ  $1460\text{ ms}^{-1}$ । [সিলেট ক্যাডেট কলেজ]

- ক. অনুপ্রস্থ তরঙ্গ কি? ১  
খ. স্কুটনাংকের উপর চাপের প্রভাব ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. প্রদত্ত তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ বের করো। ৩  
ঘ. শব্দের উৎস থেকে রফিক এবং সফিকের দূরত্ব নির্ণয় করো। ৪

### ৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে তরঙ্গ কম্পনের দিকের সাথে লম্বভাবে অগ্রসর হয় তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে।

**খ** স্কুটনাংক হচ্ছে যে তাপমাত্রায় একটি তরল বাষ্প পরিণত হতে শুরু করে। তরল থেকে বাষ্প পরিণত হলে এর আয়তন বৃদ্ধি পায়। এজন্য তরলের উপরিতলে প্রযুক্ত বায়ুমণ্ডলীয় চাপের বিরুদ্ধে আয়তন সম্প্রসারণজনিত কাজ সম্পন্ন হয়। এখন যদি তরলের উপরিতলে প্রযুক্ত সিস্টেমের চাপ বৃদ্ধি করা হয় তাহলে এই অধিক চাপের বিরুদ্ধে কাজ করে সম্প্রসারিত হয়ে বাষ্প পরিণত হওয়া বেশ কষ্টসাধ্য। এজন্য তরলটি ফুটতে অধিক তাপমাত্রার প্রয়োজন হয়। অর্থাৎ স্কুটনাংক বৃদ্ধি পায়। বিপরীত ক্রমে চাপ কমলে তরলের স্কুটনাংক কমে যায়।

যেমন, ভূপৃষ্ঠ হতে উচ্চতা বৃদ্ধির সাথে সাথে বাতাসের চাপ কমে থাকে, তাই পানির স্কুটনাংক কমে যায়। তখন  $100^\circ\text{C}$  এর কম তাপমাত্রায় পানি ফুটতে আরম্ভ করে।

**গ** ২১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর:  $344\text{ ms}^{-1}$ ]

**ঘ** দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা  $20^\circ\text{C}$

$\therefore$  শব্দের উৎস থেকে রফিকের দূরত্ব

$$s_1 = v_a \times t = 344 \times 0.5 \text{ [ 'গ' হতে } v_a = 344\text{ ms}^{-1} ] \\ = 172\text{ m}$$

মনে করি,

সফিক পানির নিচে  $h$  গভীরতায় আছে,

$$\therefore h = v_w \times t = 1460 \times 3.5$$

$$\left[ \begin{array}{l} \square \text{ পানির উপরিতল হতে শব্দ যেতে} \\ \text{সময় লাগে} \\ \% = (8 - 0.5) = 7.5\% \\ = 5110 \end{array} \right]$$

শব্দের উৎস থেকে সফিকের দূরত্ব :

$$s_2 = s_1 + h \quad [0.5\text{ sec বায়ুতে, } 3.5\text{ sec পানিতে}] \\ = 172 + 5110 \\ = 5282\text{ (m) (Ans.)}$$

**প্রশ্ন ▶ ৩১** P ও Q দুটি মাধ্যমে বেগ যথাক্রমে  $300\text{ms}^{-1}$  এবং  $340\text{ms}^{-1}$ , মাধ্যম দুটিতে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য  $0.2\text{m}$ ।

[মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ, টাঙ্গাইল]

- ক. পীড়ন কাকে বলে? ১  
খ. “সকল স্পন্দন গতিই পর্যাবৃত্ত গতি কিন্তু সকল পর্যাবৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয়”—ব্যাখ্যা করো? ২  
গ. শব্দের কম্পাঙ্ক কত? ৩  
ঘ. P ও Q মাধ্যম শব্দ তরঙ্গের 50 টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য কত হবে— গাণিতিকভাবে বিশেষ-ষণ করো। ৪

### ৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বস্তুর ভিতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

**খ** পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তুকণা যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। স্পন্দন গতিসম্পন্ন বস্তু এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাই সংজ্ঞানুসারে সকল স্পন্দন গতিই পর্যাবৃত্ত গতি। লক্ষ্য করি যে, স্পন্দন গতি হওয়ার জন্য বস্তুর গতিপথ সরল হতে হবে। কিন্তু পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন সকল বস্তুর গতিপথ সরল নয়। তাই সকল স্পন্দন গতি পর্যাবৃত্ত গতি হলেও সকল পর্যাবৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয়।

**গ** উদ্দীপক হতে পাই,

$$P \text{ মাধ্যমে শব্দের বেগ, } v_p = 300\text{ ms}^{-1}$$

$$Q \text{ মাধ্যমে শব্দের বেগ, } v_Q = 340\text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য, } \Delta\lambda = 0.2\text{m}$$

$$\text{ধরি, } P \text{ মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য} = \lambda_p$$

$$Q \text{ মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য} = \lambda_Q$$

$$\text{শব্দের কম্পাঙ্ক} = f$$

$$\text{আমরা জানি, } v_p = f\lambda_p$$

[মাধ্যম পরিবর্তিত হলেও কম্পাঙ্কের পরিবর্তন হয় না। তাই উভয়ক্ষেত্রে,  $f_p = f_Q = f$  ধরা হলো]

$$\text{বা, } \lambda_p = \frac{v_p}{f}$$

$$\text{আবার, } v_Q = f\lambda_Q$$

$$\text{বা, } \lambda_Q = \frac{v_Q}{f}$$

যেহেতু,  $v_Q > v_p$  সেহেতু  $\lambda_Q > \lambda_p$  হবে।

$$\therefore \Delta\lambda = \lambda_Q - \lambda_p$$

$$\text{বা, } 0.2$$

বা, 0.2

$$\text{বা, } f = \frac{340 - 300}{0.2}$$

$$\therefore f = 200 \text{ Hz (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

P মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_p = 300 \text{ ms}^{-1}$

Q মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_Q = 340 \text{ ms}^{-1}$

'গ' অংশ হতে পাই, কম্পাংক  $f = 200 \text{ Hz}$

P মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য =  $\lambda_p$

Q মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য =  $\lambda_Q$

আমরা জানি,  $v_p = f\lambda_p$

$$\text{বা, } \lambda_p = \frac{v_p}{f} = \frac{300}{200} = 1.5 \text{ m}$$

আবার,  $v_Q = f\lambda_Q$

$$\text{বা, } \lambda_Q = \frac{v_Q}{f}$$

$$\text{বা, } \lambda_Q = \frac{340}{200} = 1.7 \text{ m}$$

$\therefore$  P মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের 1টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্ব = 1.5m

$\therefore$  P মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের 50টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s_P = 1.5 \times 50$   
 $= 75 \text{ m}$

আবার,

Q মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের 1টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্ব = 1.7 m

$\therefore$  Q মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের 50টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_Q = 1.7 \times 50$$
$$= 85 \text{ m}$$

P ও Q মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের 50টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য

$$= s_Q - s_P$$
$$= 85 - 75$$
$$= 10 \text{ m}$$

অতএব, P ও Q মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্যের কারণে 50টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য হবে 10 m.

**প্রশ্ন ৩২** বিদ্যুৎ চমক দেখার 4 সেকেন্ড পর মাটিতে দাঁড়ানো কোনো

ব্যক্তি বজ্রের শব্দ শুনতে পেল। এর ঠিক  $\frac{1}{2}$  সেকেন্ড পরে পানির নিচে

অবস্থিত দ্বিতীয় ব্যক্তি বজ্রের শব্দ শুনতে পেল। বায়ুর গড় তাপমাত্রা  $20^\circ\text{C}$ ।

[নরসিংদী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, নরসিংদী]

ক. মানুষের শ্রাব্যতার সীমা কত? ১

খ. সকল প্রতিফলিত শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায় না কেন? ২

গ. উদ্দীপকের তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ কত হবে? নির্ণয় করে। ৩

ঘ. শব্দের উৎপত্তিস্থল থেকে ১ম ব্যক্তি ও ২য় ব্যক্তির মধ্যে দূরত্ব বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মানুষের শ্রাব্যতার সীমা  $20 \text{ Hz}$  থেকে  $20,000 \text{ Hz}$ ।

খ শব্দ শোনার  $0.1 \text{ s}$  পর পর্যন্ত ব্রেনের এর রেশ থেকে যায়। তাই সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না কারণ প্রতিফলিত শব্দ শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দ শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য অন্তত  $0.1$  সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন। মানুষের ব্রেন  $0.1$  সেকেন্ডের কম হলে প্রতিফলিত শব্দকে মূল শব্দ থেকে আলাদা করতে পারে না। তাই যে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ  $0.1$  সেকেন্ডের আগে ফিরে আসে সে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না।

গ ২১(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর:  $344 \text{ ms}^{-1}$ ]

ঘ শব্দের উৎপত্তিস্থল থেকে প্রথম ব্যক্তির দূরত্ব,

$$s = vt_1$$
$$= 344 \text{ ms}^{-1} \times 4$$

এখানে,  
প্রথম ব্যক্তি শব্দ শুনতে পায়,  
 $t_1 = 4 \text{ s}$  পর  
২য় ব্যক্তি শব্দ শুনতে পায়,

$$= 1376 \text{ m.}$$

$$t_2 = \left(4 + \frac{v_b}{2}\right) \frac{v_p}{f} = 4.5 \text{ sec}$$

পর

আমরা জানি,

$$\text{পানিতে শব্দের বেগ} = 1450 \text{ ms}^{-1}$$

পানিতে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $(1450 \times 0.5)$   
 $= 725 \text{ m}$

2য় ব্যক্তির দূরত্ব = ১ম ব্যক্তির দূরত্ব + পানিতে অতিক্রান্ত দূরত্ব

$$= 1376 \text{ m} + 725 \text{ m}$$
$$= 2101 \text{ m}$$

$\therefore$  ১ম ব্যক্তির দূরত্ব = 1376m এবং ২য় ব্যক্তির দূরত্ব = 2101m

(Ans.)

**প্রশ্ন ৩৩** জনৈক ব্যক্তি কোনো এক শীতের সকালে  $10^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় কোনো পাহাড়ের  $17 \text{ m}$  সামনে থেকে শব্দ করে প্রতিধ্বনি শুনতে পেলেন। ব্যক্তিটি দুপুর বেলায় যখন তাপমাত্রা  $20^\circ\text{C}$  ছিল তখন একই অবস্থান হতে পুনরায় শব্দ করলেন।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর]

- ক. তরঙ্গ কাকে বলে? ১
- খ. সকল শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পাওয়া যায় না কেন? ২
- গ. জনৈক ব্যক্তি সকাল বেলায় শব্দ করার কত সময় পরে প্রতিধ্বনি শুনতে পেলেন? ৩
- ঘ. জনৈক ব্যক্তি দুপুর বেলায় উক্ত অবস্থান হতে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন কী?— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাই তরঙ্গ।

খ কোনো স্থান থেকে উৎপন্ন শব্দ প্রতিফলিত হয়ে ঐ স্থানে ফিরে আসলে মূল শব্দের যে পুনরাবৃত্তি ঘটে তাকে শব্দের প্রতিধ্বনি বলে। সকল শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায় না কারণ প্রতিধ্বনি শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দ শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য অন্তত  $0.1$  সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন।  $0.1$  সেকেন্ডের কম হলে প্রতিফলিত শব্দকে মূল শব্দ থেকে আলাদা করা যায় না। তাই যে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ  $0.1$  সেকেন্ডের আগে ফিরে আসে সে সকল ক্ষেত্রে প্রতিধ্বনি শোনা যায় না।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d = 17 \text{ m}$$

$\therefore$   $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v_0 = 332 \text{ ms}^{-1}$

এবং প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  বৃদ্ধি পায়।

$\therefore$   $10^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v = (332 + 10 \times 0.6)$

$$= 338 \text{ ms}^{-1}$$

প্রয়োজনীয় সময়,  $t = ?$

আমরা জানি,

$$2d = vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v}$$

$$= \frac{2 \times 17 \text{ m}}{338 \text{ ms}^{-1}}$$

$$\therefore t = 0.1006 \text{ s (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি,

$$0^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v_0 = 332 \text{ ms}^{-1}$$

1

$$\text{মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d = 17 \text{ m}$$

$\therefore$   $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $V = (332 + 20 \times 0.6)$   
 $= 344 \text{ ms}^{-1}$

প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়  $t$  হলে,

আমরা জানি,

$$2d = v \times t$$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v}$$

$$= \frac{2 \times 17m}{344 \text{ ms}^{-1}}$$

$$\therefore t = 0.098s$$

এবং শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল = 0.10 s

যেহেতু  $t < 0.10$  s

অর্থাৎ ব্যক্তি দুপুর বেলায় উক্ত অবস্থান হতে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন না।

**প্রশ্ন ▶ ৩৪** একটি শব্দ উৎপন্ন হয়ে 293K তাপমাত্রার বাতাসে সংকোচন প্রসারণের মাধ্যমে চলে উৎস হতে 50 m দূরে প্রতিফলক তলে বাধা পেল। প্রতিটি সংকোচনের দৈর্ঘ্য 1m [সরকারি কে.জি. ইউনিয়ন উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. আলোর প্রতিসরণের প্রথম সূত্রটি লিখো। ১  
খ. দুই টুকরা বরফ এক সাথে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায় কেন? ২  
গ. উৎপন্ন শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উক্ত ঘটনা পানিতে ঘটলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কী না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** আপতিত রশ্মি, প্রতিসৃত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে বিভেদ তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে অবস্থান করে।

**খ** বরফ কঠিন থেকে তরলে পরিণত হলে এর আয়তন কমে। ফলে চাপ বাড়লে বরফের গলনাঙ্ক কমে যায়। এ কারণে দুই টুকরা বরফ একসঙ্গে চেপে ধরলে স্পর্শতলে চাপের কারণে বরফের গলনাঙ্ক  $0^\circ\text{C}$  থেকে কমে যায়। কিন্তু স্পর্শতলের তাপমাত্রা  $0^\circ\text{C}$  থাকে। ফলে কিছু বরফ গলে যায়। চাপ অপসারণ করলে গলনাঙ্ক আবার বেড়ে যায় এবং গলিত বরফ কঠিনে পরিণত হয়। ফলে বরফ টুকরাই জোড়া লেগে যায়।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{বাতাসের তাপমাত্রা} = 293\text{K} = (293 - 273)^\circ\text{C} =$$

$$20^\circ\text{C}$$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = 2\text{টি সংকোচন}$$

$$= 2 \times 1\text{m}$$

$$= 2\text{m}$$

বায়ু মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,

$$0^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ু মাধ্যমে শব্দের বেগ } 332\text{ms}^{-1}$$

$$\therefore 20^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = (332 + 0.6 \times 20)\text{ms}^{-1}$$

$$= 344 \text{ ms}^{-1}$$

আবার,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

$$= \frac{344}{2}$$

$$\therefore f = 172 \text{ Hz (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক হতে,

$$\text{প্রতিফলকের দূরত্ব, } d = 50\text{m}$$

জানা আছে,

$$20^\circ\text{C তাপমাত্রায় পানিতে শব্দের বেগ, } v = 1450 \text{ ms}^{-1}$$

এক্ষেত্রে প্রতিধ্বনি শোনার জন্য প্রয়োজনীয় সময়  $t$  হলে—

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v}$$

$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 50}{1450}$$

$$\therefore t = 0.06s$$

আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস থেকে উৎপন্ন শব্দ এবং প্রতিধ্বনির মধ্যে সময়ের পার্থক্য 0.1s এর বেশি হওয়া প্রয়োজন।

কিন্তু এখানে,

$$t < 0.1 \text{ s}$$

সুতরাং উক্ত ঘটনা পানিতে ঘটলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

**প্রশ্ন ▶ ৩৫** বায়ু ও পানি মাধ্যমে 300 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4.15m। সেদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল  $35^\circ\text{C}$ ।

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

- ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১  
খ. “সকল স্পন্দন গতিই পর্যাবৃত্ত গতি কিন্তু সকল পর্যাবৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয়।” ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. উপরোক্ত শব্দটি বায়ু মাধ্যমে 2 km পথ যেতে কতটি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করবে তা নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. 50টি কম্পনের জন্য উক্ত তরঙ্গের পানিতে ও বায়ুতে অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য নির্ণয় করো। ৪

### ৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

**খ** পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন সকল কণাই গতিপথের যেকোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর অতিক্রম করে, কিন্তু স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণাগুলো এদের গতিপথের অর্ধেক সময়ে যে পথে চলে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে, যা সকল পর্যাবৃত্ত গতির ধর্ম নয়। যেমন- কম্পমান স্প্রিং এ সংযুক্ত ভরের গতি পর্যাবৃত্ত হলেও তা গতিপথের অর্ধেক সময় যেদিকে চলে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে। কিন্তু ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যাবৃত্ত গতি হলেও তা পর্যায়কালের পুরো সময় একই দিক বরাবর ঘোরে। তাই সকল স্পন্দন গতি পর্যাবৃত্ত হলেও সকল পর্যাবৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয়।

**গ**  $\theta^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের

$$\text{বেগ, } v_\theta \text{ হলে, } v_\theta = v_0 + 0.6 \times \theta$$

$$= 332 + 0.6 \times$$

$$35$$

$$= 353 \text{ ms}^{-1}$$

বাতাসে তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda_a$  হলে

$$v_a =$$

$$n\lambda_a$$

$$\left[ \begin{array}{l} \square \text{ gva}\text{\AA} \text{g cwieZ}\text{\AA} \text{b nGjI} \\ \text{K}\text{\AA} \cdot \text{v}\text{\AA} \text{ n AcwiewZ}\text{\AA} \text{Z} \text{ } \wedge \text{vGK} \end{array} \right]$$

$$\text{বা, } \lambda_a = \frac{v_a}{n}$$

$$= \frac{353}{300}$$

$$= 1.1767\text{m}$$

$$\therefore 1.1767 \text{ m পথ যায়} = 1\text{টি কম্পনে}$$

$$1\text{m পথ যায়} = \frac{1}{1.1767} \text{টি কম্পনে}$$

$$2000\text{m পথ যায়} = \frac{2000}{1.1767} \text{টি কম্পনে}$$

$$= 1699.67 \text{ বা প্রায় } 1700\text{টি কম্পন (Ans.)}$$

**ঘ** আমরা জানি, পানিতে শব্দের বেগ বেশি, অর্থাৎ  $v_w > v_a$  এবং যেহেতু  $v \propto \lambda$  তাই,  $\lambda_w > \lambda_a$  লেখা যায়।

শর্তমতে,

$$\lambda_w - \lambda_a = 4.15$$

$$\text{বা, } \lambda_w = 4.15 + \lambda_a = 4.15 + 1.1767$$

$$= 5.326\text{m}$$

$$50\text{টি কম্পনে পানিতে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_w = 50 \times \lambda_w = (50 \times 5.326)\text{m}$$

$$= 266.3 \text{ m}$$

$$50 \text{ টি কম্পনে বায়ুতে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_a = 50 \times \lambda_a$$

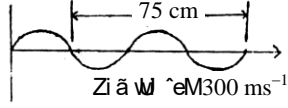
$$= 50 \times 1.1767 \text{ m}$$

$$= 58.835 \text{ m}$$

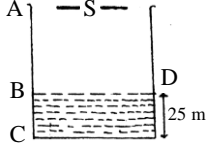
$$\therefore \text{দূরত্বের পার্থক্য, } \Delta s = s_w - s_a$$

$$= (266.3 - 58.835) \text{ m} = 207.465 \text{ m}$$

প্রশ্ন ৩৬ নিচের চিত্রদ্বয় লক্ষ্য কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



চিত্র-১



চিত্র-২

চিত্রে S একটি শব্দ উৎস এবং BD পানির পৃষ্ঠতল।

$$\text{এখানে, } BC = \frac{1}{3} AC$$

[ডিকার ননিসা নুন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. দশা কাকে বলে? ১
- খ. তরঙ্গের চারটি বৈশিষ্ট্য লিখো। ২
- গ. চিত্র-১ এর তরঙ্গটির পর্যায়কাল নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. চিত্র-২ এর পাত্রটি পানিপূর্ণ থাকলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কিনা—গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

#### ৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থাকে তার দশা বলে।

খ তরঙ্গের ৪টি বৈশিষ্ট্য নিচে দেওয়া হল:

- মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দন গতির ফলে তরঙ্গ সৃষ্টি হয় কিন্তু কণাগুলোর স্থায়ী স্থানান্তর হয় না।
- যান্ত্রিক তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যম প্রয়োজন।
- তরঙ্গ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালন করে।
- তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির এবং কম্পাঙ্ক উৎসের উপর নির্ভর করে।

গ উদ্দীপক থেকে,

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য } \lambda \text{ হলে, } 1.5\lambda = 75 \text{ cm}$$

$$\therefore \lambda = 50 \text{ cm} = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গটির বেগ, } v = 300 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গটির পর্যায়কাল, } T = ?$$

$$\text{ধরি, তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, } f = \frac{1}{T}$$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } v = \frac{1}{T} \lambda$$

$$\text{বা, } T = \frac{\lambda}{v}$$

$$\text{বা, } T = \frac{0.50}{300} \text{ s}$$

$$\therefore T = 1.67 \times 10^{-3} \text{ s (Ans.)}$$

ঘ পাত্রটি পানিপূর্ণ থাকলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে যদি শব্দ পাত্রের তলদেশ থেকে প্রতিফলিত হয়ে উৎসে ফিরে আসতে 0.1s বা তার বেশি সময় নেয়।

উদ্দীপক থেকে,

$$BC = \frac{1}{3} AC$$

$$\text{বা, } 25 = \frac{1}{3} AC$$

$$\therefore AC = 75 \text{ m}$$

ধরা যাক, পানির তাপমাত্রা 20°C

20°C তাপমাত্রায় পানিতে শব্দের বেগ,  $v = 1450 \text{ ms}^{-1}$

পাত্রটি পানিপূর্ণ থাকলে উচ্চতা,  $d = 75 \text{ m}$

প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v}$$

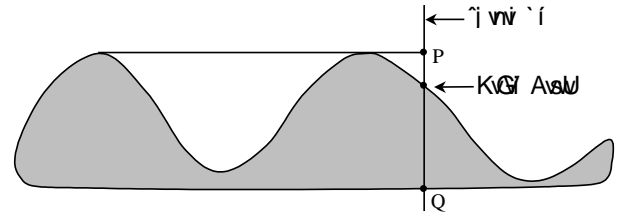
$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 75}{1450} \text{ s}$$

$$\therefore t = 0.1034 \text{ s} > 0.1 \text{ s}$$

যেহেতু শব্দ 0.1034 s এ উৎসে ফিরে আসে।

সুতরাং পাত্রটি পানিপূর্ণ থাকলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

প্রশ্ন ৩৭



পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষক ক্রাশে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বুঝতে গিয়ে ছাত্র-ছাত্রীদেরকে বিদ্যালয়ের পুকুরের ঘাটে নিয়ে গেলেন। শিক্ষক পুকুরের মধ্যে লম্বভাবে একটি লোহার দণ্ড পুতে দিলেন। লোহার দণ্ডে একটি কাঠের আংটি পড়িয়ে দিলেন। আংটিটি পুকুরের ঢেউ এর সাথে সাথে দণ্ডের মধ্যে উপর নিচে দুলতে থাকলো। [বু-বার্ড স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

- ক. শব্দ কোন ধরনের তরঙ্গ? ১
- খ. প্রতিধ্বনি প্রতিফলনের জন্য ঘটে— বুঝিয়ে লিখো। ২
- গ. তরঙ্গটির বিস্তার কত? (P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 5.0cm) ৩
- ঘ. কাঠের আংটির গতির অবস্থা থেকে কীভাবে প্রমাণ করবে যে পানির ঢেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ? ৪

#### ৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শব্দ হলো এক ধরনের অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

খ শব্দ তরঙ্গ তার চলার পথে বাধাপ্রাপ্ত হলে শব্দ তরঙ্গ পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসে। একে শব্দের প্রতিফলন বলে। প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসার ফলে শব্দটি পুনরায় শুনতে পাওয়া যায় যা প্রতিধ্বনি। শব্দ থেকে উৎপন্ন প্রতিধ্বনি শোনার জন্যে প্রতিফলক পৃষ্ঠের দূরত্ব ও আকৃতির ওপর নির্ভর করতে হয়। তাই বলা যায়, প্রতিধ্বনি প্রতিফলনের জন্যে ঘটে।

গ এখানে, P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব = 5 cm

তরঙ্গের সৃষ্টি হতে হলে মাধ্যমের কণাগুলো সাম্যাবস্থানের দুই পাশে কম্পিত হতে হবে। সাম্যাবস্থান থেকে যে কোন একদিকে তরঙ্গস্থিত কোন কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্তার বলে। উদ্দীপকের চিত্রানুযায়ী P ও Q বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্বই তরঙ্গটির সাম্যাবস্থান থেকে সর্বাধিক দূরত্ব।

$\therefore$  তরঙ্গটির বিস্তার 5.0 cm (Ans.)

ঘ আমরা জানি, যে তরঙ্গ কম্পনের দিকের সাথে লম্বভাবে অগ্রসর হয় তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে।

উদ্দীপকের চিত্রানুযায়ী পুকুরের ঢেউ অর্থাৎ পানির তরঙ্গটির সঞ্চালনের দিক অনুভূমিক। পুকুরের ঢেউ-এর কারণে লম্বভাবে পুতে রাখা লোহার দণ্ডটির মধ্যে যে আংটি রাখা আছে তা উপর-নিচে দুলতে থাকে। অর্থাৎ আংটির কম্পনের দিক তরঙ্গের দিকের সাথে আড়াআড়ি বা প্রস্থ বরাবর। আবার, তরঙ্গ যেহেতু সামনের দিকে এগোচ্ছে এবং আংটিটি উপর-নিচে দুলছে। তাই বলা যায়, তরঙ্গের দিকের সাথে আংটিটি লম্বালম্বিভাবে বা সমকোণে দুলছে। অর্থাৎ পানির কণার কম্পনের দিকের সাথে সমকোণে বা লম্বভাবে তরঙ্গ অগ্রসর হচ্ছে। তাই কাঠের আংটির গতির অবস্থা থেকে বলা যায় যে, পানির ঢেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

প্রশ্ন ৩৮ তানভীর একটি লোহার পাইপের এক প্রান্তে শব্দ করল অপর প্রান্তে 0.15s ব্যবধানে দুটি শব্দ শুনতে পেল। লোহা, পানি ও বাতাসে শব্দের বেগ যথাক্রমে 5130ms<sup>-1</sup>, 1450ms<sup>-1</sup> ও 340ms<sup>-1</sup>।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, বিইউএসএমএস, পাবতীপুর, দিনাজপুর]

- ক. দশা কী? ১  
 খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে প্রতিধ্বনি শোনা যায় না কেন—ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. পাইপটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. পাইপটির দৈর্ঘ্য ন্যূনতম কতো হলে পানি দ্বারা পূর্ণ থাকা সত্ত্বেও দুটি শব্দ শোনা যাবে? ৪

### ৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোনো কণার যে কোনো মুহূর্তের গতির সম্যক অবস্থাকে তার দশা বলে।

খ. মানুষের শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল 0.1 সেকেন্ড। একটি শব্দ শোনার পর 0.1 সেকেন্ডের মধ্যে অন্য কোনো শব্দ আমাদের কানে পৌঁছলে তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। আবার বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে শব্দের বেগও বৃদ্ধি পায়। জানা আছে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় শব্দের প্রতিধ্বনি শোনার জন্য প্রতিফলকের একটি ন্যূনতম দূরত্ব দরকার। তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শব্দ এই ন্যূনতম দূরত্ব হতে প্রতিফলিত হয়ে 0.1 সেকেন্ডের পূর্বেই চলে আসে বলে আলাদা করা যায় না। অর্থাৎ, প্রতিধ্বনি শোনা যায় না।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

দুটি শব্দ শোনার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান,  $\Delta t = 0.15s$

বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v_a = 340ms^{-1}$

লোহাতে শব্দের বেগ,  $v_i = 5130 ms^{-1}$

ধরি, পাইপটির দৈর্ঘ্য =  $l$

বায়ুতে  $l$  দৈর্ঘ্য অতিক্রম করতে শব্দের প্রয়োজনীয় সময়,  $t_1 = \frac{l}{v_a}$

লোহাতে  $l$  দৈর্ঘ্য অতিক্রম করতে শব্দের প্রয়োজনীয় সময়,  $t_2 = \frac{l}{v_i}$

$v_i > v_a$  হওয়ায়  $t_a > t_i$  হবে

$$\therefore t_a - t_i = \Delta t$$

$$\text{বা, } \frac{l}{v_a} - \frac{l}{v_i} = 0.15$$

$$\text{বা, } l \left( \frac{1}{v_a} - \frac{1}{v_i} \right) = 0.15$$

$$\text{বা, } l \left( \frac{1}{340} - \frac{1}{5130} \right) = 0.15$$

$$\text{বা, } l \times 2.746 \times 10^{-3} = 0.15$$

$$\text{বা, } l = \frac{0.15}{2.746 \times 10^{-3}} = 54.62 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. উদ্দীপক হতে পাই,

লোহাতে শব্দের বেগ,  $v_i = 5130 ms^{-1}$

পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1450 ms^{-1}$

দুটি শব্দ শোনার মধ্যবর্তী ন্যূনতম সময় ব্যবধান,  $\Delta t = 0.1s$

ধরি, পাইপটির ন্যূনতম দৈর্ঘ্য =  $l_0$

পানিতে  $l_0$  পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দের প্রয়োজনীয় সময়,  $t_w = \frac{l_0}{v_w}$

লোহাতে  $l_0$  পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দের প্রয়োজনীয় সময়,  $t_i = \frac{l_0}{v_i}$

যেহেতু,  $v_i > v_w$ ,  $t_w > t_i$  হবে।

$$\therefore t_w - t_i = \Delta t$$

$$\text{বা, } \frac{l_0}{v_w} - \frac{l_0}{v_i} = 0.1$$

$$\text{বা, } l_0 \left( \frac{1}{v_w} - \frac{1}{v_i} \right) = 0.1$$

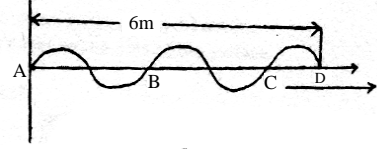
$$\text{বা, } l_0 \left( \frac{1}{1450} - \frac{1}{5130} \right) = 0.1$$

$$\text{বা, } l_0 \times 4.947 \times 10^{-4} = 0.1$$

$$\text{বা, } l_0 = 202.14 \text{ m}$$

অতএব, পাইপটির দৈর্ঘ্য ন্যূনতম 202.14m হলে পানি দ্বারা পূর্ণ থাকা সত্ত্বেও দুটি শব্দ শোনা যাবে।

### প্রশ্ন ৩৯



তরঙ্গ A হতে C তে পৌঁছাতে সময় লাগে 0.4s

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ ঢাকা]

- ক. পুনঃশিলীভবন কি? ১  
 খ. স্পন্দন গতি এক প্রকার পর্যায়বৃত্ত গতি— ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩  
 ঘ. বিস্তার অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্কের কী পরিবর্তন হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. চাপ প্রয়োগ করে কোনো কঠিন পদার্থ কে তরলে পরিণত করা এবং চাপ হ্রাস করে আবার কঠিন অবস্থায় পরিণত করার প্রক্রিয়াকে পুনঃশিলীভবন বলে।

খ. কোন বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর বস্তুটির গতির পুনরাবৃত্তি ঘটে তবে ঐ গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। আর কোন বস্তু যদি তার পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে আর বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। স্পন্দন গতি সম্পন্ন সকল কণাই গতিপথের যেকোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাই সকল স্পন্দন গতি এক প্রকার পর্যায়বৃত্ত গতি।

গ. এখানে, A হতে C তে যেতে তরঙ্গটির দুইটি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করতে হয় এবং এজন্য প্রয়োজনীয় সময় 0.4 s.

$$\therefore 2 \times \text{পর্যায়কাল} = 0.4 \text{ s}$$

$$\therefore \text{পর্যায়কাল, } T = \frac{0.4}{2} \text{ s} = 0.2 \text{ s}$$

কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, } f &= \frac{1}{T} \\ &= \frac{1}{0.2 \text{ s}} \\ \therefore f &= 5 \text{ Hz (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ. মনে করি, তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda$

উদ্দীপকের চিত্র হতে,  $2.5\lambda = 6\text{m}$

$$\therefore \lambda = \frac{6}{2.5} \text{ m}$$

$$= 2.4 \text{ m}$$

'গ' হতে পাই, পর্যায়কাল,  $T = 0.2 \text{ s}$

এবং কম্পাঙ্ক,  $f = 5 \text{ Hz}$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{বেগ, } v &= f\lambda \\ &= (5 \times 2.4) \text{ ms}^{-1} \\ \therefore v &= 12 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে,  $\lambda_1 = \frac{2.4}{2} = 1.2 \text{ m}$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক, } f_1 = \frac{v}{\lambda_1} \quad [\square \text{ বেগ অপরিবর্তিত থাকে।}]$$

$$= \frac{12 \text{ ms}^{-1}}{1.2 \text{ m}}$$

$$\therefore f_1 = 10 \text{ Hz} = 2f$$

সুতরাং তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ হয়।

**প্রশ্ন ▶ ৪০** একটি কুপের ভিতর একটি পাথর ছেড়ে দেওয়া হল। পাথরটি পানির উপরিভাগকে  $29.4\text{ms}^{-1}$  বেগে আঘাত করলো। পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার 3.33s পর পানির শব্দ শোনা গেল।

[কম্পনবাজার সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. সুরযুক্ত শব্দ কাকে বলে? ১  
 খ. জলতরঙ্গ কোন ধরনের তরঙ্গ? ২  
 গ. কুপের গভীরতা কত? ৩  
 ঘ. উদ্দীপকে শব্দের গতিবেগের কোন পরিবর্তন ঘটেছে কিনা – গাণিতিক বিশ্লেষণ করে। ৪

### ৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শব্দ উৎসের নিয়মিত ও পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং যা আমাদের কানে শ্রুতিমধুর বলে মনে হয় তাকে সুরযুক্ত শব্দ বলে।

**খ** জলতরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। কারণ এই তরঙ্গ পানির কণার স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় এবং তরঙ্গে পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ থাকে।

**গ** এখানে, বেগ  $v = 29.4\text{ms}^{-1}$   
 ধরি, কুপের গভীরতা =  $h\text{m}$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2gh$$

$$\text{বা, } 0 + 2gh = v^2$$

[পাথরটি স্থির অবস্থায় ছেড়ে দেওয়া হয় তাই,  $u = 0$ ]

$$\text{বা, } h = \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{বা, } h = \frac{(29.4)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\therefore h = 44.1\text{m (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক হতে, শব্দ শোনার সময়,  $t = 3.33\text{s}$   
 'গ' হতে কুপের গভীরতা,  $h = 44.1\text{m}$   
 মনে করি, শব্দের বেগ =  $v_s\text{ms}^{-1}$

$\therefore$  পাথরটি কুপের পানিতে আঘাত করার সময়  $t_1$  হলে,

$$v = u + gt_1$$

$$\text{বা, } 29.4 = 0 + gt_1$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{29.4}{9.8}$$

$$= 3\text{s}$$

$\therefore$  শব্দ কুপের গভীর থেকে উপরে উঠতে  $t_2$  সময় নিলে,

$$t_2 = t - t_1$$

$$= (3.33 - 3)\text{s}$$

$$= 0.33\text{s}$$

$$\therefore h = v_s t_2$$

$$\text{বা, } v_s = \frac{h}{t_2}$$

$$= \frac{44.1}{0.33}\text{ms}^{-1}$$

$$= 133.63\text{ms}^{-1}$$

অতএব, শব্দের বেগের পরিবর্তন,  $\Delta v = v_0 - v_s$

$$= (332 - 133.63)\text{ms}^{-1}$$

$$= 198.36\text{ms}^{-1}$$

অতএব, শব্দের গতিবেগ  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রার গতিবেগের তুলনায়  $198.36\text{ms}^{-1}$  কম হবে।

**প্রশ্ন ▶ ৪১** একজন ব্যক্তি দুটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাঁড়িয়ে বন্দুক থেকে গুলি ছুড়লো যে 4s এবং 6s পরে প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ দিনের তাপমাত্রা  $25^\circ\text{C}$ । [ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ, ঢাকা]

- ক. কম্পাংক কাকে বলে? ১  
 খ. পানি তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ কেন? ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. ঐ দিন 500 Hz কম্পাংকের শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দুই পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত হতে পারে- গাণিতিক বিশ্লেষণ করে। ৪

### ৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

**খ** পানির তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। কারণ এই তরঙ্গ পানির কণার স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় এবং তরঙ্গের পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ থাকে।

**গ** এখানে,

দিনের তাপমাত্রা,  $\theta = 25^\circ\text{C}$

$$\therefore \theta^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v_0 = 332 + 0.6\theta$$

$$= (332 + 0.6 \times 25)\text{ms}^{-1}$$

$$= 347\text{ms}^{-1}$$

শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = 500\text{Hz}$

শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$v_0 = f\lambda$$

$$\therefore \lambda = \frac{v_0}{f}$$

$$= \frac{347\text{ms}^{-1}}{500\text{Hz}}$$

$$= 0.694\text{m (Ans.)}$$

**ঘ** চ(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর: 1735 m]

**প্রশ্ন ▶ ৪২** এক ব্যক্তি দুটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাঁড়িয়ে বন্দুকের গুলি ছুড়লেন। গুলি ছোড়ার 2 সেকেন্ড পর প্রথম প্রতিধ্বনি এবং 2.2 সেকেন্ড পর দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পেলেন। ঐ সময় বায়ুর তাপমাত্রা  $30^\circ\text{C}$  ছিল। [মনিপুর উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. প-বতা কাকে বলে? ১  
 খ. সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না কেন? ২  
 গ. পাহাড়দ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. উদ্দীপক অনুসারে ঐ ব্যক্তি দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শোনার কত সময় পর তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে। ৪

### ৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তুকে তরল বা বায়বীয় পদার্থে আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে নিমজ্জিত করলে বস্তুটি ওপরের দিকে যে লব্ধি বল অনুভব করে তাকে প-বতা বলে।

**খ** সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না কারণ প্রতিফলিত শব্দ শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য অসুড় ত 0.1 সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন। 0.1 সেকেন্ডের কম হলে প্রতিফলিত শব্দকে মূল শব্দ থেকে আলাদা করা যায় না। তাই যে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ 0.1 সেকেন্ডের আগে ফিরে আসে সে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না।

**গ** চ(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর: 735 m]

**ঘ** উদ্দীপক অনুযায়ী, শব্দ নিকটবর্তী পাহাড় থেকে প্রতিফলিত হয়ে শ্রোতার কাছে ফিরে আসে 2 sce পর এবং দূরবর্তী পাহাড় থেকে প্রতিফলিত হয়ে শ্রোতার কাছে ফিরে আসে 2.2 sce পর।

$\therefore$  শব্দ নিকটবর্তী পাহাড় থেকে প্রতিফলিত হবার পর দূরবর্তী পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় শ্রোতার কাছে ফিরে আসে  $(2 + 2.2)\text{s} = 4.2\text{s}$  পর।

আবার, দূরবর্তী পাহাড় থেকে প্রতিফলিত হবার পর নিকটবর্তী পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে শ্রোতার কাছে ফিরে আসে  $(2.2 + 2)\text{sce} = 4.2\text{ sce}$  পর।

অতএব, শ্রোতা তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন 4.2 sce পর।

**প্রশ্ন ▶ ৪৩** জারা 1টি দালান থেকে 17 m দূরে দাড়িয়ে জোরে একটি শব্দ করল যাতে সে প্রতিধ্বনি শুনতে পারে। বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 25°C.

কম্পাঙ্ক ছিল 1500 Hz। [চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ]  
 ক. পর্যায়কাল কাকে বলে? ১  
 খ. শব্দের তীব্রতা 40 Wm<sup>-2</sup> বলতে কী বুঝায়? ২  
 গ. শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. জারা তার শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পেয়েছিল কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে সময়ে তরঙ্গের উপরস্থ কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হয় তাকে পর্যায়কাল বলে।

**খ** শব্দের তীব্রতা 40 Wm<sup>-2</sup> বলতে বোঝায় যে, বিস্তারের লম্ব অভিমুখে একক সময়ে একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে 40 J শব্দশক্তি প্রবাহিত হয়।

**গ** ৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। [উত্তর: 0.2313 m]

**ঘ** আমরা জানি,

মানুষের শ্রাব্যতার সীমা 0.1 sec.

17 m দূরের দালানে আসতে যেতে শব্দের সময় লাগবে,

$$2d = v \cdot t$$

$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 17}{347} = 0.0979 \text{ sec.}$$

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের মধ্যে ন্যূনতম সময় 0.1 sec হতে হবে। এক্ষেত্রে প্রাপ্ত সময় 0.0979 sec. যা 0.1 sec এর চেয়ে কম। সুতরাং জারা তার শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পারেনি।

**প্রশ্ন ▶ ৪৪** দুটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাড়িয়ে এক ব্যক্তি বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়লো। তিনি 1.5 s পর থেকে প্রতিধ্বনি এবং 2s পর দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনলেন। সেদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C.

[ঠাকুরগাঁও সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. প্রতিধ্বনি কী? ১  
 খ. বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি কেন ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. ঐ ব্যক্তি তৃতীয় ও চতুর্থ প্রতিধ্বনি পৃথকভাবে শুনতে পাবে কিনা? গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

**খ** বায়ু অপেক্ষা পানির ঘনত্ব বেশি হওয়ায় পানিতে শব্দের বেগ বেশি। আমরা জানি, শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন এবং বায়ুর তুলনায় পানির স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম অনেক বেশি। তাই একই কম্পাঙ্কের শব্দ যখন বায়ু ও পানির মধ্য দিয়ে গমন করে, তখন বায়ুর তুলনায় পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃহত্তর মানের হয়। তাই  $v = f\lambda$  সূত্রানুসারে, কম্পাঙ্ক ( $f$ ) ধ্রুব থাকায় বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

প্রথম প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t_1 = 1.5$  s

দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t_2 = 2$  s

বায়ুর তাপমাত্রা,  $\theta = 30^\circ\text{C}$

বের করতে হবে, পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = ?$

$30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $v$  হলে,

$$v = 332 + 0.6 \times 30$$

$$= 350 \text{ ms}^{-1}$$

ধরা যাক, প্রথম পাহাড় থেকে ব্যক্তির দূরত্ব =  $d_1$

এবং দ্বিতীয় পাহাড় থেকে ব্যক্তির দূরত্ব =  $d_2$

$$\therefore d_1 = \frac{vt_1}{2} = \frac{350 \times 1.5}{2} = 262.5 \text{ m}$$

$$\text{এবং } d_2 = \frac{vt_2}{2} = \frac{350 \times 2}{2} = 350 \text{ m}$$

$$\therefore \text{পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d = d_1 + d_2$$

$$= 262.5 + 350$$

$$= 612.5 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক অনুসারে,

প্রথম প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t_1 = 1.5$  s

দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t_2 = 2$  s

তৃতীয় ও চতুর্থ প্রতিধ্বনি শোনার সময় যথাক্রমে,  $t_3$  ও  $t_4$  হলে,

$$t_3 = t_2 + t_1$$

$$= 2 + 1.5$$

$$= 3.5 \text{ s}$$

$$\text{এবং } t_4 = t_1 + t_2$$

$$= 2 + 1.5$$

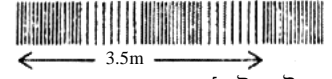
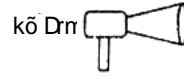
$$= 3.5 \text{ s}$$

সুতরাং তৃতীয় ও চতুর্থ প্রতিধ্বনি শোনার সময় একই।

অর্থাৎ তৃতীয় ও চতুর্থ প্রতিধ্বনি পৃথকভাবে শোনা যাবে না।

**প্রশ্ন ▶ ৪৫** প্রবালের স্বর্গরাজ্য বাংলাদেশের সেন্টমার্টিন দ্বীপ। শিক্ষা সফরে একটি শিক্ষার্থী দল সেন্টমার্টিন যায়। সমুদ্র সৈকতে ভ্রমণের সময় তারা 2km দূরে পর্যটকদের নিয়ে আসা একটি জাহাজের সাইরেন শুনতে পায়, যার তরঙ্গ চিত্র নিরূপণ—

একটি স্ট্রিপ স্ট্রিপ 30°C



[মাইলস্টোন কলেজ]

ক. প্রতিধ্বনি কী? ১  
 খ. শব্দের বেগ কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. যদি তাপমাত্রা 10°C এ নেমে আসে তবে সাইরেন বাজার কত সময় পর শিক্ষার্থীরা শব্দ শুনতে পাবে? তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

**খ** শব্দের বেগ কয়েকটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

**মাধ্যমের প্রকৃতি** : বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগ বিভিন্ন। উদাহরণস্বরূপ, 20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 344 ms<sup>-1</sup>, পানিতে 1450 ms<sup>-1</sup> এবং লোহায় 5130 ms<sup>-1</sup>। সাধারণভাবে বলা যায় বায়ুতে শব্দের বেগ কম, তরলে তার চেয়ে বেশি আর কঠিন পদার্থে সবচেয়ে বেশি।

**তাপমাত্রা** : বায়ুর তাপমাত্রা যত বাড়ে বায়ুতে শব্দের বেগও তত বাড়ে।

**এজন্য শীতকাল অপেক্ষা গ্রীষ্মকালে শব্দের বেগ বেশি।**

**বায়ুর আর্দ্রতা** : বায়ুর আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়। এজন্য শুষ্ক বায়ুর চেয়ে ভেজা বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি।

**গ** একটি সংকেচোন ও একটি প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda = \frac{3.5\text{m}}{2} = 1.75\text{m}$

বায়ুর তাপমাত্রা,  $\theta = 30^\circ\text{C}$

$$\therefore \text{শব্দের বেগ, } v = 332 + (0.6 \times 30)$$

$$= 350 \text{ ms}^{-1}$$

কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,  $v = f\lambda$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350}{1.75}$$

$$f = 200 \text{ Hz বা s}^{-1}$$

$\therefore$  তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক 200 Hz (Ans.)

**ঘ** আমরা জানি,

প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্যে শব্দের বেগ 0.6 ms<sup>-1</sup> বৃদ্ধি পায়।

0°C তাপমাত্রায় শব্দের বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms<sup>-1</sup>

10°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v = 332 + (0.6 \times 10)$   
 $= 338 \text{ ms}^{-1}$   
 এখানে, শব্দ কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s = 2 \text{ km}$   
 $= 2000 \text{ m}$

সময়  $t$  হলে,  
 আমরা জানি,  $s = vt$

$$\text{বা, } t = \frac{s}{v}$$

$$= \frac{2000}{338} = 5.92 \text{ s}$$

∴ সাইরেন বাজার 5.92 s পর শিক্ষার্থীরা শব্দ শুনতে পারবে।

**প্রশ্ন ▶ ৪৬** একটি উৎস থেকে বাতাসে  $332 \text{ ms}^{-1}$  বেগে ভেসে আসা শব্দের কম্পাঙ্ক 310 Hz। পানিতে ঐ শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য পানিতে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পাঁচ গুণ।

[দি বাডস রেসিডেনসিয়াল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, শ্রীমঙ্গল, মৌলভীবাজার]

- ক. যান্ত্রিক তরঙ্গ কী? ১  
 খ. বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি কেন ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. পানিতে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. পানিতে শব্দ তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব তুলনা করো। ৪

#### ৪৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাকে যান্ত্রিক তরঙ্গ বলে।

**খ** বায়ু অপেক্ষা পানির ঘনত্ব বেশি হওয়ায় পানিতে শব্দের বেগ বেশি। আমরা জানি, শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন এবং বায়ুর তুলনায় পানির স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম অনেক বেশি। তাই একই কম্পাঙ্কের শব্দ যখন বায়ু ও পানির মধ্য দিয়ে গমন করে, তখন বায়ুর তুলনায় পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃহত্তর মানের হয়। তাই  $v = f\lambda$  সূত্রানুসারে, কম্পাঙ্ক ( $f$ ) ধ্রুব থাকায় বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

**গ** এখানে,

$$\text{বাতাসের শব্দের বেগ, } v = 332 \text{ ms}^{-1}$$

বাতাসের শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = 310 \text{ Hz}$

বের করতে হবে, পানিতে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য  $\lambda' = ?$

ধরি, বাতাসের শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য =  $\lambda$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{332}{310}$$

$$\therefore \lambda = 1.071 \text{ m}$$

এখন,

$$\text{পানিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য} = 5 \times \text{বাতাসের ঐ শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য}$$

$$\therefore \lambda' = 5 \times \lambda = 5 \times 1.071$$

$$= 5.355 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক হতে,

$$\text{বাতাসের শব্দের বেগ, } v_a = 332 \text{ ms}^{-1}$$

মনে করি,  $t$  সময়ে ঐ শব্দটির বাতাসে ও পানিতে যথাক্রমে  $S_a$  ও  $S_w$  দূরত্ব অতিক্রম করে।

পানিতে শব্দের বেগ,

$$v_w = f\lambda_w$$

$$= 310 \times 5$$

$$= 1660.05 \text{ ms}^{-1}$$

এখন,

$$S_w = v_w t$$

$$= 1660.05 t$$

$$\text{এবং } S_a = v_a t$$

$$= 332 t$$

$$\therefore \frac{S_w}{S_a} = \frac{1660.05 t}{332 t} = \frac{1660.05}{332}$$

$$\text{বা, } s_2 = 5 \times s_1$$

অর্থাৎ একটি নির্দিষ্ট সময়ে, পানিতে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব বাতাসে অতিক্রান্ত দূরত্বের পাঁচগুণ।

**প্রশ্ন ▶ ৪৭** কবিতা ও মৌমিতা একটি দেয়ালের সামনে যথাক্রমে 10m এবং 18m দূরত্বে দাঁড়িয়ে আছে। হঠাৎ করে তারা আকাশে মেঘের গর্জন শুনতে পেল। [বরিশাল সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, বরিশাল]

ক. শূন্য মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি কত? ১

খ. কবিতা ও মৌমিতার মধ্যে কে প্রতিধ্বনি শুনবে এবং কেন শুনবে? ২

গ. ঐ দিনের তাপমাত্রা কত হলে উভয়ে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে? ৩

ঘ. আমাদের জীবনে শব্দের প্রতিধ্বনি ব্যবহারের গুরুত্ব মূল্যায়ন করো। ৪

#### ৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শূন্য মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি শূন্য।

**খ**

জানা আছে,

$$\text{বাতাসের শব্দের বেগ, } v = 332 \text{ ms}^{-1}$$

যদি শব্দ 0.1s এর বেশি সময়ে ফিরে আসে তাহলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

$$\text{কবিতার জন্য সময়, } t_1 = \frac{2d_1}{v} = \frac{2 \times 10}{332} \text{ s}$$

$$= 0.06 \text{ s} < 0.1$$

$$\text{মৌমিতার জন্য সময় } t_2 = \frac{2d_2}{v} = \frac{2 \times 18}{332} \text{ s} = 0.108 > 0.1$$

যেহেতু  $t_2 > 0.1$  তাই মৌমিতা প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

**গ** দেওয়া আছে,

দেয়াল থেকে কবিতার দূরত্ব,  $s_1 = 10 \text{ m}$

এবং মৌমিতার দূরত্ব,  $s_2 = 18 \text{ m}$

এখন, কবিতা এবং মৌমিতা উভয়েই প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে যদি মূল শব্দ অর্থাৎ মেঘের গর্জন দেয়ালে প্রতিফলিত হয়ে তাদের কানে ফিরে আসতে

অস্ফুট  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড সময় নেয়।

এক্ষেত্রে কবিতা যেহেতু মৌমিতার চেয়ে কম দূরত্বে দাঁড়িয়ে আছে, সেহেতু কবিতা যে তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে সেই তাপমাত্রায় মৌমিতাও প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে।

সুতরাং, কবিতা প্রতিধ্বনি শুনবে যদি মূল শব্দ দেয়ালে প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসতে 0.1s সময় নেয় অর্থাৎ, 0.1 সেকেন্ড অস্ফুট  $(10 \times 2) \text{ m}$  বা 20m পথ অতিক্রম করে।

$$\text{এক্ষেত্রে, শব্দের বেগ, } v = \frac{20}{0.1} = 200 \text{ ms}^{-1}$$

যদি  $\theta^\circ \text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ  $200 \text{ ms}^{-1}$  হয় তবে,

$$200 = 332 + 0.6 \times \theta$$

$$\text{বা, } \theta = \frac{200 - 332}{0.6}$$

$$\therefore \theta = -220^\circ \text{C}$$

সুতরাং ঐ দিনের তাপমাত্রা  $-220^\circ \text{C}$  [যা বাস্তবে অসম্ভব] হলে কবিতা ও মৌমিতা উভয়েই প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে। (Ans.)

**ঘ** যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে। মানুষ ও অন্যান্য প্রাণীর জীবনে প্রতিধ্বনির গুরুত্ব অপরিসীম।

বাদুর ও অন্যান্য নিশাচর পাখি প্রতিফলিত শব্দ ব্যবহার করে তাদের পথে কোনো প্রতিবন্ধকতা আছে কিনা তা নিরূপণ করে, আবার খাদ্য সংগ্রহেও এরা এই প্রক্রিয়া প্রয়োগ করে থাকে। ডলফিন আন্ট্রাসনিক শব্দের প্রতিফলন করে একই কাজ করে থাকে।

মানব জীবনেও প্রতিধ্বনির অসংখ্য ব্যবহার রয়েছে। কুপের গভীরতা নির্ণয়, খনিজ সম্পদ উত্তলনের কাজে প্রতিধ্বনি ব্যবহার করা হয়। এছাড়া

আল্ট্রাসাউন্ড এর প্রতিফলন করে শরীরের অভ্যন্তরীণ অংশের ছবি তোলা সম্ভব যা চিকিৎসা ক্ষেত্রে বহুলভাবে ব্যবহৃত হচ্ছে। জন্মান্তর ব্যক্তির প্রতিধ্বনি ব্যবহার করে চলা ফেরা ও দৈনন্দিন কাজ করতে পারে, তবে তার জন্য বিশেষ প্রশিক্ষণের প্রয়োজন।

প্রতিধ্বনি ব্যবহার করে এখন অনেক উন্নত মানের যন্ত্র আবিষ্কৃত হয়েছে যেগুলো আমাদের জীবনকে আরও স্বাচ্ছন্দময় করেছে। মেগাফোন, সাউন্ড বোর্ড, হেয়ারিং বোর্ড এসব আবিষ্কারের মধ্যে অন্যতম।

সুতরাং শব্দের প্রতিধ্বনি আমরা বহুবিধ কাজে ব্যবহার করে থাকি। বিজ্ঞানের অগ্রগতির সাথে এর ব্যবহার আরও ত্বরান্বিত হবে এবং মানুষের জীবন আরও স্বাচ্ছন্দময়, আরও বিজ্ঞান নির্ভর হয়ে উঠবে।

**প্রশ্ন ▶ ৪৮** একজন বালক একটি পাহাড়ের সামনে শব্দ তৈরি করে সাথে সাথে গাড়িতে যাত্রা শুরু করল পাহাড়ের দিকে। সে 1.25s পর শব্দটির প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। গাড়িটি 100kmh<sup>-1</sup> বেগে চলছিল। শব্দটি প্রতি 50 m দূরত্বে যেতে 1000 বার কাপে।

[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

- ক. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কী? ১  
খ. শব্দদূষণ ক্ষতিকর কেন? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. শব্দটির পর্যায়কাল কত যদি ওই দিনের তাপমাত্রা 30°C হয়? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৩  
ঘ. বালকটির প্রথম অবস্থান থেকে পাহাড়ের দূরত্ব কত হবে? গাণিতিকভাবে বের করো। ৪

#### ৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

**খ** বিভিন্ন উৎস থেকে উৎপন্ন জোরালো এবং অপ্রয়োজনীয় শব্দ যখন মানুষের সহনশীলতার মাত্রা ছাড়িয়ে বিরক্তি ঘটায় এবং স্বাস্থ্যের ক্ষতিসাধন করে তখন তাকে শব্দ দূষণ বলে।

অবিরাম তীব্র শব্দ মানসিক উত্তেজনা বাড়ায় ও মেজাজ খিটখিটে করে। শব্দ দূষণ বমি বমি ভাব, ক্ষুধা-মন্দা, রক্তচাপ বৃদ্ধি, হৃদপিণ্ড ও মস্তিষ্কের জটিল রোগ, অনিদ্রাজনিত অসুস্থতা, ক্লান্তি ও অবসাদগ্রস্ত হয়ে পড়া, কর্মক্ষমতা হ্রাস, স্মৃতিশক্তি হ্রাস, মাথা ঘোরা প্রভৃতি ক্ষতিকারক প্রভাব সৃষ্টি করে। হঠাৎ তীব্র শব্দ মানুষের শ্রবণশক্তি নষ্ট করতে পারে।

**গ** দেওয়া আছে,

তাপমাত্রা 30°C

$$\therefore 30^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v_a = 332 + 0.6 \times 30 = 350\text{ms}^{-1}$$

1 বার কম্পনে যে দূরত্ব যায় তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda$  বলে।

$$\therefore \lambda = \frac{50}{1000} = 0.05\text{m}$$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{350}{0.05} = 7000$$

$$\therefore \text{পর্যায়কাল } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{7000} = 1.42 \times 10^{-4} \text{ sec (Ans.)}$$

**ঘ** বালকের বেগ,  $v_b = 100 \text{ kmh}^{-1} = 27.78 \text{ ms}^{-1}$

$t = 1.25\text{s}$  পরে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব  $2h_1$  হলে, ঐ মুহূর্তে পাহাড়

$$\text{হতে বালকের দূরত্ব, } h_1 = \frac{v_a t}{2} = \frac{350 \times 1.25}{2} = 218.75\text{m}$$

$$\text{বালকের অতিক্রান্ত দূরত্ব, } h_2 = v_b t = 27.78 \times 1.25 = 34.725\text{m}$$

$$\therefore 1\text{ম অবস্থায় দূরত্ব, } h = h_1 + h_2 = 253.475\text{m}$$

অতএব, প্রাথমিক অবস্থায় পাহাড় থেকে বালক 253.475 m দূরে ছিল।

**প্রশ্ন ▶ ৪৯** কোন একস্থানে বাতাসের তাপমাত্রা 30°C। ঐ স্থানে পানিতে শব্দের বেগ বাতাসের চারগুণ। ওখানে পানিতে একটি লোহার পাইপের এক প্রান্তে আঘাত করলে অপর প্রান্তে 0.2 s সময়ের ব্যবধানে দুটি শব্দ শোনা যায়। লোহাতে শব্দের বেগ 5130ms<sup>-1</sup>।

[বি এ এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]

- ক. প্রতিসরণাংক কাকে বলে? ১  
খ. প্রতিধ্বনির সাথে 0.1 সেকেন্ডের সম্পর্ক কী? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. লোহার পাইপের দৈর্ঘ্য কত? ৩  
ঘ. পাইপটি বাতাসে রেখে শব্দ করলে অপর প্রান্তে একই সময়ের ব্যবধানে দুটি শব্দ শোনা যাবে কি? উত্তরের পক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

#### ৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং কোনো একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি এক মাধ্যম থেকে অপর মাধ্যমে প্রতিসৃত হলে আপতন কোণের sine ও প্রতিসরণ কোণের sine এর অনুপাতকে ঐ বর্ণের আলোর জন্য প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

**খ** কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের প্রকাশ পায়  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড যাবৎ আমাদের মস্তিষ্ক থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির

স্থায়িত্বকাল বলে। এই  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডের মধ্যে অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছালে

তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। সুতরাং কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে

যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অস্ফুট  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড

সময় নেয়।

**গ** এখানে,

$$\text{লোহাতে শব্দের বেগ, } v_1 = 5130 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বাতাসের তাপমাত্রা} = 30^\circ\text{C}$$

$$\therefore \text{বাতাসে শব্দের বেগ} = (332 + 0.6 \times 30) \text{ ms}^{-1} = 350\text{ms}^{-1}$$

$$\text{প্রশ্নমতে, পানিতে শব্দের বেগ, } v_2 = 4 \times \text{বাতাসে শব্দের বেগ} = 4 \times 350 \text{ ms}^{-1} = 1400 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ধরি, লোহার পাইপের দৈর্ঘ্য} = l$$

লোহার পাইপ ও পানির মধ্যে দিয়ে শব্দ যেতে যথাক্রমে  $t_1$  ও  $t_2$  সময় প্রয়োজন হলে,

$$\text{যেহেতু } v_1 > v_2 \text{ তাই } t_2 > t_1$$

শর্তমতে,

$$t_2 - t_1 = 0.2$$

$$\text{বা, } \frac{l}{v_2} - \frac{l}{v_1} = 0.2$$

$$\text{বা, } l \left( \frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right) = 0.2$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } l &= \frac{0.2}{\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1}} \\ &= \frac{0.2}{\frac{1}{1400} - \frac{1}{5130}} \\ &= \frac{0.2}{\frac{1}{1400} - \frac{1}{5130}} \end{aligned}$$

$$\therefore l = 385.1 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে, লোহাতে শব্দের বেগ,  $v_1 = 5130\text{ms}^{-1}$

$$\text{বাতাসে শব্দের বেগ, } v_2 = 350\text{ms}^{-1}$$

$$\text{লোহার পাইপের দৈর্ঘ্য, } l = 385.1 \text{ m}$$

$\therefore$  লোহার মধ্য দিয়ে পাইপের অপর প্রান্তে পৌঁছাতে শব্দের প্রয়োজনীয়

$$\text{সময়, } t_1 = \frac{l}{v_1} = \frac{385.1}{5130} = 0.075\text{s}$$

বাতাসের মধ্য দিয়ে পাইপের অপর প্রান্তে পৌঁছাতে শব্দের প্রয়োজনীয়

$$\text{সময়, } t_2 = \frac{l}{v_2} = \frac{385.1}{350} = 1.1\text{s}$$

∴ সময় ব্যবধান =  $t_2 - t_1 = (1.1 - 0.075) = 1.025 \text{ s} \approx 2\text{s}$   
 অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, পাইপটি বাতাসে রেখে শব্দ করলে অপর প্রান্তে একই সময়ের ব্যবধানে দুটি শব্দ শোনা যাবে না। এক্ষেত্রে সময় ব্যবধান পূর্বের তুলনায় কম হবে।

**প্রশ্ন ▶ ৫০** মাহি দুই পাহাড়ের মাঝে চিৎকার করায় 1.6s সময়ের ব্যবধানে দুটি প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। দুই পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 700m। সে সময় বায়ুর তাপমাত্রা ছিল  $30^\circ\text{C}$ ।

[বীরশ্রেষ্ঠ মুন্সী আব্দুর রউফ পাবলিক কলেজ]

- ক. তরঙ্গ কী? ১  
 খ. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, তরঙ্গ বেগ ও কম্পাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো। ২  
 গ. প্রথম পাহাড়ের থেকে মাহির অবস্থান কত দূরে? ৩  
 ঘ. প্রথম পাহাড়ের দিকে মাহি কতটুকু অগ্রসর হলে একটি মাত্র প্রতিধ্বনি শুনতে পারে। ৪

### ৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাই তরঙ্গ।

**খ** আমরা জানি, 1 সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণস্পন্দন সম্পন্ন হয় তাকে কম্পাঙ্ক বলে। আবার 1টি পূর্ণ স্পন্দনের সময়ে তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্বকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে। সুতরাং তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda$  হলে,

1 টি পূর্ণ কম্পনের সময়ে তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $\lambda$

$f$  টি কম্পনের সময়ে তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $f\lambda$

যেহেতু কম্পাঙ্ক  $f$ , তাই  $f$  টি পূর্ণ তরঙ্গ তৈরি হয় 1 সেকেন্ডে।

সুতরাং 1 সেকেন্ডে তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $f\lambda$ ; এটাই তরঙ্গবেগ  $v$ ।

সুতরাং তরঙ্গবেগ,  $v = f\lambda$

**গ** এখানে,

পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $s = 700\text{m}$

সময় ব্যবধান = 1.6s

বায়ুর তাপমাত্রা =  $30^\circ\text{C}$

আমরা জানি,  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ =  $332\text{ms}^{-1}$

∴  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = (332 + 0.6 \times 30)\text{ms}^{-1}$

$$= 350 \text{ ms}^{-1}$$

ধরি, প্রথম পাহাড় থেকে মাহির দূরত্ব =  $x \text{ m}$

∴ দ্বিতীয় পাহাড় থেকে মাহির দূরত্ব =  $(700 - x) \text{ m}$

প্রথম ও দ্বিতীয় পাহাড় থেকে প্রতিধ্বনি শোনার সময়কাল যথাক্রমে  $t_1$  ও  $t_2$  হলে, প্রথম পাহাড়টি কাছাকাছি অবস্থিত তাই  $t_1 < t_2$ ।

∴  $t_2 - t_1 = 1.6$

$$\text{বা, } \frac{2(700 - x)}{v} - \frac{2x}{v} = 1.6 \left[ \square t = \frac{2h}{v} \right]$$

$$\text{বা, } \frac{1400 - 4x}{v} = 1.6$$

$$\text{বা, } 1400 - 4x = 1.6v$$

$$\text{বা, } x = \frac{1400 - 1.6 \times 350}{4} \text{ m}$$

$$\therefore x = 210 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** ঐ স্থানে শব্দের বেগ,  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল,  $t = 0.1 \text{ sec}$

∴ প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব,  $d$

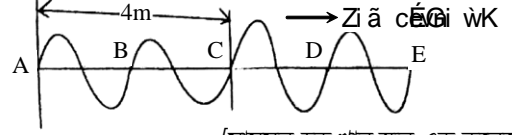
$$\begin{aligned} &= \frac{vt}{2} \\ &= \frac{350 \times 0.1}{2} \text{ m} \\ &= 17.5 \text{ m} \end{aligned}$$

∴ প্রথম পাহাড়ের দিকে মাহীকে ন্যূনতম  $y$  দূরত্ব অগ্রসর হতে হবে যেখানে,

$$\begin{aligned} y &= x - d \\ &= (210 - 17.5)\text{m} \\ &= 192.5\text{m} \end{aligned}$$

∴ মাহী প্রথম পাহাড়ের দিকে ন্যূনতম 192.5m গেলে 1ম পাহাড় হতে প্রতিফলিত শব্দ আর শুনতে পারবে না। তখন শুধুমাত্র ২য় পাহাড় হতে 1টি প্রতিফলিত শব্দ শুনতে পারবে।

### প্রশ্ন ▶ ৫১



[সামসুল হক খান স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

A হতে B তে পৌঁছাতে 0.1s সময় লাগে।

- ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১  
 খ. বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি কেন? ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. বিস্তারিত অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্কের কি পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

**খ** বায়ু অপেক্ষা পানির স্থিতিস্থাপকতা বেশি হওয়ায় পানিতে শব্দের বেগ বেশি।

আমরা জানি, শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন এবং বায়ুর তুলনায় পানির স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম অনেক বেশি। তাই একই কম্পাঙ্কের শব্দ যখন বায়ু ও পানির মধ্য দিয়ে গমন করে, তখন বায়ুর তুলনায় পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃহত্তর মানের হয়। তাই  $v = f\lambda$  সূত্রানুসারে, কম্পাঙ্ক ( $f$ ) ধ্রুব থাকায় বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

**গ** 18(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 10 Hz

**ঘ** 18(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ হবে।

**প্রশ্ন ▶ ৫২** কোনো নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কে কম্পনরত একটি বস্তু 'A' মাধ্যমে 20 cm তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং 160m/s বেগ সম্পন্ন তরঙ্গ উৎপন্ন করে। বস্তুটি B মাধ্যমে 240m/s বেগের তরঙ্গ উৎপন্ন করে।

[চট্টগ্রাম সিটি কর্পোরেশন আলফা বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]

- ক. "বিস্তারিত" কাকে বলে? ১  
 খ. বাদুর কিভাবে পথ চলে ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. 'B' মাধ্যমে তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. 'A' মাধ্যমে যে সময়ে তরঙ্গটি 320m অগ্রসর হবে সেই সময়ে B মাধ্যমে তরঙ্গটি কতগুলো পূর্ণ স্পন্দন দিবে— বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্তারিত বলে।

**খ** শব্দের প্রতিধ্বনির সাহায্যে বাদুর পথ চলে। বাদুর শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করতে পারে এবং শুনতেও পারে। বাদুর শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করে সামনে ছড়িয়ে দেয়। ঐ শব্দ কোনো প্রতিবন্ধকে বাধা পেয়ে আবার বাদুরের কাছে চলে আসে। ফিরে আসা শব্দ শুনে এটি বুঝতে পারে সামনে কোনো বস্তু আছে। কিন্তু বাধা পেয়ে শব্দ ফিরে না এলে এটি বুঝতে পারে সামনে ফাঁকা জায়গা আছে, সেই পথ বরাবর এটি উড়ে চলে।

**গ**

এক্ষেত্রে,  $f$  ধ্রুব  
 তাই,

দেওয়া আছে,  
 B মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v_B = 240\text{ms}^{-1}$

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$$

$$v_B = \frac{v_A \times \lambda_A}{\lambda_B}$$

$$v_B = \frac{160 \times 0.2}{0.3} = 106.67 \text{ ms}^{-1}$$

(Ans.)

ঘ A মাধ্যমে তরঙ্গটি 320m অতিক্রম করতে সময় লাগবে,

$$t_A = \frac{320}{v_A} = \frac{320}{160} = 2 \text{ sec}$$

এই 2 sec এ B মাধ্যমে তরঙ্গটি অতিক্রম করবে,

$$s_B = v_B \times t$$

$$= 106.67 \times 2 = 213.34 \text{ m}$$

$$\therefore \text{মোট স্পন্দন হবে, } \frac{480}{0.3} = 1600 \text{ টি}$$

অতএব, তরঙ্গটি 1600 পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করবে। (Ans.)

**প্রশ্ন ৫৩** একটি ফাঁপা লোহার পাইপের একপ্রান্তে শব্দ করা 0.15sec ব্যবধানে ২টি শব্দ শোনা গেল। পাইপের মধ্যে তাপমাত্রা 20°C এবং লোহাতে শব্দের বেগ 5130ms<sup>-1</sup>.

[বগুড়া সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. শ্রুতিপূর্ব কম্পন কাকে বলে? ১
- খ. শব্দোত্তর শব্দের 3টি ব্যবহার লেখ। ২
- গ. পাইপটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. পাইপটি কেটে অর্ধেক করলে কি প্রান্তে ২টি শব্দ শোনা যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে শব্দের কম্পাঙ্ক 20 Hz এর কম তাকে শব্দেতর কম্পন বা শ্রুতিপূর্ব কম্পন বলা হয়।

**খ** যেসব শব্দের কম্পাঙ্ক 20,000Hz এর বেশি হয় তাকে শব্দোত্তর কম্পন বলে। এর তিনটি ব্যবহার নিচে উল্লেখ করা হলো—

- শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ ব্যবহার করে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা যায়।
- আলট্রাসোনোগ্রাফিতে শব্দোত্তর কম্পন ব্যবহার করে রোগ নির্ণয় করা যায়।
- দাঁতের স্কেলিং এর জন্য শব্দোত্তর কম্পন ব্যবহার করা হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

পাইপের ভেতরে তাপমাত্রা 20°C

আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ 332ms<sup>-1</sup> এবং বায়ুর তাপমাত্রা প্রতি 1°C বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ 0.6ms<sup>-1</sup> পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

$$\therefore 20^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, } v_a = 332 + 0.6 \times 20 = 344 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{লোহাতে শব্দের বেগ, } v_i = 5130 \text{ ms}^{-1}$$

মনে করি,

$$\text{লোহার পাইপের দৈর্ঘ্য} = L$$

L পরিমাণ দূরত্ব বায়ুতে অতিক্রমে শব্দের সময় লাগে =  $\frac{L}{v_a}$  এবং লোহাতে

$$\text{অতিক্রমের সময় লাগে} = \frac{L}{v_i}$$

$$v_i > v_a \text{ হওয়ায় } t_i < t_a$$

$$\therefore \frac{L}{v_i} < \frac{L}{v_a}$$

$$\text{শর্তানুসারে, } \frac{L}{v_a} - \frac{L}{v_i} = 0.15$$

B মাধ্যম শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda_B = ?$

A মাধ্যমে শব্দের বেগ  $v_A = 160 \text{ ms}^{-1}$

A মাধ্যম তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda_A = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

$$\text{বা, } L \left( \frac{1}{344} - \frac{1}{5130} \right) = 0.15$$

$$\therefore L = 55.31 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** পাইপটিকে কেটে অর্ধেক করা হলে,

$$\text{পাইপের দৈর্ঘ্য হবে, } L' = \frac{1}{2} L$$

$$= \frac{1}{2} \times 55.31$$

$$= 27.655 \text{ m}$$

20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v_a = 332 + 0.6 \times 20 = 344 \text{ ms}^{-1}$

27.65m দৈর্ঘ্যের পাইপের ভেতরের বাতাসের মধ্যদিয়ে শব্দের সময়

$$\text{লাগে, } t_a = \frac{27.655}{344} = 0.08 \text{ s}$$

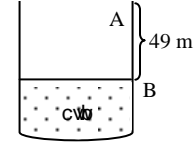
27.65 দৈর্ঘ্যের লোহার ভেতর দিয়ে যেতে প্রয়োজনীয় সময়,  $t_i = \frac{27.655}{5130} = 0.00539 \text{ s}$

$$\therefore \text{সময় ব্যবধান, } \Delta t = 0.08 - 0.00539 = 0.075 \text{ s}$$

$\Delta t = 0.075 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$  (শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল)

যেহেতু সময় ব্যবধান 0.1s অপেক্ষা কম, অতএব, পাইপটি অর্ধেক করা হলে অপর প্রান্তে দুইটি শব্দ শোনা যাবে না। অর্থাৎ ১টি মাত্র শব্দ শোনা যাবে।

**প্রশ্ন ৫৪** নম্রতা একটি Stop Watch এর সাহায্যে কুপের মুখ A বিন্দু হতে একটি বস্তুকে ফেলে দেয়ার মুহূর্ত থেকে বস্তুর পানিতে পতনের শব্দ কানে আসা পর্যন্ত সময় রেকর্ড করল 3.30 s।



পানির কূপ

[সরকারি এস.সি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কাকে বলে? ১
- খ. ছোট কক্ষে প্রতিধ্বনি কেন শোনা যায় না? ২
- গ. কত সময় পর বস্তুটি পানি স্পর্শ করবে বের কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের তথ্য হতে ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৪

#### ৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাই তরঙ্গ।

**খ** ছোট কক্ষে শব্দ এর উৎস হতে উৎপন্ন হয়ে অপর প্রান্তে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় ফিরে আসতে 0.1s এর চেয়ে কম সময় লাগে বলে ছোট কক্ষে প্রতিধ্বনি শোনা যায় না। কারণ একটি শব্দ শোনার পর 0.1s বা শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকালের চেয়ে কম সময়ে অন্য শব্দ আসলে মস্তিষ্ক আলাদা করতে পারে না।

**গ** দেওয়া আছে,

পানির স্তরের উচ্চতা,  $h = 49 \text{ m}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

সময়,  $t = ?$

জানা আছে,

$$h = ut + \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } 49 = 0 + 4.9t^2$$

[বস্তুটি স্থির অবস্থা থেকে ফেলা হয়েছিল তাই,  $u = 0$ ]

$$\text{বা, } t^2 = 10$$

∴ t = 3.16s (Ans.)

ঘ দেওয়া আছে,

পানি পতনের শব্দ কানে আসতে সময় = 3.30s

‘গ’ হতে পাই,

বস্তুটি পানির উপরিতল স্পর্শ করতে সময় = 3.16s

∴ সময় ব্যবধান বা শব্দ A বিন্দুতে আসতে সময়, t = 3.30 – 3.16 = 0.14s

কূপের উচ্চতা, h = 49m

বায়ুতে শব্দের বেগ, v = ?

বায়ুর তাপমাত্রা, θ = ?

জানা আছে,

$$h = vt$$

$$\text{বা, } v = \frac{h}{t} = \frac{49}{0.14}$$

$$\therefore v = 350 \text{ ms}^{-1}$$

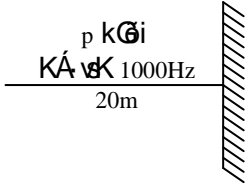
যেহেতু 0°C তাপমাত্রার বায়ুতে শব্দের বেগ 332ms<sup>-1</sup> এবং প্রতি 1°C

তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ুর বেগ 0.6ms<sup>-1</sup> করে বৃদ্ধি পায়, অতএব,

$$\text{বায়ুর তাপমাত্রা, } \theta = \frac{350 - 332}{0.6} \text{ } ^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C}$$

অর্থাৎ ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 30°C।

প্রশ্ন ▶ ৫৫



চিত্রে p বিন্দু থেকে শব্দ উৎপন্ন হয়ে 20m দূরে প্রতিফলক পৃষ্ঠে বাধা পেয়ে ফিরে এল। শব্দের কম্পাংক 1000Hz এবং বায়ুর তাপমাত্রা 20°C।

[সৃজনী বিদ্যানিকেতন, পটুয়াখালী]

- ক. তরঙ্গ কী? ১  
 খ. শব্দের তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ নির্ণয় করো। ২  
 গ. শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. p অবস্থান থেকে শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাই তরঙ্গ।

খ শব্দ তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর সামনে পেছনে গতির সমান্তরালে প্রবাহিত হয়। মাধ্যমের সংকোচন ও প্রসারণ নিয়ে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত। তাই শব্দ একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

গ দেওয়া আছে,

বায়ুর তাপমাত্রা, θ = 20°C

$$\therefore \theta \text{ তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v_\theta = 332 + 0.6\theta \\ = (332 + 0.6 \times 20) \text{ ms}^{-1} \\ = 344 \text{ ms}^{-1}$$

শব্দের কম্পাঙ্ক, f = 1000 Hz

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ = ?

এখন, v<sub>θ</sub> = fλ

$$\therefore \lambda = \frac{v_\theta}{f} \\ = \frac{344}{1000} \text{ m} \\ = 0.344 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ ‘গ’ অংশ হতে পাই,

20°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, v = 344ms<sup>-1</sup>

জানা আছে, শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল, t = 0.1 sec

মনে করি, উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব d হলে, প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

$$\therefore d = \frac{vt}{2} \\ = \frac{344 \times 0.1}{2} \\ = 17.2 \text{ m}$$

∴ 20°C তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব ন্যূনতম 17.2m হতে হবে।

উদ্দীপক অনুযায়ী, P বিন্দু থেকে প্রতিফলক পৃষ্ঠের দূরত্ব 20m যা 17.2m এর চেয়ে বেশি।

অতএব, P অবস্থান থেকে শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৫৬ উঁচু পাহাড়ের দিকে চলন্ত একটি জাহাজ 900m দূর থেকে হুইসেল বাজালে 5sec পর প্রতিধ্বনি শোনা যায়। সেদিন বায়ুতে শব্দের বেগ ছিল 344ms<sup>-1</sup>।

[শেরপুর সরকারি ভিক্টোরিয়া একাডেমী, শেরপুর]

- ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১  
 খ. অনুপ্রস্থ তরঙ্গ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য লিখ। ২  
 গ. উদ্দীপকে সেদিন বায়ুর তাপমাত্রা কত ছিল? ৩  
 ঘ. উদ্দীপকে জাহাজের বেগ নির্ণয় করো। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

খ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের পার্থক্য:

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ	অনুপ্রস্থ তরঙ্গ
১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।	১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাই অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।
২. সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়।	২. মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।
৩. একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত।	৩. একটি তরঙ্গশীর্ষ ও একটি তরঙ্গ পাদ নিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত।

গ দেওয়া আছে,

বায়ুতে শব্দের বেগ, v<sub>a</sub> = 344ms<sup>-1</sup>

আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, v<sub>0</sub> = 332ms<sup>-1</sup>। প্রতি 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য 0.6ms<sup>-1</sup> হারে শব্দের বেগ বাড়ে।

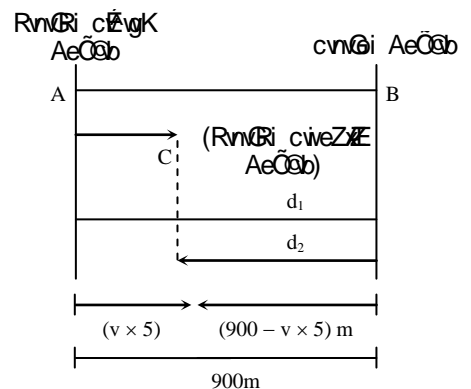
∴ ঐ দিনের তাপমাত্রা θ°C হলে

$$v_a = 332 + 0.6 \times \theta = 344$$

$$\text{বা, } 0.6\theta = (344 - 332) = 12$$

$$\text{বা, } \theta = \frac{12}{0.6} = 20^\circ\text{C (Ans.)}$$

ঘ



দেওয়া আছে, প্রাথমিকভাবে জাহাজ থেকে পাহাড়ের দূরত্ব 900m  
জাহাজের বেগ  $v$  হলে 5sec এ জাহাজটি 5v দূরত্ব অতিক্রম করবে।  
শব্দ উৎপত্তি থেকে প্রতিধ্বনি শোনা পর্যন্ত শব্দ অতিক্রম করবে

$$d = d_1 + d_2 = \{900 + (900 - 5v)\}$$

বায়ুতে শব্দের বেগ  $344\text{ms}^{-1}$

$$\therefore 5\text{sec এ শব্দ অতিক্রম করবে } d = 344 \times 5 = 1720\text{m}$$

শর্তানুসারে,

$$900 + (900 - 5V) = 1720$$

$$\text{বা, } 5v = 1800 - 1720$$

$$\text{বা, } v = 16\text{ms}^{-1}$$

অর্থাৎ উদ্দীপকে জাহাজের বেগ ছিল  $16\text{ms}^{-1}$

**প্রশ্ন ▶ ৫৭**



A ও B দুটি সুর শলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 500 Hz এবং 350 Hz।  
A শলাকাটি যে সময়ে বাতাসে 200 বার কম্পন করে সে সময়ে এটি দ্বারা সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গ বাতাসে 150m দূরত্ব অতিক্রম করে। অন্য মাধ্যমে এদের দ্বারা সৃষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 2 m।

[চট্টগ্রাম সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]

- ক. দশা কাকে বলে? ১  
খ. শব্দ তরঙ্গ কোন ধরনের ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. বাতাসে A শলাকাটির উৎপন্ন শব্দের বেগ কত? ৩  
ঘ. কোন মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি ছিল—গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থাকে তার দশা বলে।

**খ** কোনো বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় এবং সঞ্চালনের জন্য স্থিতিস্থাপক জড় মাধ্যমের প্রয়োজন হয়। তাই শব্দ একটি যান্ত্রিক তরঙ্গ। আবার শব্দ তরঙ্গের প্রবাহের দিক এবং কম্পনের দিক একই বলে এটি একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{A শলাকার কম্পাঙ্ক, } f &= 500 \text{ Hz} \\ \text{কম্পন সংখ্যা, } N &= 200 \\ \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s &= 150 \text{ m} \end{aligned}$$

বের করতে হবে বাতাসে শব্দের বেগ,  $v = ?$

শব্দের দৈর্ঘ্য  $\lambda$  হলে,

$$s = N\lambda$$

$$\lambda = \frac{s}{N}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{150}{200} \text{ m} \\ &= 0.75 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\therefore v = f\lambda$$

$$\begin{aligned} &= (500 \times 0.75) \text{ ms}^{-1} \\ &= 375 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** “গ” অংশ হতে পাই,

$$\text{বাতাসে শব্দের বেগ, } v = 375\text{ms}^{-1}$$

উদ্দীপক অনুসারে,

$$\text{A শলাকার কম্পাঙ্ক, } f_A = 500 \text{ Hz}$$

$$\text{B শলাকার কম্পাঙ্ক, } f_B = 350 \text{ Hz}$$

ধরা যাক, নতুন মাধ্যমে শব্দের বেগ  $v'$  এবং A ও B শলাকার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে  $\lambda_A$  ও  $\lambda_B$ ।

প্রশ্নমতে,

$$\lambda_A \sim \lambda_B = 2$$

$$\text{বা, } \frac{v'}{f_A} \sim \frac{v'}{f_B} = 2$$

$$\text{বা, } \frac{v'}{500} \sim \frac{v'}{350} = 2$$

আমরা জানি, কোনো ভগ্নাংশের হর বড় হলে এর ভাগফল ছোট হয়, আবার হর ছোট হলে ভাগফল বড় হয়।

$$\text{সুতরাং, } \frac{v'}{350} > \frac{v'}{500}$$

$$\therefore \frac{v'}{350} - \frac{v'}{500} = 2$$

$$\text{বা, } \frac{10v' - 7v'}{3500} = 2$$

$$\text{বা, } 3v' = 7000$$

$$\text{বা, } v' = 2333.33\text{ms}^{-1}$$

যেহেতু, বাতাসে শব্দের বেগ,  $v <$  নতুন মাধ্যমে শব্দের বেগ,  $v'$

সুতরাং নতুন মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি।

**প্রশ্ন ▶ ৫৮** একটি শব্দ উৎস থেকে উৎপন্ন হয়ে 303K তাপমাত্রার বাতাসে সংকোচন প্রসারণের মাধ্যমে অগ্রসর হয়ে 50m দূরে অবস্থিত প্রতিফলকে বাঁধা পায়। প্রতিটি সংকোচনের দৈর্ঘ্য 1m। পানিতে শব্দের বেগ  $1450\text{ms}^{-1}$ । [পাবনা সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, পাবনা]

- ক. শ্রাব্যতার সীমা কী? ১  
খ. কোন শব্দের তীব্রতা  $10^{-6}\text{Wm}^{-2}$  বলতে কী বোঝায়? ২  
গ. উৎপন্ন শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উক্ত ঘটনা পানিতে ঘটলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কিনা গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

#### ৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শ্রাব্যতার সীমা হলো মানুষের শ্রবণ শব্দের কম্পাঙ্কের সীমা।

**খ** কোনো শব্দের তীব্রতা  $10^{-6}\text{Wm}^{-2}$  বলতে বোঝায় শব্দ বিস্তারের অভিমুখের সাথে লম্বভাবে  $1\text{m}^2$  ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে  $10^{-6}\text{J}$  শক্তি প্রবাহিত হয়।

**গ** এখানে,

$$\begin{aligned} \text{বায়ুর তাপমাত্রা} &= 303\text{K} \\ &= (303 - 273)^\circ\text{C} \\ &= 30^\circ\text{C} \end{aligned}$$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda =$  একটি সংকোচন + একটি প্রসারণ

$$\begin{aligned} &= 1\text{m} + 1\text{m} [\text{সংকোচন} = \text{প্রসারণ}] \\ &= 2\text{m} \end{aligned}$$

শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = ?$

আমরা জানি,

$$0^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ} = 332\text{ms}^{-1}$$

$$\therefore 30^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = (332 + 0.6 \times 30)\text{ms}^{-1} = 350 \text{ ms}^{-1}$$

আবার,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

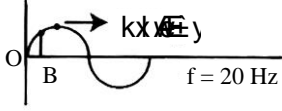
$$\text{বা, } f = \frac{350}{2} \text{ s}^{-1}$$

$$\therefore f = 175 \text{ Hz (Ans.)}$$

**ঘ** ২০(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

**প্রশ্ন ▶ ৫৯** নিচের চিত্রের আলোকে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



OB = 0.4m এবং এই দূরত্বে যেতে সময় লাগে 0.02 সেকেন্ড।  
[জামালপুর সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. কম্পাংক কী? ১  
খ. ভিন্ন ভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগ বিভিন্ন কেন? ২  
গ. উদ্দীপকের তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? ৩  
ঘ. 10 সেকেন্ডে তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো এবং মাধ্যম ও তাপমাত্রার উপর শব্দের বেগ নির্ভর করে— ব্যাখ্যা করো। ৪

### ৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ শব্দ সঞ্চালনের জন্য কোনো না কোনো মাধ্যমের প্রয়োজন হয়। কোনো মাধ্যমে শব্দের বেগ ঐ মাধ্যমের ঘনত্ব ও স্থিতিস্থাপক গুণাক্ষের ওপর নির্ভর করে। বিভিন্ন মাধ্যমের ঘনত্ব ও স্থিতিস্থাপক গুণাক্ষ বিভিন্ন হওয়ায় বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিভিন্ন হয়। নির্দিষ্ট উৎস হতে সৃষ্ট শব্দের কম্পাঙ্ক 'f' মাধ্যমের পরিবর্তন হলেও প্রবৃত্ত থাকে। ফলে  $v = f\lambda$  সূত্রানুযায়ী ভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগ ভিন্ন হয়।

গ এখানে, তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক,  $f = 20 \text{ Hz}$

∴ তরঙ্গটির পর্যায়কাল,  $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{20} = 0.05 \text{ s}$

তরঙ্গটি 0.02 সেকেন্ডে অতিক্রম করে OB = 0.4m

অতএব, তরঙ্গটি 0.05 সেকেন্ডে অতিক্রম করে  $\left(\frac{0.05 \times 0.4}{0.02}\right) = 1 \text{ m}$

সুতরাং, উদ্দীপকের তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1m (Ans.)

ঘ এখানে, তরঙ্গটির 0.02 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব = 0.4 m

তাহলে, 10 সেকেন্ডে তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব =  $\left(\frac{0.4 \times 10}{0.02}\right) \text{ m}$   
= 200m

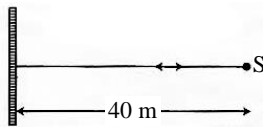
মাধ্যম ও তাপমাত্রা পরিবর্তনের সাথে সাথে শব্দের বেগ পরিবর্তিত হয়। মাধ্যমের পরিবর্তন হলে মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতার পরিবর্তন ঘটে। মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক গুণাক্ষ বেড়ে গেলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়। আবার মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক গুণাক্ষ কমে গেলে শব্দের বেগও কমে যায়। এ কারণে বায়ুতে শব্দের বেগ কম, তরলে তার চেয়ে বেশি আর কঠিন পদার্থে সবচেয়ে বেশি।

আবার, তাপমাত্রা বেড়ে গেলে শব্দ তরঙ্গের কণাগুলোর কম্পন বেড়ে যায় অর্থাৎ কণাগুলোর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। এই অবস্থায় মাধ্যমের কণাগুলো দ্রুত কম্পিত হতে পারে। ফলে শব্দ তরঙ্গের বেগ বেড়ে যায়। এ কারণে নিম্ন তাপমাত্রায় শব্দের বেগ কম এবং তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে শব্দের বেগও বৃদ্ধি পায়।

তাপমাত্রার সাথে শব্দের বেগের গাণিতিক সম্পর্ক

$v_0 = (332 + 0.6\theta) \text{ ms}^{-1}$ ,  $0^\circ$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $332 \text{ ms}^{-1}$  এবং প্রতি  $1^\circ \text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বা হ্রাসে বাতাসে শব্দের বেগ  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  করে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

প্রশ্ন ▶ ৬০ নিচের চিত্রটি লক্ষ্য করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



মাইশা S অবস্থান হতে শব্দ করলে 0.29 sec পর প্রতিধ্বনি শুনতে পায়।

[গভর্নমেন্ট ল্যাবরেটরী হাই স্কুল, ময়মনসিংহ]

- ক. কম্পাংক কাকে বলে? ১  
খ. শব্দ একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ—ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উপরোক্ত তথ্যের আলোকে ঐ দিনের তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৩

ঘ. মাইশা S অবস্থান প্রতিফলকের দিকে সর্বোচ্চ কত দূরত্ব অতিক্রম করলেও সে তার উৎপন্ন শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ শব্দ তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর সামনে পেছনে তরঙ্গের গতির দিকের সমান্তরালে প্রবাহিত হয়। মাধ্যমের সংকোচন ও প্রসারণ নিয়ে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত। তাই শব্দ একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

গ এখানে,

উৎস হতে প্রতিফলকের দূরত্ব,  $d = 40 \text{ m}$

প্রতিধ্বনি শোনার প্রয়োজনীয় সময়,  $t = 0.29 \text{ s}$

ধরি, শব্দের বেগ =  $v$

ঐ দিনে বায়ুর তাপমাত্রা,  $\theta = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v = \frac{2 \times 40}{0.29}$$

$$= 275.87 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি,  $0^\circ \text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ  $332 \text{ ms}^{-1}$ ।

∴ শব্দের বেগ  $(332 - 275.86) \text{ m}$  বা  $56.14 \text{ ms}^{-1}$  হ্রাস পেয়েছে।

এখন,  $1^\circ \text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসে  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  শব্দের বেগ বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

∴  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  শব্দের বেগ হ্রাস পেলে তাপমাত্রা হ্রাস পায় =  $1^\circ \text{C}$

∴  $56.14 \text{ ms}^{-1}$  শব্দের বেগ হ্রাস পেলে তাপমাত্রা হ্রাস পায়

$$= \frac{56.14 \times 1}{0.6}$$

$$= 93.567^\circ \text{C}$$

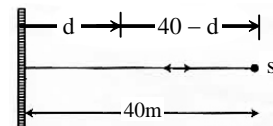
∴ ঐ দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল =  $0^\circ \text{C} - 93.567^\circ \text{C}$

$$= -93.567^\circ \text{C (Ans.)}$$

সুতরাং মাইশার পক্ষে কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পাওয়া অসম্ভব।

[বিঃদ্র: বায়ুর তাপমাত্রা  $-93.567^\circ \text{C}$  খুবই নিম্ন তাপমাত্রা। ঐ তাপমাত্রায় মানুষের পে-টোপ-জমে পর্যন্ত জমে যাবে।

ঘ মনে করি, মাইশা প্রতিফলক থেকে সর্বনিম্ন  $d$  দূরত্বে থাকলে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।



আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যবর্তী সময় 0.1s হওয়া প্রয়োজন।

এখানে, 'গ' অংশ হতে পাই, শব্দের বেগ,  $v = 275.86 \text{ ms}^{-1}$

সময়,  $t = 0.1 \text{ s}$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2}$$

$$\text{বা, } d = \frac{275.86 \times 0.1}{2}$$

$$= 13.793 \text{ m}$$

∴ ঐ ক্ষেত্রে S অবস্থান থেকে মাইশার সর্বোচ্চ দূরত্ব হবে =  $40 - 13.793 \text{ m}$

= 26.207 m

সূত্রাং মাইশা S অবস্থান থেকে প্রতিফলকের দিকে সর্বোচ্চ 26.207m দূরত্ব অতিক্রম করলেও সে তার উৎপন্ন শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

- প্রশ্ন ▶ ৬১** লোহার তৈরি একটি ফাঁপা নলের এক প্রান্তে একজন শ্রমিক হাতুড়ি দ্বারা একটি আঘাত করলে অপর প্রান্তে শ্রমিক 0.25s অল্প দুটি শব্দ শুনতে পায়। ঐ সময়ের বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 20°C। পানি ও লোহার মধ্যে দিয়ে শব্দ তরঙ্গের বেগ যথাক্রমে 1450ms<sup>-1</sup> ও 5130ms<sup>-1</sup>। [বিদ্যাময়ী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, ময়মনসিংহ]
- ক. পীড়ন কী? ১  
খ. ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি, স্পন্দন গতি নয়—কেন? ২  
গ. লোহার পাইপটির দৈর্ঘ্য কত ছিল নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উদ্দীপকের পাইপটি পানি দ্বারা পূর্ণ থাকলে ঐরূপ দুটি শব্দ শুনতে পাবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ-ষণ করো। ৪

### ৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তু মধ্য বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তু ভিতরে একটি প্রতিরোধ বলের উদ্ভব হয়। বস্তু ভিতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

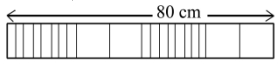
**খ** ঘড়ির কাঁটা গতিপথের নির্দিষ্ট কোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর (60s, 1 hour, 12 hour) একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি। স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে বস্তু পর্যায়কালের অর্ধেক সময় এক দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় পূর্বগতির বিপরীত দিকে চলে। যেহেতু ঘড়ির কাঁটা এর পর্যায়কালের পুরো সময় একই কৌণিক দিকে ঘোরে, সেহেতু এর গতি স্পন্দন গতি নয়। স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণার গতিপথ খোলা সরল বা বক্ররেখা হয়, কিন্তু ঘড়ির কাঁটার গতিপথ বৃত্তাকার যা বন্ধ বক্ররেখা। অতএব, বলা যায় যে, ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি হলেও স্পন্দন গতি নয়।

**গ** ৩৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 92.18 m

**ঘ** এখানে, লোহার শব্দের বেগ,  $v_i = 5130 \text{ ms}^{-1}$   
পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1450 \text{ ms}^{-1}$   
পাইপের দৈর্ঘ্য,  $L = 92.18 \text{ m}$  ('গ' হতে প্রাপ্ত)  
লোহার মধ্য দিয়ে  $L = 92.18 \text{ m}$  পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দের প্রয়োজনীয় সময়,  $t_i = \frac{L}{v_i} = \frac{92.18}{5130} = 0.018 \text{ s}$   
আবার, পানির মধ্য দিয়ে  $L = 92.18 \text{ m}$  পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময়,  $t_w = \frac{L}{v_w} = \frac{92.18}{1450} = 0.0635 \text{ s}$   
তাহলে এ সময়কালদ্বয়ের ব্যবধান =  $(0.0635 - 0.018) \text{ s}$   
 $= 0.0455 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$

যেহেতু মস্তিষ্কে শ্রবণের অনুভূতি 0.1s সময়কাল পর্যন্ত থেকে যায়, সূত্রাং শব্দদ্বয় 0.0455 s ব্যবধানে শ্রমিকের কানে উপস্থিত হওয়ায় লোহার পাইপটি পানি দ্বারা পূর্ণ থাকলে শ্রমিক ঐরূপ দুটি শব্দ শুনতে পাবে না।

**প্রশ্ন ▶ ৬২** নির্দিষ্ট উৎস হতে সৃষ্ট শব্দের বায়ুতে তরঙ্গ—



বায়ুর তাপমাত্রা 20°C

পানিতে শব্দের বেগ 1450ms<sup>-1</sup>

[কুমিল-৭ মডার্ন হাই স্কুল]

- ক. তরঙ্গদৈর্ঘ্য কি? ১  
খ. পুরস্কারের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারী ও শিশুদের গলার স্বর তীক্ষ্ণ কেন? ২  
গ. বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. বায়ুর তুলনায় পানিতে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কিরূপ পরিবর্তন হবে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ-ষণ করো। ৪

### ৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

**খ** মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দু'টো পর্দা আছে, যা স্বরতন্ত্রী বা ভোকাল কর্ড নামে পরিচিত। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। বয়স্ক পুরুষদের ভোকাল কর্ড বয়সের সঙ্গে সঙ্গে দৃঢ় হয়ে পড়ে। কিন্তু নারী ও শিশুর ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না, ফলে বয়স্ক পুরুষদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং নারী ও শিশুদের স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। তাই পুরুষদের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারী ও শিশুর কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ।

**গ** উদ্দীপক অনুযায়ী,

বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের 2টি সংকোচন ও প্রসারণের দৈর্ঘ্য 80 cm

$$\therefore \text{একটি সংকোচন ও প্রসারণের দৈর্ঘ্য} = \frac{80}{2} = 40 \text{ cm}$$

আমরা জানি, পাশাপাশি একটি সংকোচন ও প্রসারণ নিয়ে একটি কম্পন সম্পন্ন হয়।

$$\therefore \text{তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য } \lambda = 1 \text{টি সংকোচন} + 1 \text{টি প্রসারণ} = 40 \text{ cm (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে,

বায়ুর তাপমাত্রা 20°C

$$\therefore \text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } v_a = 344 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{এবং বায়ুতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_a = 40 \text{ cm ['গ' হতে প্রাপ্ত]} = 0.4 \text{ m}$$

আবার পানিতে শব্দের বেগ,  $v_w = 1450 \text{ ms}^{-1}$

উভয় মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক সমান কারণ মাধ্যমের উপর ইহা নির্ভর করে না নির্ভর করে উৎসের উপর।

এবং পানিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda_w$

$$\text{আমরা জানি, } f = \frac{v_a}{\lambda_a} = \frac{344}{0.4} = 860 \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } f = \frac{v_w}{\lambda_w}$$

$$\text{বা, } \lambda_w = \frac{v_w}{f} = \frac{1450}{860} = 1.69 \text{ m}$$

$\therefore$  পানিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বায়ুর তুলনায় অনেক বেড়ে যায়।

$$\therefore \text{বায়ুর তুলনায় পানিতে শব্দ তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি} = (1.69 - 0.4) \text{ m} = 1.29 \text{ m}$$

**প্রশ্ন ▶ ৬৩** সিহাব প্রতিফলক পৃষ্ঠ থেকে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে দাঁড়িয়ে 20°C তাপমাত্রায় শব্দ করায় 1.25 সেকেন্ড পরে প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। কিন্তু পরের দিন ঠিক একই জায়গায় দাঁড়িয়ে শব্দ করায় 1.19 সেকেন্ড পরে প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। বিষয়টি তার কাছে অস্বাভাবিক মনে হওয়ায় পরের দিন শিক্ষকের নিকট জানতে কারণ জানতে চাইল।

[সরকারি পি.এন. বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, রাজশাহী]

- ক. লোহাতে শব্দের দ্রুতি কত? ১  
খ. শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার লিখ। ২  
গ. সিহাব প্রতিফলক পৃষ্ঠ থেকে কত দূরত্বে দাঁড়িয়ে ছিল— বের করো। ৩  
ঘ. দূরত্ব একই হওয়া সত্ত্বেও প্রতিধ্বনি শুনতে সময়ের ব্যবধানের কারণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ-ষণ করো। ৪

### ৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** 20°C তাপমাত্রায় লোহাতে শব্দের দ্রুতি 5130 ms<sup>-1</sup>।

**খ** শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার নিচে দেয়া হলো—

- সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়ে
- কাপড়ের ময়লা পরিষ্কার করতে
- রোগ নির্ণয়ে
- চিকিৎসাক্ষেত্রে

- v. ধাতব পিস্তল বা পাতে সূক্ষ্মতম ফটল অনুসন্ধানে  
vi. সূক্ষ্ম ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করার কাজে  
vii. ক্ষতিকর রোগজীবাণু ধ্বংসের কাজে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বায়ুর তাপমাত্রা, } \theta = 20^\circ\text{C}$$

$$\therefore 20^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = 344 \text{ ms}^{-1}$$

প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t = 1.25 \text{ s}$

প্রতিফলক পৃষ্ঠ থেকে সিহাবের দূরত্ব,  $d = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } d &= \frac{vt}{2} \\ &= \frac{344 \times 1.25}{2} \text{ m} \\ &= 215 \text{ m (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

প্রতিফলক পৃষ্ঠ থেকে সিহাবের দূরত্ব,  $d = 215 \text{ m}$

পরের দিন প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t_1 = 1.19 \text{ s}$

পরের দিন শব্দের বেগ  $v_1$  হলে,

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{2d}{t_1} \\ &= \frac{2 \times 215}{1.19} \text{ ms}^{-1} \\ &= 361.34 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

ঐদিন বায়ুর তাপমাত্রা  $\theta_1$  হলে,

$$v_1 = 332 + 0.6\theta_1$$

$$\text{বা, } 361.34 - 332 = 0.6\theta_1$$

$$\therefore \theta_1 = \frac{361.34 - 332}{0.6} = 48.9^\circ\text{C}$$

কিন্তু পূর্বের দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল,  $\theta = 20^\circ\text{C}$

দেখা যাচ্ছে,  $\theta_1 > \theta$

অতএব, বায়ুর তাপমাত্রা বেড়ে যাওয়ায় শব্দের বেগ বৃদ্ধির জন্য সিহাব একই দূরত্বে দাঁড়িয়ে কম সময়ে প্রতিধ্বনি শুনতে পেয়েছিল।

**প্রশ্ন ৬৪** ঢাকা বেতার কেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভে  $350\text{Hz}$  এ রাত নয়টায় সংগীতানুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিও তরঙ্গ বেগ  $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ । পানিতে সৃষ্ট অপর একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য রেডিও তরঙ্গটির এক শতাংশ।

[চট্টগ্রাম সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]

- ক. শব্দের প্রাবল্য কী? ১  
খ. ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যাবৃত্ত গতি-ব্যখ্যা কর। ২  
গ. রেডিও তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. পানিতে শব্দের বেগ  $1450 \text{ ms}^{-1}$  হলে রেডিও তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গের কম্পাঙ্কের কতগুণ-গাণিতিকভাবে বিশেষ-ষণ কর। ৪

#### ৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাই হলো শব্দের প্রাবল্য।

**খ** ঘড়ির কাঁটা গতিপথের নির্দিষ্ট কোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর (60s, 1 hour, 12 hour) একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যাবৃত্ত গতি। স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে বস্তু পর্যায়কালের অর্ধেক সময় এক দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় পূর্বগতির বিপরীত দিকে চলে। যেহেতু ঘড়ির কাঁটা এর পর্যায়কালের পুরো সময় একই কৌণিক দিকে ঘোরে, সেহেতু এর গতি স্পন্দন গতি নয়। স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণার গতিপথ খোলা সরল বা বক্ররেখা হয়, কিন্তু ঘড়ির কাঁটার গতিপথ বৃত্তাকার যা বদ্ধ বক্ররেখা। অতএব, বলা যায় যে, ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যাবৃত্ত গতি হলেও স্পন্দন গতি নয়।

**গ** ২(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $857.143 \times 10^3 \text{ m}$

**ঘ** ২(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর:  $2.06 \times 10^3$  গুণ।

**প্রশ্ন ৬৫** P মাধ্যমে দুটি ভিন্ন উৎস হতে সৃষ্ট শব্দদ্বয়ের কম্পাঙ্ক  $340\text{Hz}$  এবং  $400\text{Hz}$ । এদের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য  $0.06 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$  অপর একটি মাধ্যম Q তে শব্দের বেগ  $40\text{ms}^{-1}$ ।

[মাতৃপীঠ সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, চাঁদপুর]

- ক. তাপধারণ ক্ষমতা কী? ১  
খ. বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে চারটি পার্থক্য লিখ। ২  
গ. P মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. মাধ্যমদ্বয়ে একই শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য  $0.1\text{m}$  হলে তঙ্গটির 80 বার কম্পনে Q মাধ্যমে  $124\text{m}$  যেতে পারবে কিনা – গাণিতিক বিশেষ-ষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

#### ৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো বস্তুর তাপমাত্রা  $1\text{K}$  বাড়াতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ বস্তুর তাপধারণ ক্ষমতা বলে।

**খ** বাষ্পায়ন ও স্ফুটনের মধ্যে পার্থক্য:

বাষ্পায়ন	স্ফুটন
i. যেকোন তাপমাত্রায় তরলের শুধুমাত্র উপরিতল থেকে ধীরে ধীরে বাষ্পে পরিণত হওয়ার প্রক্রিয়াকে বাষ্পায়ন বলে।	i. তাপ প্রয়োগে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরলের সকল স্থান থেকে দ্রুত বাষ্পে পরিণত হওয়ার ঘটনা হল স্ফুটন।
ii. বাষ্পায়ন ঘটে সাধারণ কক্ষ তাপমাত্রায় বা নিম্নতর তাপমাত্রায়।	ii. স্ফুটন ঘটে তরলের স্ফুটনাঙ্কের তাপমাত্রায়।
iii. বাষ্পায়নের হার তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে।	iii. স্ফুটনের মান চাপের উপর নির্ভর করে।
iv. বাষ্পচাপ সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের সমান হয়।	iv. বাষ্পচাপ সাধারণ বায়ুমণ্ডলীয় চাপের চেয়ে বেশি হয়।

**গ** ৪(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $374 \text{ ms}^{-1}$

**ঘ** ৪(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর: তরঙ্গটি  $124 \text{ m}$  যেতে পারবে না।

**প্রশ্ন ৬৬** কুপে নিষ্কিন্ত একটি পাথর পানির উপরিতলে  $29.4 \text{ ms}^{-1}$  বেগে আঘাত করে। পাথরটি নিষ্কপের  $3.33 \text{ s}$  পরে পানির শব্দ শোনা গেলো। উল্লেখ্য যে  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ  $332\text{ms}^{-1}$ ।

[রাজশাহী কলেজিয়েট স্কুল]

- ক. যান্ত্রিক তরঙ্গ কী? ১  
খ. বায়ু মাধ্যমে অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি কেন? ২  
গ. কুপের গভীরতা নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উদ্দীপকের ঘটনায় শব্দের গতিবেগের কোনো পরিবর্তন ঘটেছে কী? বিশেষ-ষণ করো। ৪

#### ৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাকে যান্ত্রিক তরঙ্গ বলে।

**খ** বায়ু অপেক্ষা পানির ঘনত্ব বেশি হওয়ায় পানিতে শব্দের বেগ বেশি আমরা জানি, শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন এবং বায়ুর তুলনায় পানির স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম অনেক বেশি। তাই একই কম্পাঙ্কের শব্দ যখন বায়ু ও পানির মধ্য দিয়ে গমন করে, তখন বায়ুর তুলনায় পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃহত্তর মানের হয়। তাই  $v = f\lambda$  সূত্রানুসারে, কম্পাঙ্ক ( $f$ ) ধ্রুব থাকায় বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

**গ** ৪০(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর:  $44.1 \text{ m}$

**ঘ** ৪০(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তর:  $198.36 \text{ ms}^{-1}$  হ্রাস পেয়েছে

**প্রশ্ন ▶ ৬৭** দুইটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাঁড়িয়ে হিমেল বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়ল। সে 2s পর প্রথম প্রতিধ্বনি এবং 2.5 s পর দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনল। সেদিন বায়ুতাপমাত্রা ছিল 25°C।

[বগুড়া জিলা স্কুল, বগুড়া]

- ক. তরঙ্গ কী? ১  
খ. পুরস্রবের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারীদের গলার স্বর তীক্ষ্ণ কেন? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. পাহাড় দুইটির মধ্যকার দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. হিমেল কত সময় পর তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পেলো? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

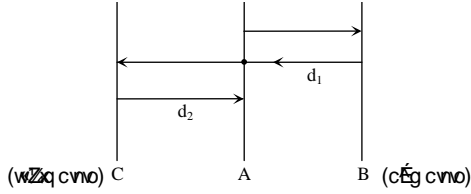
#### ৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাই তরঙ্গ।

**খ** মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দু'টো পর্দা আছে, যা স্বরতন্ত্রী বা ভোকাল কর্ড নামে পরিচিত। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। বয়স্ক পুরুষদের ভোকাল কর্ড বয়সের সঙ্গে সঙ্গে দৃঢ় হয়ে পড়ে। কিন্তু নারী ও শিশুর ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না, ফলে বয়স্ক পুরুষদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং নারী ও শিশুদের স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। তাই পুরুষদের গলার স্বর মোটা কিন্তু নারী ও শিশুর কর্ণস্বর তীক্ষ্ণ।

**গ** ৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** 780.75 m

**ঘ**



উদ্দীপক অনুসারে,

প্রথম প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t_1 = 2s$

দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t_2 = 2.5s$

ধরি, হিমেল পাহাড় দুটির মাঝে A বিন্দুতে দাঁড়িয়ে আছে।

সুতরাং তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে হলে ২য় প্রতিধ্বনিকে 1ম পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় A বিন্দুতে আসতে হবে।

অর্থাৎ, তৃতীয় প্রতিধ্বনি শোনার সময় =  $t_3$

= প্রথম প্রতিধ্বনি শোনার সময় + দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শোনার সময়

=  $t_1 + t_2$

=  $2 + 2.5$

= 4.5 s

∴ 4.5 s পর হিমেল তৃতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

**প্রশ্ন ▶ ৬৮** দুইটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি বন্দুক হতে গুলি ছোড়ার 5s পর প্রথম প্রতিধ্বনি এবং 7s পর দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। এ দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C।

[নোয়াখালী জিলা স্কুল]

- ক. তরঙ্গদৈর্ঘ্য কি? ১  
খ. “আলো একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ” – ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. বন্দুক দ্বারা সৃষ্ট শব্দের কম্পাঙ্ক 500Hz হলে, পাহাড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দ তরঙ্গ কতগুলো পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করবে? বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

**খ** আলোক তরঙ্গ কম্পনের দিকের সাথে লম্বভাবে অগ্রসর হয় বলে আলো একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। এখানে আলোক সঞ্চালনকারী তড়িৎ চৌম্বকীয়

ক্ষেত্রের কম্পনের দিক তরঙ্গের গতির দিকের সাথে আড়াআড়ি বা প্রস্থ বরাবর থাকে। এই কারণে আলো একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

**গ** ৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** 2100m

**ঘ** দেওয়া আছে,

কম্পাঙ্ক,  $f = 500\text{Hz}$

‘গ’ অংশ হতে পাই, শব্দের বেগ,  $v = 350\text{ms}^{-1}$

পাহাড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = 2100\text{m}$

ধরি, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য =  $\lambda$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f}$$

$$= \frac{350}{500}$$

$$= 0.7\text{m}$$

আমরা জানি, 1টি পূর্ণ স্পন্দনের সময়ে তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব = তরঙ্গ দৈর্ঘ্য  $\lambda = 0.7\text{m}$

∴ 0.7m দূরত্ব অতিক্রমে পূর্ণ স্পন্দন সংখ্যা = 1

∴ 1m দূরত্ব অতিক্রমে পূর্ণ স্পন্দন সংখ্যা =  $\frac{1}{0.7}$

∴ 2100m (‘গ’ হতে) দূরত্ব অতিক্রমে পূর্ণ স্পন্দন সংখ্যা =  $\frac{1}{0.7} \times 2100$

$$= 3000$$

অতএব, পাহাড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দ তরঙ্গ 3000টি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করবে।

**প্রশ্ন ▶ ৬৯** একটি ফাঁপা লোহার পাইপের এক প্রান্তে শব্দ করলে অপর প্রান্তে 0.54 s সময় ব্যবধানে দুটি শব্দ শোনা যায়। লোহাতে শব্দের বেগ 5121  $\text{ms}^{-1}$ । [ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর]

ক. ফারেনহাইট স্কেলে উর্ধ্ব স্থিরাক্ষের মান লিখ। ১

খ. গলনাঙ্কের উপর চাপের প্রভাব – ব্যাখ্যা করো। ২

গ. পাইপের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩

ঘ. বায়ুর তাপমাত্রা 30°C হলে কত সময় পর ২য় শব্দটি শোনা যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

#### ৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** ফারেনহাইট স্কেলে উর্ধ্ব স্থিরাক্ষ 212°F.

**খ** কঠিন থেকে তরলে রূপান্তরের সময় যেসব পদার্থের আয়তন হ্রাস পায় (যেমন বরফ), চাপ বাড়লে তাদের গলনাঙ্ক কমে যায় অর্থাৎ কম তাপমাত্রায় গলে। কারণ, বর্ধিত চাপ আয়তন হ্রাসের সুবিধা করে দেয়। আবার কঠিন থেকে তরলে রূপান্তরের সময় যেসব পদার্থের আয়তন বেড়ে যায় (যেমন মোম), চাপ বাড়লে তাদের গলনাঙ্ক বেড়ে যায় অর্থাৎ বেশি তাপমাত্রায় গলে। বর্ধিত চাপের ফলে আয়তন বৃদ্ধিতে অসুবিধা ঘটে। অর্থাৎ পদার্থের উপর চাপের হ্রাস-বৃদ্ধির জন্য গলনাঙ্ক পরিবর্তিত হয়।

**গ** ৩৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** 199.136 m

**ঘ** দেয়া আছে,

লোহাতে শব্দের বেগ,  $v_1 = 5121 \text{ms}^{-1}$

পাইপের দৈর্ঘ্য,  $L = 199.14 \text{m}$  [গ হতে]

লোহাতে শব্দ শুনতে প্রয়োজনীয় সময়  $t_1$  হলে

$$t_1 = \frac{L}{v_1}$$

$$= \frac{199.14 \text{m}}{5121 \text{ms}^{-1}} = 0.0385$$

আবার, 0°C তাপমাত্রা শব্দের বেগ, = 332  $\text{ms}^{-1}$

∴ 30°C এ তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v_2 = 332 + 30 \times 0.6$   
= 350  $\text{ms}^{-1}$

বায়ুতে শব্দ শুনতে প্রয়োজনীয় সময়  $t_2$  হলে

$$t_2 = \frac{L}{v_2}$$

$$= \frac{199.14 \text{ m}}{350 \text{ ms}^{-1}} = 0.568 \text{ s}$$

অর্থাৎ  $30^\circ\text{C}$  এ বায়ুতে শব্দটি =  $(0.568 - 0.038)$   
=  $0.53 \text{ s}$  পর শোনা যাবে।

**প্রশ্ন ৭০** এক ব্যক্তি  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় একটি উঁচু দেয়াল থেকে  $18\text{m}$  দূরে দাঁড়িয়ে আছে। ব্যক্তিটি উচ্চস্বরে শব্দ করেই দেয়ালের বিপরীত দিকে  $20 \text{ ms}^{-1}$  সমবেগে দৌড়ে  $2.5\text{m}$  দূরে D বিন্দুতে পৌঁছালো।

[মাধ্যমিক ও উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা বোর্ড, যশোর]

- ক. হটস্পট কী? ১  
খ. আয়তন একটি তাপমাত্রিক ধর্ম ব্যখ্যা করো। ২  
গ. তাপমাত্রা কী পরিমাণ বৃদ্ধি করলে ব্যক্তিটি সর্বনিম্ন সময়ে প্রতিধ্বনি শুনবে? ৩  
ঘ. ব্যক্তিটি D বিন্দুতে পৌঁছানোর পূর্বেই প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কিনা— বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৭০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** ভূতাত্ত্বিক পরিবর্তনের ফলে কখনো কখনো ম্যাগমা উপরের দিকে উঠে এসে ভূ-পৃষ্ঠের খানিক নিচে জমা হয়। এ সকল জায়গা হটস্পট নামে পরিচিত।

**খ** তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য পদার্থের যে ধর্ম নিয়মিত ভাবে পরিবর্তিত হয় এবং এই পরিবর্তন লক্ষ্য করে সহজ ও সুস্বভাবে তাপমাত্রা নিরূপণ করা যায় সেই ধর্মকেই পদার্থের তাপমাত্রিক ধর্ম বলে। তাপমাত্রা বাড়ালে পদার্থের আয়তন বাড়ে আবার তাপমাত্রা কমলে পদার্থের আয়তন কমে। আবার, থার্মোমিটারের মধ্যে তাপমাত্রার সুক্ষ্ম পরিবর্তনে আয়তন পরিবর্তন লক্ষ্য করে তাপমাত্রার পাঠ নির্ণয় করা হয়। তাই আয়তন একটি তাপমাত্রিক ধর্ম।

**গ** এখানে,

$$\text{দেয়াল হতে লোকটির দূরত্ব, } d = 18\text{m}$$

$$30^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = (0.6 \times 30 + 332) \text{ ms}^{-1}$$

$$= 350 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{প্রতিধ্বনি শোনার সর্বনিম্ন সময়, } t = 0.1\text{s}$$

$$\text{আমরা জানি, } v' = \frac{2d}{t}$$

$$= \frac{2 \times 18}{0.1}$$

$$= 360 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শব্দের বেগের বৃদ্ধি} = (360 - 350) \text{ ms}^{-1}$$

$$= 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শব্দের বেগ } 0.6 \text{ ms}^{-1} \text{ বৃদ্ধিতে তাপমাত্রা বৃদ্ধি হয়} = 1^\circ\text{C}$$

$$\therefore \text{শব্দের বেগ } 10 \text{ ms}^{-1} \text{ বৃদ্ধিতে তাপমাত্রা বৃদ্ধি} = \frac{1 \times 10}{0.6}$$

$$= 16.67^\circ\text{C}$$

$\therefore$  তাপমাত্রা  $30^\circ\text{C}$  থেকে  $16.67^\circ\text{C}$  বৃদ্ধি করলে ব্যক্তিটি সর্বনিম্ন সময়ে প্রতিধ্বনি শুনবে।

**ঘ** দেওয়া আছে,

$$\text{লোকটির বেগ, } v' = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{লোকটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s' = 2.5 \text{ m}$$

$$30^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = 350 \text{ ms}^{-1}$$

লোকটির D বিন্দুতে পৌঁছাতে  $t$  সময় লাগলে—

$$\text{আমরা জানি, } t = \frac{s'}{v'}$$

$$= \frac{2.5}{20}$$

$$= 0.125 \text{ s}$$

D বিন্দুতে শব্দের প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে শব্দকে  $(18 \text{ m} + 18 \text{ m} + 2.5 \text{ m})$  বা  $38.5 \text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে। মনে করি, এই দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দের  $t_1$  সময় লাগে।

$$s = vt_1$$

$$\text{বা, } 38.5 = 350 \times t_1$$

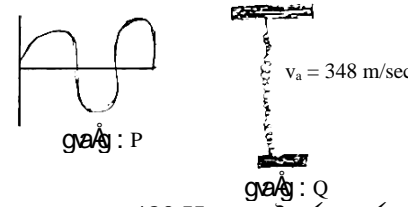
$$\text{বা, } t_1 = \frac{38.5}{350}$$

$$= 0.11 \text{ sec.} < 0.1$$

দেখা যাচ্ছে,  $t_1 < t$

সুতরাং ব্যক্তিটি D বিন্দুতে পৌঁছানোর পূর্বেই প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

**প্রশ্ন ৭১** নিচের চিত্রের আলোকে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



উভয় মাধ্যমের কম্পাঙ্ক  $480 \text{ Hz}$  তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য  $2.4 \text{ m}$

[সিলেট সরকারি পাইলট উচ্চ বিদ্যালয়, সিলেট]

- ক. শব্দের তীব্রতা কাকে বলে? ১  
খ. কম্পন হলেও সকল শব্দ শোনা যায় না কেন? ২  
গ. P মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. যদি Q মাধ্যমের কম্পাঙ্ক  $664 \text{ Hz}$  হয় তবে তরঙ্গটি  $100$  বার কম্পনে  $50 \text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম করতে পারবে কী? মতামত দাও। ৪

### ৭১ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে তীক্ষ্ণতা বলে।

**খ** মানুষের শ্রাব্যতার সীমা  $20 \text{ Hz}$  থেকে  $20000 \text{ Hz}$  পর্যন্ত। অর্থাৎ কোনো শব্দ শুনতে হলে তার কম্পাঙ্ক  $20 \text{ Hz}$  থেকে  $20,000 \text{ Hz}$  এর মধ্যে হতে হবে। তাই কম্পন হলেও কম্পাঙ্ক যদি  $20 \text{ Hz}$  এর কম বা  $20,000 \text{ Hz}$  এর চেয়ে বেশি হলে সেই শব্দ মানুষ শুনতে পায় না।

**গ** দেওয়া আছে,

$$Q \text{ মাধ্যমে শব্দের বেগ, } v_Q = 348 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = 480 \text{ Hz}$$

$$Q \text{ মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য } \lambda_Q \text{ হলে,}$$

$$v_Q = f \lambda_Q = 480 \text{ Hz}$$

$$\text{বা, } \lambda_Q = \frac{v_Q}{f}$$

$$= \frac{348 \text{ ms}^{-1}}{480 \text{ s}^{-1}}$$

$$= 0.725 \text{ m}$$

P মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda_P$  হলে,

$$\lambda_P - \lambda_Q = 2.4 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \lambda_P = (2.4 + 0.725) \text{ m}$$

$$= 3.125$$

$\therefore$  P মাধ্যমে শব্দের বেগ  $v_P$  হলে,

$$v_P = f \lambda_P$$

$$= (480 \times 3.125) \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v_P = 1500 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

$$Q \text{ মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ, } v_Q = 348 \text{ ms}^{-1}$$

$$Q \text{ মাধ্যমে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, } f_Q = 664 \text{ Hz}$$

Q মাধ্যমে তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda_Q$  হলে,  
জানি,  $v_Q = f_Q \lambda_Q$

$$\begin{aligned} \text{বা, } \lambda_Q &= \frac{v_Q}{f_Q} \\ &= \frac{348 \text{ ms}^{-1}}{664 \text{ s}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\therefore \lambda_Q = 0.524 \text{ m}$$

অর্থাৎ তরঙ্গটি 1 কম্পনে অতিক্রম করে = 0.524 m

$$\therefore \text{তরঙ্গটি 100 কম্পনে অতিক্রম করে} = (0.524 \times 100) \text{ m} \\ = 52.4 \text{ m} > 50 \text{ m}$$

অতএব, তরঙ্গটি 100 বার কম্পনে 50m দূরত্ব অতিক্রম করতে পারবে।

**প্রশ্ন ▶ ৭২** একটি কুয়ার গভীরতা বায়ুর তাপমাত্রায় 5000cm. উক্ত তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ  $340 \text{ ms}^{-1}$

[ফেনী সরকারি পাইলট উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. প্রতিধ্বনি কি? ১  
খ. সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না কেন? ২  
গ. সেলসিয়াস স্কেলে ও কেলভিন স্কেলে উক্ত স্থানের তাপমাত্রা বের কর? ৩  
ঘ. কুয়ার মুখে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর? ৪

### ৭২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

**খ** সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না কারণ প্রতিফলিত শব্দ শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য অস্ফুট ত 0.1 সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন। 0.1 সেকেন্ডের কম হলে প্রতিফলিত শব্দকে মূল শব্দ থেকে আলাদা করা যায় না। তাই যে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ 0.1 সেকেন্ডের আগে ফিরে আসে সে সকল ক্ষেত্রে প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না।

**গ** মনে করি, উক্ত স্থানের বায়ু তাপমাত্রা  $\theta$ .

$\theta$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ,  $v = 340 \text{ ms}^{-1}$

জানা আছে,  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ,  $v_0 = 332 \text{ ms}^{-1}$

এবং  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা থেকে প্রতি  $1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বাতাসে শব্দের বেগ  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  করে বৃদ্ধি পায়।

$$\therefore v = v_0 + 0.6\theta$$

$$\text{বা, } 340 = 332 + 0.6\theta$$

$$\text{বা, } 8 = 0.6\theta$$

$$\text{বা, } \theta = \frac{8}{0.6}$$

$$\therefore \theta = 13.33^\circ\text{C (Ans.)}$$

$$\therefore \text{কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা হবে} = (13.33 + 273) \text{ K} \\ = 286.33 \text{ K (Ans.)}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

কুয়ার গভীরতা,  $h = 5000 \text{ cm} = 50 \text{ m}$

শব্দের বেগ,  $v = 340 \text{ ms}^{-1}$

জানা আছে, শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল,  $t = 0.1 \text{ sec}$

প্রতিধ্বনি শোনার জন্য প্রয়োজনীয় ন্যূনতম দূরত্ব  $d$  হলে,

$$d = \frac{vt}{2}$$

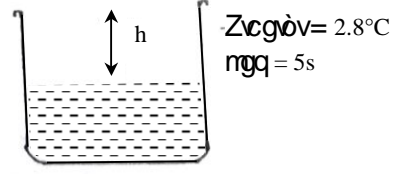
$$= \frac{340 \times 0.1}{2} \text{ m}$$

$$= 17 \text{ m}$$

দেখা যাচ্ছে,  $h > d$

অতএব, কুয়ার মুখে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

**প্রশ্ন ▶ ৭৩** নিচের চিত্রটি লক্ষ কর:



[ফেনী সরকারি পাইলট উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. তীক্ষ্ণতা কাকে বলে? ১  
খ. বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশী কেন? ২  
গ. কুপের পানির পৃষ্ঠের গভীরতা কত? ৩  
ঘ. উদ্দীপকের চিত্রের তাপমাত্রায় 17.33m গভীরে কোনো কূপ থেকে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

### ৭৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে তীক্ষ্ণতা বলে।

**খ** বায়ু অপেক্ষা পানির স্থিতিস্থাপকতা বেশি হওয়ায় পানিতে শব্দের বেগ বেশি।

আমরা জানি, শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন এবং বায়ুর তুলনায় পানির স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম অনেক বেশি। তাই একই কম্পাঙ্কের শব্দ যখন বায়ু ও পানির মধ্য দিয়ে গমন করে, তখন বায়ুর তুলনায় পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃহত্তর মানের হয়। তাই  $v = f\lambda$  সূত্রানুসারে, কম্পাঙ্ক ( $f$ ) ধ্রুব থাকায় বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

বায়ুর তাপমাত্রা,  $28^\circ\text{C}$

বায়ুতে তাপমাত্রা  $0^\circ\text{C}$  থেকে প্রতি  $1^\circ\text{C}$  বৃদ্ধির জন্য শব্দের

বেগ  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  করে বৃদ্ধি পায়।

জানা আছে,  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ =  $332 \text{ ms}^{-1}$

$$\therefore 28^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = (332 + 0.6 \times 28) \text{ ms}^{-1} \\ = 348.8 \text{ ms}^{-1}$$

প্রতিধ্বনি শোনার সময়,  $t = 5 \text{ sec}$

কূপের পানির পৃষ্ঠের গভীরতা,  $h = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} h &= \frac{vt}{2} \\ &= \frac{348.8 \times 5}{2} \text{ m} \\ &= 872 \text{ m (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

বায়ুর তাপমাত্রা  $28^\circ\text{C}$

'গ' অংশ হতে পাই,  $28^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের

বেগ,  $v = 348.8 \text{ ms}^{-1}$

জানা আছে, শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল,  $t = 0.1 \text{ sec}$

প্রতিধ্বনি শোনার জন্য প্রয়োজনীয় ন্যূনতম দূরত্ব,  $d = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } d &= \frac{vt}{2} \\ &= \frac{348.8 \times 0.1}{2} \text{ m} \\ &= 17.44 \text{ m} \end{aligned}$$

$\therefore$  কুপের গভীরতা 17.44 m এর চেয়ে কম হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

কিন্তু দেওয়া আছে, কূপের গভীরতা 17.33m যা 17.44m এর চেয়ে কম।

অতএব, উদ্দীপকের চিত্রের তাপমাত্রায় 17.33m গভীরে কোনো কূপ থেকে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

**প্রশ্ন ▶ ৭৪** স্কুলের সামনে 140 মিটার দূরে একটি 10তলা বিল্ডিং রয়েছে। একজন ছাত্র প্রতিদিন ঐ বিল্ডিং থেকে শব্দের প্রতিধ্বনি শনে পরিবেশের

তাপমাত্রা নিরূপণ করে। একদিন দ্বিপ্রহরে জানালার পাশে দাঁড়িয়ে জোড়ে চিৎকার করল এবং কিছুক্ষণ পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। রাতের বেলা একই প্রক্রিয়ায় প্রতিধ্বনি শুনতে দুপুর বেলায় চেয়ে 0.05 s সময় বেশি লাগল। ঐ দিন দ্বিপ্রহরে পরিবেশের তাপমাত্রা ছিল 30°C।

[কুমিল-১ জিলা স্কুল]

- ক. স্পর্শ বল কাকে বলে? ১  
খ. তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ। ২  
গ. দ্বিপ্রহরে চিৎকার করার কতক্ষণ পর প্রতিধ্বনি শুনতে পারে? ৩  
ঘ. রাতের পরিবেশের তাপমাত্রার কীরূপ পরিবর্তন হয়েছে— তা গাণিতিকভাবে নির্ণয় করো। ৪

#### ৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বল সৃষ্টির জন্য দুইটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন হয় তাকে স্পর্শ বল বলে।

খ তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য : (i) মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দন গতির ফলে তরঙ্গ সৃষ্টি হয় কিন্তু কণাগুলোর স্থায়ী স্থানান্তর হয় না। (ii) যান্ত্রিক তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যম প্রয়োজন। (iii) তরঙ্গ একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালন করে। (iv) তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। (v) তরঙ্গের প্রতিফলন ও প্রতিসরণ এবং উপরিপাতন ঘটে।

গ আমরা জানি,

$$0^\circ\text{C তাপমাত্রাতে বেগ } 332 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore 30^\circ\text{C তাপমাত্রাতে বেগ, } v = 332 + 0.6 \times 30 \text{ বা, } 350 \text{ ms}^{-1}$$

বিস্তিৎ এর দূরত্ব,  $d = 140 \text{ m}$

$t$  s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পারলে

আমরা জানি,  $2d = vt$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v}$$

$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 140}{350}$$

$$\text{বা, } t = 0.8 \text{ s (Ans.)}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

দ্বি-প্রহরে প্রতিধ্বনি শুনতে 0.8s সময় লাগে,

$\therefore$  রাতে প্রতিধ্বনি শুনতে 0.85s সময় লাগে

অর্থাৎ,  $t_1 = 0.85 \text{ s}$

আমরা জানি,

$$2d = v_1 t_1$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{2d}{t_1}$$

$$= \frac{2 \times 140}{0.85}$$

$$= 329.4117 \text{ ms}^{-1}$$

অর্থাৎ শব্দের বেগের হ্রাস  $(332 - 329.4117)$

$$\text{বা, } 2.588 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{ তাপমাত্রার হ্রাস } \left( \frac{2.588}{0.6} \right) \text{ বা, } 4.31^\circ\text{C}$$

অর্থাৎ রাতে তাপমাত্রা  $4.31^\circ\text{C}$  হ্রাস পেয়েছিল।

প্রশ্ন ৭৫ কোনো বেতার কেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভ 350kHz এ প্রতিদিন সকাল দশটায় নজরুল সংগীত অনুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিও তরঙ্গবেগ  $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ । পানিতে সৃষ্ট অপর একটি তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য রেডিও তরঙ্গটির এক শতাংশ এবং পানিতে শব্দের বেগ  $1450 \text{ ms}^{-1}$ ।

[দিনাজপুর জিলা স্কুল]

- ক. কম্পাংক কাকে বলে? ১  
খ. পানির ডেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ কেন? ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. রেডিও তরঙ্গটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. রেডিও তরঙ্গটির কম্পাংক পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গটির কম্পাংকের কতগুণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

#### ৭৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাংক বলে।

খ পানির ডেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। কারণ এই তরঙ্গ পানির কণার স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় এবং তরঙ্গে পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ থাকে।

গ ২(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 857.14m

ঘ ২(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 2068.92 গুণ

প্রশ্ন ৭৬ লোহার তৈরি একটি ফাঁপা নলের এক প্রান্তে একজন শ্রমিক হাতুড়ী দ্বারা একটি আঘাত করলে অপর প্রান্তে শ্রমিক 2s অস্ত্র দুটি শব্দ শুনতে পায়। ঐ সময়ে বায়ুর তাপমাত্রা ছিল  $35^\circ\text{C}$ । পানি ও লোহার মধ্যে শব্দের বেগ  $1450 \text{ ms}^{-1}$  ও  $5130 \text{ ms}^{-1}$ ।

[বি এম স্কুল, বরিশাল]

- ক. প্রতিধ্বনি কি? ১  
খ. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. লোহার পাইপের দৈর্ঘ্য কত ছিল? ৩  
ঘ. উদ্দীপকের পাইপটি পানি দ্বারা পূর্ণ থাকলে ঐরূপ দুটি শব্দ শুনতে পাবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

#### ৭৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।

খ তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে মাধ্যমের অণুর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে মাধ্যমের অণুগুলো সহজেই কম্পিত হতে পারে। তখন শব্দ তরঙ্গ দ্রুত অগ্রসর হয়। অর্থাৎ শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়।

গ ৩৮(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 75.82 m

ঘ এখানে, পাইপের দৈর্ঘ্য,  $L = 75.82 \text{ m}$  [‘গ’ হতে]

$$\text{লোহার শব্দের বেগ, } v_1 = 5130 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{পানিতে শব্দের বেগ, } v_2 = 1450 \text{ ms}^{-1}$$

লোহার মধ্য দিয়ে  $L = 75.82 \text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দের

$$\text{প্রয়োজনীয় সময়, } \frac{L}{v_1} = \frac{75.82}{5130} = 0.0148 \text{ s}$$

আবার, পানির মধ্য দিয়ে  $L = 75.82 \text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দের

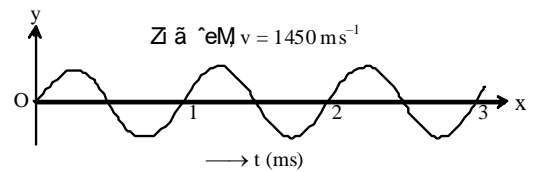
$$\text{প্রয়োজনীয় সময়} = \frac{L}{v_2} = \frac{75.82}{1450} = 0.0523 \text{ s}$$

তাহলে, এ সময়কাল দ্বয়ের ব্যবধান =  $(0.0523 - 0.0148) \text{ s}$

$$= 0.0375 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$$

যেহেতু মস্তিষ্ক শ্রবণের অনুভূতি 0.1s সময়কাল পর্যন্ত থেকে যায়, সুতরাং, শব্দদ্বয় 0.0375 s সময় ব্যবধানে শ্রমিকের কানে উপস্থিত হওয়ায় শ্রমিকটি দুটি শব্দ শুনতে পাবে না।

প্রশ্ন ৭৭



[আদামজী ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল, ঢাকা]

- ক. শব্দোত্তর তরঙ্গ কী? ১  
খ. একটি ফাঁপা লোহার পাইপের এক প্রান্তে একটি শব্দ করলে অন্য প্রান্তে দুটি শব্দ শোনা যায় কেন? ২  
গ. উদ্দীপকের তরঙ্গটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? ৩  
ঘ. বিস্তারিত ঠিক রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাংকের পরিবর্তন তরঙ্গটির চিত্র অংকন করে ব্যাখ্যা করো। ৪

#### ৭৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20,000 Hz এর চেয়ে বেশি তাকে শব্দোত্তর তরঙ্গ বলে।

খ লোহার ফাঁপা নলের ভিতর বায়ুপূর্ণ থাকে। এই নলের এক প্রান্তে ড় হাতুড়ি দ্বারা আঘাত করলে শব্দ লোহা ও বায়ু উভয় মাধ্যমে অগ্রসর হয়। লোহাতে শব্দের বেগ বায়ুর চেয়ে বেশি হওয়ায় লোহা মাধ্যমে শব্দ প্রবাহিত হয়ে প্রথমে আমাদের কানে পৌঁছায়। একটু পর বায়ু মাধ্যমে প্রবাহিত শব্দও আমাদের কানে পৌঁছায়। ফলে অপর প্রান্তে দুবার শব্দ শোনা যায়।

গ দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{তরঙ্গ বেগ, } v &= 1450 \text{ ms}^{-1} \\ \text{চিত্র হতে পর্যায়কাল, } T &= 1 \text{ ms} \\ &= 1 \times 10^{-3} \text{ s} \\ \therefore \text{কম্পাঙ্ক, } f &= \frac{1}{T} \\ &= \frac{1}{1 \times 10^{-3} \text{ s}} \\ &= 1000 \text{ s}^{-1} \end{aligned}$$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $\lambda$  হলে,

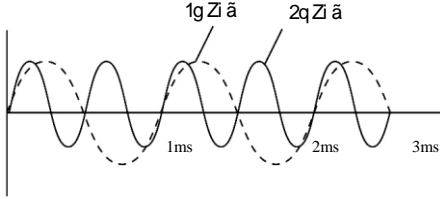
$$\begin{aligned} v &= f\lambda \\ \text{বা, } \lambda &= \frac{v}{f} \\ &= \frac{1450 \text{ ms}^{-1}}{1000 \text{ s}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\therefore \lambda = 1.45 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ 'গ' হতে, কম্পাঙ্ক,  $f = 1000 \text{ Hz}$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = 1.45 \text{ m}$$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে চিত্রটি নিম্নরূপ:



$$\begin{aligned} \therefore \text{বর্তমানে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda' &= \frac{1.45}{2} \text{ m} \\ &= 0.725 \text{ m} \end{aligned}$$

চিত্র হতে, বর্তমানে পর্যায়কাল,  $T = 0.5 \text{ ms}$

$$= 0.5 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{কম্পাঙ্ক, } f' &= \frac{1}{T} \\ &= \frac{1}{0.5 \times 10^{-3} \text{ s}} \\ &= 2000 \text{ s}^{-1} \\ &= 2000 \text{ Hz} = 2 \times 1000 = 2f \end{aligned}$$

অর্থাৎ তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ হয়ে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৭৮ একটি পাহাড়ের পূর্বদিকে 17m দূরে A অবস্থান করছে। তার 2km পূর্বদিকে B অবস্থান করছে। A পিস্তল থেকে গুলি ছুড়ল। B সে শব্দ 5.65 সেকেন্ড পর শুনল এবং কিছুক্ষণ পর সে আবার ঐ শব্দ শুনল। আবার B গুলি ছুড়ল। A সে শব্দ শুনল 5.75 সেকেন্ড পর। A শুধু একবারই শব্দ শুনল।

[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট বোর্ড আল্ফ্রড উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. রৈখিক বিবর্ধন কী? ১  
খ. বাস্‌ড্র ও আবাস্‌ড্র প্রতিবিম্বের পার্থক্য লেখো। ২  
গ. ঐ স্থানে শব্দের দ্রুতি নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. B শব্দ দুইবার শুনলেও A কেন একবার শুনল তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

## ৭৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বিশ্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বলে।

খ বাস্‌ড্র ও আবাস্‌ড্র প্রতিবিম্বের পার্থক্য নিম্নরূপঃ

বাস্‌ড্র বিম্ব	আবাস্‌ড্র বিম্ব
(i) প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত আলোক রশ্মির প্রকৃত মিলনের ফলে বাস্‌ড্র বিম্ব গঠিত হয়।	(i) আবাস্‌ড্র বিম্বের ক্ষেত্রে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত রশ্মির প্রকৃত মিলন হয় না।
(ii) চোখে দেখা যায় এবং পর্দায়ও ফেলা যায়।	(ii) চোখে দেখা যায় কিন্তু পর্দায় ফেলা যায় না।
(iii) অবতল দর্পণ ও উত্তল লেন্সে উৎপন্ন হয়।	(iii) সব রকম দর্পণ ও লেন্সে উৎপন্ন হয়।

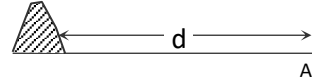
গ লক্ষ্য করি, একই দূরত্ব অতিক্রমে শব্দের বিভিন্ন সময় প্রয়োজন হয়েছে। অর্থাৎ A হতে B তে শব্দ পৌঁছাতে 5.65 sec সময় লেগেছে এবং B হতে একই দূরত্ব অতিক্রম করে A তে পৌঁছাতে 5.75 sec সময় লেগেছে। সুতরাং এখানে বায়ুপ্রবাহের ভূমিকা রয়েছে এবং বায়ু A হতে B অবস্থানের দিকে প্রবাহিত হচ্ছে।

বায়ুপ্রবাহ না থাকলে AB বা BA দূরত্ব অতিক্রমে প্রকৃত সময় লাগত =

$$\text{উক্ত সময়কালদ্বয়ের গড়} = \frac{5.65 \text{ s} + 5.75 \text{ s}}{2} = 5.70 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \text{সুতরাং শব্দের প্রকৃত দ্রুতি, } v &= \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{d}{t} = \frac{2000 \text{ m}}{5.70 \text{ s}} \\ &= 350.88 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ B দুইবার প্রতিধ্বনি শুনতে পেয়েছে, কারণ সে শব্দের প্রতিফলক পাহাড় হতে অনেক দূরে অবস্থান করছিল। গুলির মূল শব্দ এবং প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময়ের ব্যবধান যথেষ্ট ছিল, নিঃসন্দেহে 0.1s অপেক্ষা বেশি।



প্রথমে A কেন মাত্র একবার শব্দ শুনলো তা বিশ্লেষণ করি।

(গ) অংশ হতে আমরা দেখতে পেয়েছি, ঐ সময়কার বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = 350.88 \text{ ms}^{-1}$

সুতরাং প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎস/শ্রোতা ও প্রতিফলকের মধ্যকার ন্যূনতম দূরত্ব d হলে

$$2d = v \times t \text{ [অর্থাৎ দূরত্ব} = \text{শব্দের দ্রুতি} \times \text{সময়কাল]}$$

ন্যূনতম দূরত্বের ক্ষেত্রে সংশ্লিষ্ট ঐ সময়কালের মান হলো 0.1s।

$$\therefore 2d = 350.88 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s} = 35.088 \text{ m}$$

$$\text{বা, } d = \frac{35.088 \text{ m}}{2} = 17.544 \text{ m}$$

কিন্তু পাহাড় (প্রতিফলক) হতে A এর দূরত্ব 17.544m অপেক্ষা কম ছিল বলে মূল শব্দ শোনার 0.1s অতিবাহিত হওয়ার পূর্বেই প্রতিধ্বনি A-এর কানে প্রবেশ করায় সে মূল শব্দ হতে প্রতিধ্বনিকে আলাদাভাবে সনাক্ত করতে পারে না বিধায় প্রতিধ্বনি শুনতে পায় না।

পক্ষান্তরে পাহাড় হতে B এর দূরত্ব = 2000m + 17m = 2017m এবং যে পরিমাণ পথ অতিক্রম করে প্রতিফলিত ধ্বনি তার কানে পৌঁছায়, তা হলো

$$= 2 \times \text{পাহাড় হতে A এর দূরত্ব} + AB$$

$$= 2 \times 17 \text{ m} + 2000 \text{ m} = 2034 \text{ m}$$

$$\text{এই পথ অতিক্রমে উক্ত ধ্বনির সময় লাগে} = \frac{2034 \text{ m}}{350.88 \text{ ms}^{-1}} = 5.80 \text{ s}$$

সুতরাং B এর ক্ষেত্রে মূল ধ্বনি এবং প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান  $5.80 \text{ s} - 5.65 \text{ s} = 0.15 \text{ s} > 0.1 \text{ s}$ ; 0.15s, 0.1s অপেক্ষা যথেষ্ট বড় হওয়াতে B প্রতিধ্বনি শুনতে পেয়েছে। এক্ষেত্রে অবশ্য বায়ুপ্রবাহের কারণেও প্রতিধ্বনি শোনা কিছুটা হলেও সহজতর হয়েছে।

প্রশ্ন ▶ ৭৯ একটি কূপের উপরিতলে শব্দ উৎপন্ন করলে ঐ শব্দের 1.5 sec পরে প্রতিধ্বনি শোনা যায়। ঐ দিনের তাপমাত্রা  $35^\circ \text{C}$ । ঐ শব্দ তরঙ্গের 1 টি পূর্ণ কম্পনে সময় লাগে  $2.5 \times 10^{-3} \text{ sec}$ ।

[বাংলাদেশ মহিলা সমিতি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

- ক. শব্দের জাতি কী? ১  
 খ. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয় কেন? ২  
 গ. ঐ কূপের গভীরতা নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. ঐ কূপের গভীরতার সমান দূরত্ব বায়ুতে অতিক্রম করতে ঐ শব্দের কতগুলো পূর্ণ কম্পন লাগবে— গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

### ৭৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্যের জন্য বিভিন্ন উৎস থেকে উৎপন্ন একই প্রাবল্য ও তীক্ষ্ণতায়ুক্ত শব্দের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে জাতি বলে।

খ. কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের রেশ প্রায়  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডে যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির

স্থায়িত্বকাল বলে। এই  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডের মধ্যে অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছালে তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। সুতরাং কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অর্ধত  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড সময় নেয়। এ কারণেই প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয়।

গ. এখানে,

$$\text{প্রতিধ্বনি শোনার সময়, } t = 1.5 \text{ s}$$

$$\text{তাপমাত্রা, } \theta = 35^\circ\text{C}$$

$$0^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ} = 332 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি, কূপের গভীরতা,  $h = ?$

$$1^\circ\text{C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় } 0.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore 35^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = 332 + (35 \times 0.6) \text{ ms}^{-1}$$

$$= 353 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আবার, } v = \frac{2h}{t}$$

$$\text{বা, } h = \frac{v \times t}{2}$$

$$\text{বা, } h = \frac{353 \times 1.5}{2}$$

$$\therefore h = 264.75 \text{ m}$$

$$\therefore \text{কূপের গভীরতা} = 264.75 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ. 'গ' অংশ হতে, দূরত্ব  $s$  = কূপের গভীরতা = 264.75 m

$$35^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = 353 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{পর্যায়কাল, } T = 2.5 \times 10^{-3} \text{ s}$$

কূপের গভীরতা অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় কম্পন সংখ্যা  $N = ?$

আমরা জানি,  $s = vt$

$$\text{বা, } t = \frac{s}{v}$$

$$\text{বা, } t = \frac{264.75 \text{ m}}{353 \text{ ms}^{-1}}$$

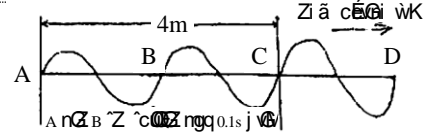
$$\therefore t = 0.75 \text{ s}$$

$$t \text{ সময়ে শব্দের প্রয়োজনীয় কম্পন সংখ্যা } N = \frac{t}{T} \text{ টি}$$

$$= \frac{0.75}{2.5 \times 10^{-3}} \text{ টি}$$

$$= 300 \text{ টি}$$

সুতরাং, কূপের গভীরতার সমান দূরত্ব বায়ুতে অতিক্রম করতে শব্দের 300 টি পূর্ণ কম্পন লাগবে।



[রাঙ্গামাটি সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১  
 খ. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয় কেন? ২  
 গ. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. বিস্তার অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্কের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৭৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ. কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের প্রকাশ প্রায়  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডে যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির

স্থায়িত্বকাল বলে। এই  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডের মধ্যে অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছালে তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। সুতরাং কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অর্ধত  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড সময় নেয়। এ কারণেই প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয়।

গ. ১৪(গ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: 10Hz

ঘ. ১৪(ঘ)নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। উত্তর: দ্বিগুণ হবে

প্রশ্ন-৮৩ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:  
 বাংলাদেশ নৌবাহিনীর সমুদ্রে ভাসমানরত একটি জাহাজ থেকে জরুরি প্রয়োজনে একটি শব্দ সংকেত অপর একটি জাহাজে প্রেরণ করা হল। সংকেতটি সমুদ্রের পানি ও বাতাসের মধ্য দিয়ে অপর জাহাজে 4 সেকেন্ড ব্যবধানে পৌঁছাল। সমুদ্রের পানিতে শব্দের বেগ  $1452 \text{ ms}^{-1}$  এবং বাতাসে শব্দের বেগ  $344 \text{ ms}^{-1}$ । (এম ই এইচ আরিফ কলেজ, গাজীপুর)

- ক. সুরযুক্ত শব্দ কাকে বলে? ১  
 খ. আমরা যখন কথা বলি তখন আমাদের শব্দ অন্যের কাছে কীভাবে পৌঁছায়? ২  
 গ. উদ্দীপকের উলি-খিত স্থানে বাতাসের তাপমাত্রা নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. উদ্দীপকে জাহাজ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব বিশ্লেষণ করো। ৪

### ৮১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. শব্দ উৎসের নিয়মিত ও পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং যা আমাদের কানে শ্রুতিমধুর বলে মনে হয় তাকে সুরযুক্ত শব্দ বলে।

খ. শব্দ সঞ্চালনের জন্য নিরবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যম প্রয়োজন। শব্দের উৎস এবং শ্রোতার মাঝে স্থিতিস্থাপক মাধ্যম থাকলে উৎসের কম্পনকে মাধ্যমের কণাগুলো পর্যায়ক্রমিক কম্পনের মাধ্যমে সামনে এগিয়ে নিয়ে যায়। আমরা যখন কথা বলি আমাদের শব্দ অনুদৈর্ঘ্য বা লম্বিক তরঙ্গের মাধ্যমে অন্যের কানে পৌঁছায়। অর্থাৎ মাধ্যমের কণাগুলোর সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে একজনের কথা অন্য জনের কাছে পৌঁছায়।

গ. জানা আছে,

$$0^\circ\text{C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, } v_0 = 332 \text{ ms}^{-1}$$

আবার, প্রতি  $1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বাতাসে শব্দের বেগ  $0.6 \text{ ms}^{-1}$  করে বৃদ্ধি পায়।

ধরা যাক, বাতাসের তাপমাত্রা  $\theta^\circ\text{C}$  এবং এই তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ,  $v_\theta$  হলে,

$$v_\theta = v_0 + 0.6 \theta$$

$$\therefore \theta = \frac{v_\theta - v_0}{0.6}$$

$$= \frac{344 - 332}{0.6}$$

এখানে,

$$v_\theta = 344 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বাতাসের তাপমাত্রা, } \theta = ?$$

$$= 20^\circ\text{C (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

$$\text{পানিতে শব্দের বেগ} = 1452 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বাতাসে শব্দের বেগ} = 344 \text{ ms}^{-1}$$

জাহাজ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d$  হলে,

$$\text{শব্দ পানির মধ্যদিয়ে পৌঁছাতে সময় লাগে, } t_1 = \frac{d}{1452} \text{ s}$$

$$\text{এবং শব্দ বাতাসের মধ্যদিয়ে পৌঁছাতে সময় লাগে, } t_2 = \frac{d}{344} \text{ s}$$

□ পানিতে শব্দের বেগ বেশি, তাই পানির মধ্য দিয়ে শব্দ বাতাস মাধ্যমের চেয়ে আগে পৌঁছায়।

$$\therefore t_2 > t_1$$

$$\text{অর্থাৎ, প্রদত্ত সময় ব্যবধান, } t_2 - t_1 = 4$$

$$\text{আবার, } t_2 - t_1 = \frac{d}{344} - \frac{d}{1452}$$

$$\text{বা, } \frac{d}{344} - \frac{d}{1452} = 4 \quad (\square t_2 - t_1 = 4\text{s})$$

$$\text{বা, } d \left( \frac{1}{344} - \frac{1}{1452} \right) = 4$$

$$\text{বা, } d \times \left( \frac{1452 - 344}{344 \times 1452} \right) = 4$$

$$\text{বা, } d = \frac{4 \times 344 \times 1452}{1452 - 344}$$

$$= 1803.21 \text{ m}$$

অর্থাৎ, জাহাজ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 1803.21 m

**প্রশ্ন ▶ চ-২** রাকিব একটি ভবনের সামনে দাঁড়িয়ে জোড়ে শব্দ করার 0.2s পর সেই শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐদিন বায়ুতে শব্দের বেগ ছিল  $344 \text{ ms}^{-1}$  এবং রাকিবের সৃষ্ট শব্দের কম্পাঙ্ক 700Hz

[বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

- ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১
- খ. বাদুর কীভাবে পথ চলে? ২
- গ. রাকিবের সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩
- ঘ. রাকিব তার অবস্থান হতে ভবনের দিকে 20m এগিয়ে গিয়ে জোড়ে শব্দ করলে সেই শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কী না। গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

### চ-২ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

**খ** বাদুর পথ চলার জন্য শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করে। বাদুর চলার সময় ক্রমাগত বিভিন্ন কম্পাঙ্কের শব্দোত্তর তরঙ্গ সৃষ্টি করে। এ তরঙ্গ চারদিকে ছড়িয়ে পরে। সামনে যদি প্রতিবন্ধক থাকে তাহলে তাতে বাধা পেয়ে এ তরঙ্গ প্রতিফলিত হয়ে বাদুরের কানে ফিরে আসে। বাদুর তার সৃষ্ট শব্দোত্তর তরঙ্গ এবং প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যকার সময়ের ব্যবধান ও প্রতিফলিত শব্দের প্রকৃতি থেকে প্রতিবন্ধকের অবস্থান এবং আকৃতি সম্পর্কে ধারণা লাভ করে এবং পথ চলার সময় সেই প্রতিবন্ধক পরিহার করে।

**গ** দেওয়া আছে, শব্দের বেগ,  $v = 344 \text{ ms}^{-1}$   
শব্দের কম্পাঙ্ক,  $f = 700 \text{ Hz}$   
তরঙ্গদৈর্ঘ্য,  $\lambda = ?$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f}$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{344}{700} \text{ m}$$

$$\text{বা, } \lambda = 0.49 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

$$\text{প্রতিধ্বনি শোনার সময় ব্যবধান, } t = 0.2\text{s}$$

$$\therefore \text{দালানের দূরত্ব } d \text{ হলে } 2d = vt$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2} = \frac{344 \times 0.2}{2} \text{ m}$$

$$= 34.4 \text{ m}$$

রাকিব 20m এগিয়ে এলে দালানের দূরত্ব হবে,

$$d_1 = d - 20$$

$$= (34.4 - 20)\text{m}$$

$$= 14.4 \text{ m}$$

এখন প্রতিফলিত শব্দ রাকিবের কানে  $t_1$  s পর পৌঁছলে,

$$d_1 = \frac{vt_1}{2}$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{2d_1}{v}$$

$$= \frac{2 \times 14.4}{344} \text{ s}$$

$$\therefore t_1 = 0.08\text{s} < 0.1 \text{ s}$$

এখন, মানুষের শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল 0.1s যার অর্থ হচ্ছে একটি শব্দ শোনার পর 0.1s এর মধ্যে অন্য কোনো শব্দ আসলে আমাদের মস্তিষ্ক তা আলাদা করতে পারে না। অর্থাৎ 0.1s এর মধ্যে প্রতিধ্বনি ফিরে আসলে তা আর শোনা যাবে না।

অতএব, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে রাকিব প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

**প্রশ্ন ▶ চ-৩** টুম্পারা নীলগিরি ভ্রমণে গেল। সে পাহাড়ের 17 m দূর থেকে 20 cm দৈর্ঘ্যের শব্দ করল। তরঙ্গটি  $347 \text{ ms}^{-1}$  বেগে পাহাড়ে প্রতিফলিত হল। [সাভার ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]

- ক. বিস্ফোরণ কী? ১
- খ. টুম্পার উচ্চারিত সব শব্দ শ্রুতি মধুর হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
- গ. টুম্পার করা তরঙ্গটির পর্যায়কাল কত? ৩
- ঘ. টুম্পার শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কী? যদি না যায় কী পরিবর্তনে টুম্পা প্রতিধ্বনি শুনতে সমর্থ হবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

### চ-৩ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** তরঙ্গ সৃষ্টি হলে মাধ্যমের কণাগুলো সাম্যাবস্থানের দুই পাশে কম্পিত হয়। সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্ফোরণ বলে।

**খ** মানুষের গলার স্বরযন্ত্রের দুটি পর্দা আছে। এদেরকে বলে স্বরতন্ত্রী বা ভোকাল কর্ড। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং এভাবে মানুষ কথা বলে। শিশু বা নারীদের ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না ফলে নারী বা শিশুদের স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। তাই টুম্পা টুম্পার উচ্চারিত শব্দ শ্রুতিমধুর ও তীক্ষ্ণ হয়।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গবেগ, } v = 347 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{পর্যায়কাল, } T = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } T = \frac{1}{\frac{v}{\lambda}} \quad \left[ \square f = \frac{v}{\lambda} \right]$$

$$\text{বা, } T = \frac{\lambda}{v}$$

$$\text{বা, } T = \frac{0.2}{347} \text{ s}$$

$$\therefore T = 5.76 \times 10^{-4} \text{ s (Ans.)}$$

**ঘ** দেওয়া আছে,

$$\text{উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d = 17\text{m}$$

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 347 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 17}{347} \text{ s}$$

$$t = 0.09 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$$

অতএব, টুম্পা তার উৎপন্ন শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে, সময়  $t_1 = 0.1 \text{ s}$  হতে হবে।

$$\text{তাহলে, } t_1 = \frac{2 \times d_1}{v}$$

$$\text{বা, } d_1 = \frac{vt}{2} = \frac{347 \times 0.1}{2} = 17.35 \text{ m}$$

তাহলে টুম্পাকে প্রতিধ্বনি শুনতে পাহাড় হতে আরও  $(17.35 - 17) = 0.35 \text{ m}$  দূরে সরে যেতে হবে।

**প্রশ্ন ▶ চ৪** মিনা একটি কুয়ার মুখে শব্দ করার 0.15 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। কিন্তু পরের দিন সে একই স্থানে 0.149 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। প্রথম দিন সে ঐ স্থানে শব্দের বেগ হিসেব করে পেল 349.6 ms<sup>-1</sup>।

[মতিঝিল সরকারি উচ্চ বালিকা বিদ্যালয়, ঢাকা]

- ক. তেজস্ক্রিয়তা কাকে বলে? ১  
খ. MRI একটি ব্যথাহীন ও নিরাপদ রোগ নির্ণয় পদ্ধতি— ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. উদ্দীপকের কুয়াটির গভীরতা নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. মিনার দুই দিন প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে সময়ের তারতম্যের কারণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

#### চ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো মৌল থেকে স্বতঃস্ফূর্তভাবে তেজস্ক্রিয় কণা বা রশ্মি নির্গমনের ঘটনাকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।

**খ** MRI যন্ত্রে শক্তিশালী চৌম্বকক্ষেত্র এবং রেডিও তরঙ্গ ব্যবহার করে শরীরের কোন স্থানের বা অঙ্গের বিস্তৃত প্রতিবিম্ব গঠন করা হয়। নিউক্লিও চৌম্বক অনুবাদ বা Nuclear Magnetic Resonance এর জ্যেষ্ঠ এবং রাসায়নিক নীতির উপর ভিত্তি করে MRI যন্ত্র কাজ করে। এই যন্ত্রে ঝুঁকিপূর্ণ এক্সরে বা অন্য কোন ধরনের বিকিরণ ব্যবহার করা হয় না।

তাই MRI একটি ব্যথাহীন ও নিরাপদ রোগ নির্ণয় পদ্ধতি।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{কুয়ার গভীরতা, } d = ?$$

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 349.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t = 0.15 \text{ s}$$

$$\text{আমরা জানি, } 2d = vt$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2}$$

$$\text{বা, } d = \frac{349.6 \times 0.15}{2} \text{ m}$$

$$\therefore d = 26.22 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** দ্বিতীয় দিনে পরিবর্তনযোগ্য রাশিমালা হল শব্দের বেগ।

তাহলে দ্বিতীয় দিনে সময়ের তারতম্যের কারণ শব্দের বেগ। শব্দের বেগ তাপমাত্রার ওপর নির্ভরশীল।

$$\text{তাহলে, মনে করি, } 2d = v't$$

$$\text{বা, } v' = \frac{2d}{t}$$

$$\text{বা, } v' = \frac{2 \times 26.22}{0.149} \text{ m/s}$$

$$\text{বা, } v' = 351.946 \text{ m/s}$$

$$\text{বেগ পরিবর্তন, } (v' - v) = (351.946 - 349.6) \\ = 2.346 \text{ m/s}$$

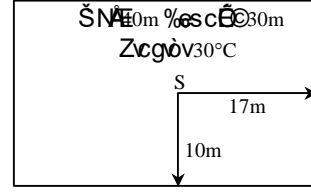
আমরা জানি, প্রতি 1°C তাপমাত্রা পরিবর্তনে শব্দের বেগের পরিবর্তন 0.6 m/s

$$\therefore \text{ তাপমাত্রার পরিবর্তন} = \frac{2.346}{0.6} \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$= 3.91 \text{ } ^\circ\text{C}$$

অর্থাৎ, দুই দিন প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে সময়ের তারতম্যের কারণ তাপমাত্রার পার্থক্য।

**প্রশ্ন ▶ চ৫**



[পঞ্চগড় সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. বিস্ফোরণ কাকে বলে? ১  
খ. কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কালের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো। ২  
গ. ঐ দিন বায়ুতে শব্দের বেগ কত ছিল? ৩  
ঘ. S বিন্দু থেকে শব্দ করলে ঐদিন কয়টি দেয়াল থেকে প্রতিফলিত শব্দ শোনা যাবে? গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

#### চ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্ফোরণ বলে।

**খ** কোনো স্পন্দনশীল বস্তুর একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে আর এক সেকেন্ডে যে কয়টি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে। কোনো স্পন্দনশীল বস্তুর পর্যায়কাল  $T$  হলে,

$$T \text{ সেকেন্ডে স্পন্দনের সংখ্যা} = 1 \text{ টি}$$

$$\therefore 1 \text{ সেকেন্ডে স্পন্দনের সংখ্যা} = \frac{1}{T} \text{ টি}$$

1 সেকেন্ডের এই স্পন্দন সংখ্যাই কম্পাঙ্ক।

$$\text{সুতরাং কম্পাঙ্ক, } f = \frac{1}{T}$$

**গ** এখানে,

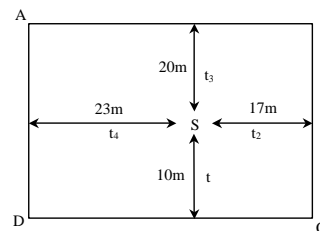
$$\text{তাপমাত্রা, } \theta = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

জানা আছে, 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v_0 = 332 \text{ ms}^{-1}$

$$\therefore 30 \text{ } ^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ হবে—}$$

$$v = v_0 + 0.6 \times \theta \\ = 332 + 0.6 \times 30 \\ = 350 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ**



আমরা জানি,  $t = \frac{2d}{v}$  . এখানে 'গ' অংশ হতে  $v = 350 \text{ ms}^{-1}$ ।

S উৎস হতে সৃষ্ট শব্দ প্রথমে 10m, এরপর যথাক্রমে 17m, 20m ও 23m পথ অতিক্রম করে পর্যায়ক্রমে  $t_1, t_2, t_3$  ও  $t_4$  সময়ে ফিরে আসবে।

$$\text{CD দেয়ালের জন্য, } t_1 = \frac{2 \times 10}{350} = 0.057 \text{ sec} < 0.1 \text{ sec}$$

$$\text{BC দেয়ালের জন্য, } t_2 = \frac{2 \times 17}{350} = 0.097 \text{ sec} < 0.1 \text{ sec}$$

$$\text{AB দেয়ালের জন্য, } t_3 = \frac{2 \times 20}{350} = 0.114 \text{ sec}$$

এখানে,  $t_2$  ও  $t_3$  এর মধ্যে সময় ব্যবধান,  $\Delta t = 0.144 - 0.097$   
 $= 0.047 < 0.1$

AD দেয়ালের জন্য,  $t_4 = \frac{2 \times 23}{350} = 0.13$

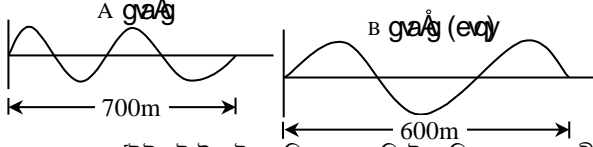
আবার,  $t_3$  ও  $t_4$  এর মধ্যে সময় ব্যবধান,

$\Delta t' = 0.13 - 0.114 = 0.016 < 0.1$

উলে-খিত পরপর যেকোনো দুটি প্রতিধ্বনির মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান 0.1s

এর কম তাই কোনো দেয়ালের জন্য প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

**প্রশ্ন ▶ চ-৬** নিচের চিত্র দুটি লক্ষ্য করো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[ইউনাইটেড ইসলামিয়া সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, মাদারীপুর]

- ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে? ১  
 খ. এনালগ ও ডিজিটাল সংকেত কী? ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. B মাধ্যমে  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনার ন্যূনতম দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩  
 ঘ. A ও B মাধ্যমে শব্দটি 30টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান হবে কিনা গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

#### চ-৬ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সে পরিমাণকে দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

**খ** এনালগ সংকেত হলো নিরবচ্ছিন্নভাবে পরিবর্তনশীল সংকেত। এই সংকেত স্বাভাবিকভাবে পরিবর্তিত হয় এবং নিতম থেকে উচ্চতম মানের মধ্যে যেকোনো মান গ্রহণ করতে পারে।

অপরদিকে, ডিজিটাল সংকেত বলতে সেই যোগাযোগ সংকেতকে বুঝায় যা শুধু কিছু নির্দিষ্ট মান গ্রহণ করতে পারে। এরা ছিন্নায়িত মানে পরিবর্তিত হতে পারে এবং এদের প্রত্যেককে পৃথকভাবে চেনা যায়।

**গ**  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,  $v = (332 + 0.6 \times 30)\text{ms}^{-1}$   
 $= 350 \text{ms}^{-1}$

প্রতিধ্বনি শোনার জন্য সময়ের ব্যবধান,  $t = 0.1\text{s}$

প্রতিফলকের ন্যূনতম দূরত্ব  $d$  হলে আমরা জানি,

$$2d = v \times t$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \times 0.1}{2} = 17.5\text{m}$$

$\therefore$  B মাধ্যমে  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনার ন্যূনতম দূরত্ব 17.5m। (Ans.)

**ঘ** A ও B মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য যথাক্রমে  $\lambda_A$  ও  $\lambda_B$  হলো।

$$\frac{3\lambda_A}{2} = 700\text{m}$$

$$\text{বা, } \lambda_A = 466.67 \text{m}$$

$$\text{আবার, } \frac{3\lambda_B}{2} = 600 \text{m}$$

$$\text{বা, } \lambda_B = 400 \text{m}$$

$\therefore$  A মাধ্যমে N কম্পনে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\therefore S_A = N\lambda_A$$

$$= 30 \times 466.67 \text{m}$$

$$= 14000.1\text{m}$$

B মাধ্যমে N কম্পনে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$S_B = N\lambda_B$$

$$= 30 \times 400$$

$$= 12000 \text{m}$$

$$S_A \neq S_B$$

অতএব, A ও B মাধ্যমে 30টি কম্পনের জন্য শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান হবে না।

**প্রশ্ন ▶ চ-৭** 2500 m দূরে থাকা একটি পাহাড়ের পাদদেশ থেকে সূর্য তার বন্দুক দিয়ে একটি গুলি করে পাহাড়ের দিকে দৌড় শুরু করল। গুলি ছাড়ার 15s পরে সে ইহার প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ দিন বাতাসের তাপমাত্রা ছিল  $3^\circ\text{C}$ । [কুড়িহাম সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়]

- ক. শব্দ কী? ১  
 খ. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য প্রতিফলককে শ্রোতা থেকে কমপক্ষে কত দূরত্বে রাখতে হবে-ব্যাখ্যা করো। ২  
 গ. ঐ সময় বায়ুতে শব্দের গতিবেগ কত ছিল? ৩  
 ঘ. সূর্যের গতিবেগ নির্ণয়ের গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

#### চ-৭ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শব্দ এক প্রকার শক্তি যা আমাদের কানে পৌঁছে শ্রবণের অনুভূতি জাগায়।

**খ** কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের রেশ প্রায়  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির

স্থায়িত্বকাল বলে। এই  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ডের মধ্যে অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছালে তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। সুতরাং কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অল্পত  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড সময় নেয়। এ কারণেই নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনার জন্য নির্দিষ্ট দূরত্বের প্রয়োজন হয়। যেমন বায়ু মাধ্যমে  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় উৎস হতে প্রতিফলকের ন্যূনতম দূরত্ব 16.6m হলেই কেবল প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

**গ** এখানে, ঐ দিন বাতাসের তাপমাত্রা  $= 3^\circ\text{C}$

ঐ সময়ে বায়ুতে শব্দের গতিবেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $332\text{ms}^{-1}$  এবং প্রতি  $1^\circ\text{C}$  তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ  $0.6\text{ms}^{-1}$  করে বৃদ্ধি পায়।

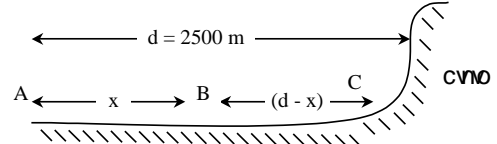
$$\therefore \text{ঐ সময়ে বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = (332 + 0.6 \times 3) \text{ms}^{-1}$$

$$= 333.8 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** এখানে, বায়ুতে শব্দের বেগ,  $v = 333.8\text{ms}^{-1}$

সূর্য হতে পাহাড়ের দূরত্ব,  $d = 2500 \text{m}$

প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়,  $t = 15\text{s}$



মনে করি, সূর্য তার বন্দুক দিয়ে A অবস্থান হতে একটি গুলি করে পাহাড়ের দিকে দৌড় শুরু করল। গুলি ছাড়ার  $t = 15\text{s}$  পরে যে ইহার প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। এই সময়ে সূর্য AB = x দূরত্ব অতিক্রম করলে শব্দ কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব  $= (AC + CB) = d + (d - x) = (2d - x)$ ।

তাহলে,  $2d - x = vt$

আবার, সূর্যের গতিবেগ  $v_s$  হলে,  $x = v_s t$

$$\therefore 2d - v_s t = vt$$

$$\text{বা, } 2d - vt = v_s t$$

$$\text{বা, } v_s = \frac{2d - vt}{t}$$

$$= \frac{2d}{t} - v$$

$$= \frac{2 \times 2500\text{m}}{15\text{s}} - 333.8\text{ms}^{-1}$$

$$\therefore v_s = -0.467 \text{ms}^{-1}$$

ঋক্ষক চিহ্ন দ্বারা বেগের দিক বিপরীত দিকে নির্দেশ করে। অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যায়, সূর্য  $0.467 \text{ ms}^{-1}$  বেগে পাহাড়ের বিপরীত দিকে দৌড় শুরু করেছিল।

**প্রশ্ন ▶ ৮৮** একটি উৎস থেকে বাতাসে  $332 \text{ ms}^{-1}$  বেগে ভেসে আসা শব্দের কম্পাঙ্ক  $300 \text{ Hz}$ । পানিতে ঐ শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বাতাসে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পাঁচগুণ।

[এস ও এস হরম্যান মেইনার কলেজ বগুড়া]

- ক. শব্দের তীব্রতা কী? ১  
খ. সকল শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায় না কেন? ব্যাখ্যা করো। ২  
গ. পানিতে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. বাতাস ও পানিতে শব্দ তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্বের তুলনা কর। ৪

### ৮৮ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দ শক্তি নির্গত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বলে।

**খ** মানুষের শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল  $0.1$  সেকেন্ড। একটি শব্দ শোনার পর  $0.1$  সেকেন্ডের মধ্যে অন্য কোনো শব্দ আমাদের কানে পৌঁছালে তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। এখন, উৎস ও প্রতিফলকের দূরত্ব যদি এমন হয় যে, মূল শব্দটি শোনার  $0.1$  সেকেন্ডের মধ্যে শব্দটি প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে, তাহলে ঐ প্রতিফলিত শব্দ আলাদা করে শোনা যাবে না। একারণে সকল শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায় না।

**গ** এখানে,

$$\text{বাতাসে শব্দের বেগ, } v = 332 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বাতাসে শব্দের কম্পাঙ্ক, } f = 300 \text{ Hz}$$

$$\text{পানিতে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_w = ?$$

বাতাসে তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,  $\lambda_a$  হলে,

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda_a$$

$$\text{বা, } \lambda_a = \frac{v}{f} = \frac{332}{300}$$

$$\therefore \lambda_a = 1.1067 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{পানিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_w &= 5\lambda_a \\ &= 5 \times 1.1067 \\ &= 5.534 \text{ m (Ans.)} \end{aligned}$$

**ঘ** মনে করি,

$$\text{কম্পন সংখ্যা} = n$$

$$\text{'গ' থেকে প্রাপ্ত সম্পর্ক থেকে, } \lambda_w = 5\lambda_a$$

$$n \text{ কম্পনে বাতাসে শব্দ তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব } S_a = n\lambda_a$$

$$\text{এবং } n \text{ কম্পনে পানিতে শব্দ তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব } S_w = n\lambda_w$$

$$\text{সুতরাং, } \frac{S_w}{S_a} = \frac{n\lambda_w}{n\lambda_a} = \frac{\lambda_w}{\lambda_a} = \frac{5\lambda_a}{\lambda_a}$$

$$\therefore S_w = 5S_a$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, পানিতে অতিক্রান্ত দূরত্ব বাতাসে অতিক্রান্ত দূরত্বের পাঁচগুণ।

**প্রশ্ন ▶ ৮৯** হাসান সাহেব খোয়াই নদীর এক তীরে দাঁড়িয়ে আকাশে বিদ্যুতের ঝলকানি দেখার  $5 \text{ sec}$  পরে মেঘের গর্জন শুনতে পায়। এরপর তিনি হাততালি দেয়ার  $2 \text{ sec}$  পরে উক্ত তালির শব্দ পুনরায় শুনতে পাবে। উলে-খ্য ঐ দিনের বায়ুর তাপমাত্রা ছিল  $68^\circ\text{F}$ ।

[হবিগঞ্জ বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, হবিগঞ্জ]

- ক. তীক্ষ্ণতা কাকে বলে? ১  
খ. বাদুড় কীভাবে পথ চলে? ২  
গ. হাসান সাহেব হতে মেঘের দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. খোয়াই নদীর বিস্তার নির্ণয় কর এবং হাততালির শব্দ পুনরায় শুনতে হলে নদীর বিস্তার ন্যূনতম কত হতে হবে— তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

### ৮৯ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দ্বারা একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বোঝা যায় তাকে তীক্ষ্ণতা বলে।

**খ** বাদুড় পথ চলার জন্য শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করে। বাদুড় চলার সময় ক্রমাগত বিভিন্ন কম্পাঙ্কের শব্দোত্তর তরঙ্গ সৃষ্টি করে। এ তরঙ্গ চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। সামনে যদি প্রতিবন্ধক থাকে তাহলে তাতে বাধা পেয়ে এ তরঙ্গ প্রতিফলিত হয়ে বাদুড়ের কানে ফিরে আসে। বাদুড় তার সৃষ্ট শব্দোত্তর তরঙ্গ এবং প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যকার সময়ের ব্যবধান ও প্রতিফলিত শব্দের প্রতিকৃতি থেকে প্রতিবন্ধকের অবস্থান এবং আকৃতি সম্পর্কে ধারণা লাভ করে এবং পথ চলার সময় সেই প্রতিবন্ধক পরিহার করে।

**গ** দেওয়া আছে,

$$\text{বায়ুর তাপমাত্রা, } \theta = 68^\circ\text{F}$$

$$\text{গর্জন শোনার সময়, } t = 5 \text{ sec}$$

$$\text{বের করতে হবে, হাসান সাহেব হতে মেঘের দূরত্ব, } d = ?$$

আমরা জানি,

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } C = \frac{(68 - 32) \times 5}{9}$$

$$\therefore C = 20^\circ\text{C}$$

$20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ  $v$  হলে,

$$v = 332 + 0.6 \times 20 = 344 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore d = vt = 344 \times 5 = 1720 \text{ m (Ans.)}$$

**ঘ** 'গ' অংশ হতে পাই,

$$68^\circ\text{F তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, } v = 344 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{প্রতিধ্বনি শোনার সময়, } t = 2 \text{ sec}$$

$$\text{জানা আছে, প্রতিধ্বনি শোনার ন্যূনতম সময়, } t_0 = 0.1 \text{ s}$$

$$\text{নদীর বিস্তার } d \text{ হলে, } d = \frac{vt}{2} = \frac{344 \times 2}{2} = 344 \text{ m}$$

আবার নদীর ন্যূনতম বিস্তার  $d_0$  হলে,  $t_0 = 0.1$  সেকেন্ডে  $344 \text{ ms}^{-1}$  বেগের শব্দ যে দূরত্ব অতিক্রম করবে তার অর্ধেক দূরত্বই নদীর ন্যূনতম বিস্তার হবে।

$$\therefore d_0 = \frac{vt_0}{2} = \frac{344 \times 0.1}{2} = 17.2 \text{ m}$$

সুতরাং, নদীর ন্যূনতম বিস্তার  $17.2 \text{ m}$  হলে  $68^\circ\text{F}$  তাপমাত্রায় হাসান সাহেব তার হাত তালির প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন, যদি নদীর অপর তীরে কোনো প্রতিবন্ধক থাকে।

**শব্দ** ▶ বাসস্ট্যান্ড হতে বেলাল সাহেবের বাসা 800m দূরে অবস্থিত। বাসের হর্ণ হতে নির্গত শব্দ তার কানে পৌঁছতে প্রায় 2.5s সময় লাগে। বেলাল সাহেব ইদানিং উচ্চরক্তচাপসহ বিভিন্ন শারীরিক ও মানসিক সমস্যায় ভুগছেন। তাই তিনি চিকিৎসার জন্য নিকটস্থ হাসপাতালে যান। ডাক্তার পরীক্ষা-নিরীক্ষা করে বললেন দীর্ঘদিন উচ্চ শব্দ শ্রবণের ফলে তার আলসার হয়েছে।

[বি.এল সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, সিরাজগঞ্জ]

- ক. শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল কাকে বলে? ১  
খ. সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য লিখ। ২  
গ. হর্ণ হতে নির্গত শব্দের গতিবেগ নির্ণয় করো। ৩  
ঘ. উক্ত অবস্থা থেকে পরিত্রাণে কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা প্রয়োজন—  
যুক্তিসহকারে তোমার মতামত লেখো। ৪

### ৯০ নং প্রশ্নের উত্তর

**ক** কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের রেশ প্রায়  $\frac{1}{10}$  s যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল বলে।

**খ** সুরযুক্ত শব্দের তিনটি বৈশিষ্ট্য আছে। এগুলো হল—

- i. **প্রাবল্য বা তীব্রতা** : শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বলে।  
ii. **তীক্ষ্ণতা**: সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর ও চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে তীক্ষ্ণতা বা পিচ বলে।  
iii. **গুণ বা জাতি**: সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্যের জন্য বিভিন্ন উৎস থেকে উৎপন্ন একই প্রাবল্য ও তীক্ষ্ণতায়ুক্ত শব্দের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে গুণ বা জাতি বলে।

**গ** এখানে,

দূরত্ব,  $s = 800$  m  
সময়,  $t = 2.5$  s  
শব্দের বেগ,  $v = ?$

আমরা জানি,

$$v = \frac{s}{t}$$

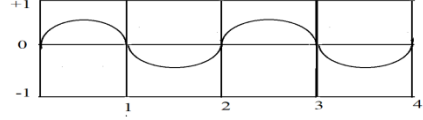
$$\text{বা, } v = \frac{800}{2.5} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v = 320 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

**ঘ** উদ্দীপক অনুসারে বেলাল সাহেবের আলসার দীর্ঘদিন উচ্চ শব্দ শ্রবণের ফলে হয়েছে। এই অবস্থা থেকে পরিত্রাণ পেতে শব্দ দূষণ রোধ করতে হবে। দূষণ রোধ করার উপায়গুলো নিচে দেওয়া হলো—

**শব্দ দূষণ রোধের উপায়:**

- i. শব্দ দূষণ নিয়ন্ত্রণের জন্য সকল পেশায় নিয়োজিত লোকের সমন্বিত উদ্যোগের সাথে সাথে প্রয়োজনে সারা দেশের মানুষের মধ্যে এর বিপদ সম্পর্কে সচেতনতা সৃষ্টি করা।  
ii. কলকারখানায় যন্ত্রপাতি সুষ্ঠু রক্ষণাবেক্ষণের মাধ্যমে যান্ত্রিক শব্দ কমানো সম্ভব।  
iii. বিশেষ বিশেষ কারখানায় শ্রমিকদের জন্য শব্দ নিরোধক ইয়ার ফোন ব্যবহার করতে হবে।  
iv. কারখানার শব্দ যাতে বাইরে আসতে না পারে সেভাবে কারখানার দালান নির্মাণ করতে হবে।  
v. রাস্তা-ঘাটে উচ্চ ভেদ্যুত গাড়ি ও পুরাতন গাড়ি চলাচলে বিধি নিষেধ আরোপ করা যেতে পারে।



চিত্রানুসারে তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক কত? [ঢা বো ২০]

- ক. ৫ হার্জ                      খ. ০.৫ হার্জ  
গ. ১ হার্জ                      ঘ. ২ হার্জ                      **খ**  
২. শব্দ তরঙ্গের বিস্তার তিনগুণ হলে শব্দের তীব্রতা কতগুণ হবে? [রা বো ২০]

ক.  $\frac{1}{9}$  গুণ                      খ.  $\frac{1}{3}$  গুণ  
গ. ৩ গুণ                      ঘ. ৯ গুণ                      **ঘ**

৩. কোনটি সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য নয়? [রা বো ২০]

- ক. তীব্রতা                      খ. দশা  
গ. টিম্বার                      ঘ. তীক্ষ্ণতা                      **খ**

৪. তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোন কনার পর্যায়কাল বৃদ্ধি পেলে কম্পাঙ্কও কী পরিবর্তন হবে? [কু বো ২০]

- ক. কমে যাবে                      খ. বেড়ে যাবে  
গ. শূন্য হবে                      ঘ. অপরিবর্তিত হবে                      **ক**

৫. বাতাসের প্রবাহ দিয়ে তৈরি বাদ্যযন্ত্র কোনটি? [চ বো ২০]

- ক. বেহালা                      খ. ঢোল  
গ. তবলা                      ঘ. হারমনিয়াম                      **ঘ**

৬. একটি শব্দ তরঙ্গের বিস্তার কতগুণ করলে এর শক্তি ৯ গুণ হবে? [চ বো ২০]

- ক. ৮১ গুণ                      খ. ৩ গুণ  
গ.  $\frac{1}{9}$  গুণ                      ঘ.  $\frac{1}{81}$  গুণ                      **খ**

৭. কোন মাধ্যমে শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশি? [সি বো ২০]

- ক. লোহা                      খ. হীরা  
গ. পারদ                      ঘ. হাইড্রোজেন                      **খ**

৮. কোন ধরনের তরঙ্গ আমাদের কানে শ্রবণের অনুভূতি জন্মায়? [দি বো ২০]

- ক. তড়িৎ চুম্বক তরঙ্গ                      খ. যান্ত্রিক তরঙ্গ  
গ. বেতার তরঙ্গ                      ঘ. আলোক তরঙ্গ                      **খ**

৯. শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল কত? [দি বো ২০]

- ক. ০.০৩ সেকেন্ড                      খ. ০.০১ সেকেন্ড  
গ. ০.১ সেকেন্ড                      ঘ. ০.৩ সেকেন্ড                      **গ**

১০. শূন্য মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি কত? [ঘ বো ২০]

- ক. ১০০৮ মি/সে                      খ. ৩৫৪ মি/সে  
গ. ৩৪৮ মি/সে                      ঘ. ০ মি/সে                      **ঘ**

১১. কম্পাঙ্কের মাত্রা কোনটি? [ম বো ২০]

- ক.  $T$                       খ.  $f$   
গ.  $T^{-1}$                       ঘ.  $f^{-1}$                       **গ**

১২. নিচের কোনটিতে শব্দের বেগ বেশি? [ঢা বো ১৯]

- ক. লোহা                      খ. রূপা  
গ. পানি                      ঘ. বায়ু                      **ক**

১৩. নির্দিষ্ট উৎস হতে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কোন মাধ্যমে বেশি? [রা বো ১৯]

- ক. ০° সেলসিয়াস তাপমাত্রার বায়ু  
খ. পানি

গ লোহা

ঘ.  $30^\circ$  সেলসিয়াস তাপমাত্রার বায়ু

১৪. পর পর দুইটি তরঙ্গ শীর্ষের দূরত্ব ২ সেমি। একটি তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদের দূরত্ব কত মিটার? [য বো ১৯]

ক. ২ খ. ১.৫

গ. ১ ঘ. ০.৫

১৫. শব্দের তীব্রতা  $I$  এবং বিস্তার  $A$  হলে নিচের কোনটি সঠিক?

[য বো

১৯]

ক.  $AI = 1$

খ.  $A \propto \sqrt{I}$

গ.  $A \propto \frac{1}{\sqrt{I}}$

ঘ.  $A \propto \frac{1}{I}$

১৬. তরঙ্গের সঙ্গে কোনটি সঙ্গলিত হয়? [কু বো ১৯]

ক. বল খ. ভর

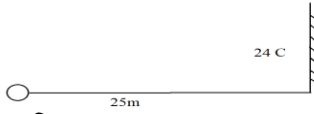
গ. ভরবেগ ঘ. শক্তি

১৭. স্পন্দনরত কনার গতির সামগ্রিক অবস্থাকে কি বলে? [চ বো ১৯]

ক. দশা খ. বিস্তার

গ. পর্যায়কাল ঘ. কম্পাঙ্ক

১৮.



$a$  বিন্দুতে শব্দ ফিরে আসতে কত সময় লাগবে?

[য বো

২০১৯]

ক. ০.১৪৪ সেকেন্ড

খ. ০.১৫১ সেকেন্ড

গ. ০.০৭২ সেকেন্ড

ঘ. ০.০৭৫ সেকেন্ড

১৯. বাতাসে শব্দের বেগ ৩৫০ মি/সে। একটি বস্তু বাতাসে যে শব্দ সৃষ্টি করে তার তরঙ্গদৈর্ঘ্য ১২৫০ সেমি। এর পর্যায়কাল কত?

[দি বো ১৯]

ক. ২৮ সেকেন্ড

খ. ৩.৫৭১ সেকেন্ড

গ. ০.২৮ সেকেন্ড

ঘ. ০.০৩৫৭ সেকেন্ড

২০. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ কম্পনের দিকের সাথে কিভাবে অগ্রসর হয়?

[য বো ১৭]

ক. লম্ব ভাবে

খ. সমান্তরালভাবে

গ. আড়াভাবে

ঘ. তরঙ্গ সৃষ্টি করে

২১. কোন বস্তুর কম্পাঙ্কের ফলে শব্দ তরঙ্গের সৃষ্টি হয়, শব্দ তরঙ্গের ক্ষেত্রে সম্ভব-

[য বো ২০]

I. প্রতিফলন

II. প্রতিসরণ

III. উপরিপাতন

নিচের কোনটি সঠিক?

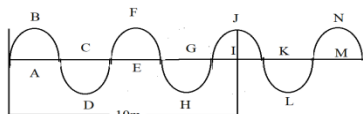
ক.  $i$  ও  $ii$

খ.  $i$  ও  $iii$

গ.  $ii$  ও  $iii$

ঘ.  $i, ii$  ও  $iii$

২২.



উপরের চিত্রের আলোকে তরঙ্গটি-

[চ বো

১৯]

I. তরঙ্গদৈর্ঘ্য ৪.৪৪ মিটার

II.  $b$  এবং  $N$  সমদশাসম্পন্ন

III. প্রকৃতি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ

নিচের কোনটি সঠিক?

ক.  $i$  ও  $ii$

খ.  $i$  ও  $iii$

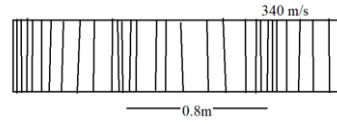
গ.  $ii$  ও  $iii$

ঘ.  $i, ii$  ও  $iii$

২৩. নিচের চিত্রের আলোকে ২৩ ও ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

[য বো

২০]



২৩.  $S$  উৎসের কম্পাঙ্ক কত হার্জ?

ক. ১৩৬

খ. ২৭২

গ. ৪২৫

ঘ. ৮৫০

২৪. শব্দের বেগ বৃদ্ধি পেলে উক্ত মাধ্যমে

I. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে

II. বায়ুর আদ্রতা বৃদ্ধি পাবে

III. বায়ুর চাপ বৃদ্ধি পাবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক.  $i$  ও  $ii$

খ.  $i$  ও  $iii$

গ.  $ii$  ও  $iii$

ঘ.  $i, ii$  ও  $iii$

নিচের তথ্যের আলোকে ২৫ ও ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

একজন বালক ১৮ মি গভীরতা বিশিষ্ট একটি কূপের কাছে দাঁড়িয়ে শব্দ উৎপন্ন করলো। [দি বো ১৯]

২৫.  $0^\circ$  সেলসিয়াস তাপমাত্রায় সর্বাধিক কত গভীরতা কমালে সে

প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে?

ক. ৩৪.৬ মি

খ. ১৮ মি

গ. ১৬.৬ মি

ঘ. ১.৪ মি

২৬.  $20^\circ$  সেলসিয়াস তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শুনতে তার কত সময় লাগবে?

ক. ০.১ সে

খ. ০.১০৪ সে

গ. ০.১০৮ সে

ঘ. ১.৮ সে

২৭. ঢাকা বেতার কেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভে ৬৩০kHz এ অনুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিও তরঙ্গের বেগ  $3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$  হলে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত হবে?

[রা. বো.

২০১৬]

K 476190m

L 476.19m

M 476190cm

N 476.19cm

২৮. দাঁত এবং কিডনির পাথর অপসারণের কাজে কোন শব্দ ব্যবহার করা হয়?

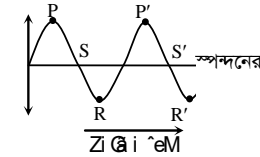
[রা. বো. ২০১৬]

K যান্ত্রিক শব্দ

L শ্রাব্যতার শব্দ

M শব্দোত্তর শব্দ

N শব্দোত্তর শব্দ



২৯. চিত্রে বিপরীত দশায় আছে কোনটি?

[রা. বো. ২০১৬]

K P এবং P'

L S এবং S'

M R এবং R'

N P এবং R

৩০. কোন তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না? [রা. বো. ২০১৬]

K শব্দ তরঙ্গ

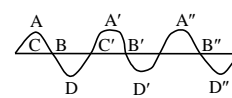
L যান্ত্রিক তরঙ্গ

M তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গ

N পানির তরঙ্গ

৩১.

[দি. বো. ২০১৬]



একই দশা সম্পন্ন বিন্দুগুলোর ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক?

K A, B, D

L A, A', A''

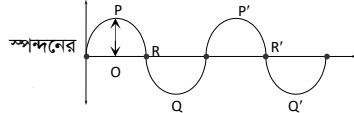
M A', B', C'

N A'', B'', D''

৩২.  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় পানিতে শব্দের বেগ কত?

[কু. বো. ২০১৬]

- K  $344\text{ms}^{-1}$  L  $1350\text{ms}^{-1}$   
M  $1400\text{ms}^{-1}$  N  $1450\text{ms}^{-1}$  ৬৩. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে তরঙ্গস্থিত কণাগুলোর কম্পনের দিকের সাথে তরঙ্গ প্রবাহের দিকের মধ্যবর্তী কোণ কত? [কু. বো. ২০১৬]
- K  $90^\circ$  L  $45^\circ$   
M  $30^\circ$  N  $0^\circ$  ৬৪. সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য নিচের কোনটি? [চ. বো. ২০১৬]
- K শব্দের বেগ L শব্দের তীক্ষ্ণতা  
M শব্দের কম্পাঙ্ক N শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ৬৫.  $E = mc^2$  সূত্রে m হচ্ছে — [সি. বো. ২০১৬]
- K নিউক্লিয়াসের ভর L নিউক্লিয়াসের হারানো ভর  
M পরমাণুর ভর N ইউরেনিয়ামের ভর ৬৬.  $10^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি  $338\text{ms}^{-1}$  হলে  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শূন্য মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি কত? [সি. বো. ২০১৬]
- K  $1014\text{ms}^{-1}$  L  $350\text{ms}^{-1}$   
M  $332\text{ms}^{-1}$  N  $0\text{ms}^{-1}$  ৬৭. কত তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি তিনগুণ বৃদ্ধি পায়? [সি. বো. ২০১৬]
- K  $996^\circ\text{C}$  L  $1107^\circ\text{C}$   
M  $1328^\circ\text{C}$  N  $1660^\circ\text{C}$  ৬৮.  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ কত? [য. বো. ২০১৬]
- K  $1450\text{ms}^{-1}$  L  $5130\text{ms}^{-1}$   
M  $344\text{ms}^{-1}$  N  $340\text{ms}^{-1}$  ৬৯. উৎস ও প্রতিফলকের ন্যূনতম দূরত্ব কত হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে? [য. বো. ২০১৬]
- K  $17.5\text{m}$  L  $17\text{m}$   
M  $16.6\text{m}$  N  $16.3\text{m}$  ৮০.  $40^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ কত হবে? [ব. বো. ২০১৬]
- K  $332\text{ms}^{-1}$  L  $350\text{ms}^{-1}$   
M  $356\text{ms}^{-1}$  N  $362\text{ms}^{-1}$  ৮১. কোন মাধ্যমে শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশি? [ব. বো. ২০১৬]
- K কঠিন L তরল  
M গ্যাসীয় N প্লাজমা ৮২. SONAR-এর পূর্ণ অর্থ কি? [ঢা. বো.- ২০১৫]
- K Sound Navigator and Ranging  
L Sound Navigation and Ranging  
M Sound Navigation and Ringing  
N Sound Navigator and Ringing ৮৩. শব্দের বেগ কোন মাধ্যমে সবচেয়ে কম? [রা. বো.-২০১৫]
- K তরল মাধ্যমে L গ্যাসীয় মাধ্যমে  
M কঠিন মাধ্যমে N শূন্য মাধ্যমে ৮৪. প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ কত বৃদ্ধি পায়? [রা. বো.-২০১৫]
- K  $332\text{ms}^{-1}$  L  $16.6\text{ms}^{-1}$   
M  $6\text{ms}^{-1}$  N  $0.6\text{ms}^{-1}$  ৮৫. সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়ের জন্য কোন যন্ত্রটি ব্যবহৃত হয়? [দি. বো.- ২০১৫]
- K টেলিস্কোপ L পেরিস্কোপ  
M সোনার N রাডার ৮৬. কোনো নির্দিষ্ট মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক বৃদ্ধি করলে নিচের কোনটি কমবে? [দি. বো.-২০১৫]
- K তরঙ্গবেগ L বিস্তার  
M পর্যায়কাল N দশা ৮৭. বাতাসে সৃষ্ট একটি শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $35\text{cm}$  হলে, এর কম্পাঙ্ক কত হবে? [বাতাসের শব্দের বেগ =  $350\text{ms}^{-1}$ ] [দি. বো.- ২০১৫]

- K  $10\text{Hz}$  L  $100\text{Hz}$   
M  $1000\text{Hz}$  N  $10,000\text{Hz}$  ৮৮.  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় কোনো স্থান থেকে শব্দ করলে  $0.12\text{sec}$  পর শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায়। শব্দের উৎস হতে প্রতিফলক পৃষ্ঠের দূরত্ব কত? [কু. বো.-২০১৫]
- K  $42\text{m}$  L  $39.84\text{m}$   
M  $21\text{m}$  N  $19.9\text{m}$  ৮৯. উৎসের কম্পন প্রতি সেকেন্ডে  $20,000$  এর বেশী হলে সৃষ্ট শব্দটি কিরূপ? [কু. বো.-২০১৫]
- K শব্দের তর L শ্রুতিপূর্ব  
M শব্দোত্তর N শ্রুতিমধুর ৯০. স্পন্দনের 
- চিত্রে পূর্ণ স্পন্দন কোনটি? [চ. বো.-২০১৫]
- K R থেকে R' L P থেকে R  
M P থেকে Q N O থেকে P ৯১. নিচের কোনটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ? [চ. বো.-২০১৫, সি. বো.- ২০১৫]
- K আলোক তরঙ্গ L বেতার তরঙ্গ  
M শব্দ তরঙ্গ N পানির তরঙ্গ ৯২.  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায়  $0.25\text{s}$  এ কোনো প্রতিধ্বনি শোনা গেলে উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত m (মিটার)? [চ. বো.-২০১৫]
- K  $43.75$  L  $42.50$   
M  $41.50$  N  $41.25$  ৯৩.  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় লোহাতে শব্দের বেগ পানিতে শব্দের বেগের কত গুণ? [সি. বো.-২০১৫]
- K  $3.54$  L  $4.54$   
M  $5.54$  N  $6.45$  ৯৪. শব্দের কম্পাঙ্ক বেড়ে যায়— [য. বো.-২০১৫]
- K বেগ বেড়ে গেলে L তরঙ্গদৈর্ঘ্য কমে গেলে  
M তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেড়ে গেলে N পর্যায়কাল বেড়ে গেলে ৯৫. শব্দের তীব্রতা তরঙ্গের বিস্তারের— [য. বো.-২০১৫]
- K বর্গের ব্যাসানুপাতিক L ঘনের সমানুপাতিক  
M বর্গের সমানুপাতিক N সমানুপাতিক ৯৬. S.I পদ্ধতিতে শব্দের তীব্রতার একক কোনটি? [ব. বো.-২০১৫]
- K  $\text{kWm}^{-1}$  L  $\text{kWm}^{-2}$   
M  $\text{Wm}^{-1}$  N  $\text{Wm}^{-2}$  ৯৭. এক ব্যক্তি প্রতিবন্ধক থেকে  $16.6$  দূরের থাকা সত্ত্বেও প্রতিধ্বনি শুনতে পেল না। কারণ— [চ. বো. ২০১৬]
- i. বায়ুর তাপমাত্রা  $0^\circ\text{C}$  থেকে কম ছিল  
ii. শব্দের বেগ  $332\text{ms}^{-1}$  থেকে বেশি ছিল  
iii.  $0.1\text{s}$  এর পূর্বে শব্দ ফিরে এসেছিল  
নিচের কোনটি সঠিক?  
K i ও ii L i ও iii  
M ii ও iii N i, ii ও iii ৯৮. সময় t ও শব্দের বেগ v হলে, সমুদ্রের গভীরতা d নির্ণয়ের ক্ষেত্রে— [সি. বো.-২০১৫]
- i. শব্দ সর্বমোট d দূরত্ব অতিক্রম করে  
ii.  $d = \frac{v \times t}{2}$   
iii. শব্দ সর্বমোট  $2d$  দূরত্ব অতিক্রম করে  
নিচের কোনটি সঠিক?  
K i ও ii L ii ও iii  
M i ও iii N i, ii ও iii ৯৯. সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য— [ঢা. বো.- ২০১৫]

- i. শব্দ বিস্তারের অভিমুখ লম্বভাবে হয়  
ii. শব্দের কম্পাঙ্ক বেশি হয়  
iii. পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে উৎপন্ন হয়  
নিচের কোনটি সঠিক?

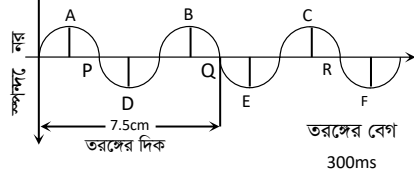
K i ও ii L ii ও iii  
M i ও iii N i, ii ও iii

৬০. বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ভর করে- [রা. বো.-২০১৫]

- i. আর্দ্রতার উপর ii. তাপমাত্রার উপর  
iii. চাপের উপর  
নিচের কোনটি সঠিক?

K i ও ii L i ও iii  
M ii ও iii N i, ii ও iii

লেখচিত্রটি লক্ষ্য করে ৬১ ও ৬২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



১. শব্দ কোন ধরনের তরঙ্গ?

- কি তির্যক তরঙ্গ খি তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গ  
● অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ঘি বেতার তরঙ্গ

২. শব্দের বেগ কোন মাধ্যমে সবচেয়ে বেশি?

- কঠিন খি তরল গি গ্যাসীয় ঘি প্লাজমা

৩. বৈদ্যুতিক লাইনে মৃত বাদুড় বুলে থাকতে দেখা যায় কেন?

- i. বৈদ্যুতিক তারগুলোর অবস্থান এবং মধ্যবর্তী দূরত্ব সম্পর্কে  
তাৎক্ষণিকভাবে সুস্পষ্ট ধারণা না থাকায়

ii. সামনের দিকের শব্দোত্তর তরঙ্গের প্রতিধ্বনি শুনতে না পাওয়ায়

iii. বাদুড় একটি তারে বুলে অপর তারটি স্পর্শ করায়

নিচের কোনটি সঠিক?

- কি i ও ii খি i ও iii গি ii ও iii ● i, ii ও iii

৬. SONAR-এর পূর্ণ অর্থ কী?

- কি Sound Navigator and Ranging  
● Sound Navigation and Ranging  
গি Sound Navigation and Ringing  
ঘি Sound Navigator and Ringing

৭. শব্দের তীব্রতা তরঙ্গ বিস্তারের-

- কি বর্গের ব্যাসানুপাতিক খি ঘনের সমানুপাতিক  
● বর্গের সমানুপাতিক ঘি সমানুপাতিক

৮. শব্দের কম্পাঙ্ক বেড়ে যায়-

- কি বেগ বেড়ে গেলে ● তরঙ্গদৈর্ঘ্য কমে গেলে  
গি তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেড়ে গেলে ঘি পর্যায়কাল বেড়ে গেলে

৯. কোনটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ?

- কি পানির তরঙ্গ ● শব্দ তরঙ্গ গি আলোর তরঙ্গ  
ঘি বেতার তরঙ্গ

১০. কোনো নির্দিষ্ট মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক বৃদ্ধি করলে নিচের কোনটি কমবে?

- কি তরঙ্গবেগ খি বিস্তার ● পর্যায়কাল ঘি দশা

১১. চিত্রে পূর্ণ স্পন্দন কোনটি?

৬১. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক কত হার্ড?

[ব. বো.-২০১৫]

- K 40 L 6000  
M 120 N 140

৬২. উপরের লেখচিত্রে-

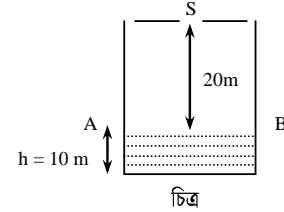
[ব. বো.-২০১৫]

- i. মাধ্যমের কণাগুলোর দিক ও তরঙ্গ প্রবাহের দিক একই  
ii. P, Q, R কণাগুলোর দশা একই  
iii. D, E, F কণাগুলোর বেগ একই  
নিচের কোনটি সঠিক?

- K i ও ii L i ও iii  
M ii ও iii N i, ii ও iii

শুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

চিত্রে S একটি শব্দ উৎস এবং AB পানির পৃষ্ঠতল। শব্দের বেগ  $332\text{ms}^{-1}$  ধরে নিয়ে এবং পার্শ্বের তথ্য ও চিত্রের ভিত্তিতে ৪ ও ৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

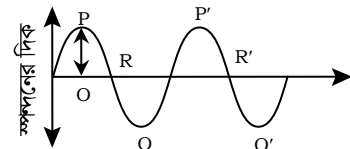


৪. পানির উচ্চতা h এর মান সর্বোচ্চ কত পর্যন্ত প্রতিধ্বনি শোনা যাবে?

- কি 13.40 cm ● 13.40 m গি 3.4 m  
ঘি 3.4 cm

৫. প্রদত্ত চিত্রের বেত্রে প্রতিধ্বনি শুনতে কত সময় প্রয়োজন হবে?

- কি 0.10 s ● 0.12 s গি 0.14 s ঘি 0.18 s



- R থেকে R' খি P থেকে R গি P থেকে Q  
ঘি O থেকে P

১২. বাতাসে সৃষ্ট একটি শব্দতরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 35 cm হলে, এর কম্পাঙ্ক কত হবে? [বাতাসে শব্দের বেগ =  $350\text{ms}^{-1}$ ]

- কি 10Hz খি 100Hz ● 1000Hz ঘি 10,000Hz

১৩.  $30^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় 0.25 s-এ কোনো প্রতিধ্বনি শোনা গেলে উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব m (মিটার) কত?

- 43.75 খি 42.50 গি 41.50 ঘি 41.25

১৪. প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ কত বৃদ্ধি পায়?

- কি  $332\text{ms}^{-1}$  খি  $16.6\text{ms}^{-1}$  গি 6  
●  $0.6\text{ms}^{-1}$

১৫. শব্দের বেগ কোন মাধ্যমে সবচেয়ে কম?

- কি তরল মাধ্যমে ● গ্যাসীয় মাধ্যমে  
গি কঠিন মাধ্যমে ঘি শূন্য মাধ্যমে

১৬.  $30^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় কোনো স্থান থেকে শব্দ করলে  $0.12\text{ sec}$  পর শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায়। শব্দের উৎস হতে প্রতিফলক পৃষ্ঠের দূরত্ব কত?  
 (ক)  $42\text{ m}$  (খ)  $39.84\text{ m}$  (গ)  $21\text{ m}$  (ঘ)  $19.9\text{ m}$
১৭.  $20^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় লোহাতে শব্দের বেগ পানিতে শব্দের বেগের কতগুণ?  
 (ক)  $3.54$  (খ)  $4.54$  (গ)  $5.54$  (ঘ)  $6.45$
১৮. উৎসের কম্পন প্রতি সেকেন্ডে  $20,000$  এর বেশী হলে সৃষ্ট শব্দটি কিরূপ?  
 (ক) শব্দের (খ) শ্রুতিপূর্ব (গ) শব্দোত্তর (ঘ) শ্রুতিমধুর
১৯. সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়ের জন্য কোন যন্ত্রটি ব্যবহৃত হয়?  
 (ক) টেলিস্কোপ (খ) পেরিস্কোপ (গ) সোনার (ঘ) রাডার
২০. SI পদ্ধতিতে শব্দের তীব্রতার একক কোনটি?  
 (ক)  $\text{KWm}^{-1}$  (খ)  $\text{KWm}^{-2}$  (গ)  $\text{Wm}^{-1}$  (ঘ)  $\text{Wm}^{-2}$
২১. সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য—  
 i. শব্দ বিস্তারের অভিমুখ লম্বভাবে হয়  
 ii. শব্দের কম্পাঙ্ক বেশি হয়  
 iii. পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে উৎপন্ন হয়  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 (ক) i ও ii (খ) i ও iii (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii
২২. সময়  $t$  ও শব্দের বেগ  $v$  হলে, সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়ের বেত্রে—  
 i. শব্দ সর্বমোট  $d$  দূরত্ব অতিক্রম করে  
 ii.  $d = \frac{v \times t}{2}$   
 iii. শব্দ সর্বমোট  $2d$  দূরত্ব অতিক্রম করে
২৬. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের শব্দ সঞ্চালনের সময় মাধ্যমের কী পরিবর্তন হয়?  
 (জ্ঞান)  
 (ক) ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় (খ) ঘনত্ব হ্রাস পায়  
 (গ) মাধ্যমের পরিবর্তন হয় না (ঘ) ঘনত্বের হ্রাস বৃদ্ধি উভয়ই হয়
২৭. সংকোচন ও প্রসারণ হয় কোন তরঙ্গে?  
 (জ্ঞান)  
 (ক) আলোক তরঙ্গে (খ) ভাঙিতচৌম্বক তরঙ্গে  
 (গ) শব্দ তরঙ্গে (ঘ) অবলোহিত তরঙ্গে
২৮. পানির কণার আন্দোলনের ফলে পানিতে সৃষ্ট যান্ত্রিক শক্তি কীভাবে সঞ্চালিত হয়?  
 (জ্ঞান)  
 (ক) সংকোচনের মাধ্যমে (খ) প্রসারণের মাধ্যমে  
 (গ) বিকিরণের মাধ্যমে (ঘ) কম্পনের মাধ্যমে
২৯. কোন তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য স্থিতিস্থাপক জড় মাধ্যমের প্রয়োজন হয়?  
 (অনুধাবন)  
 (ক) বেতার তরঙ্গ (খ) আলোক তরঙ্গ  
 (গ) পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গ (ঘ) সৌর তরঙ্গ
৩০. পানির তরঙ্গের বেত্রে কম্পনের দিক ও তরঙ্গের দিকের মধ্যবর্তী কোণ কত?  
 (প্রয়োগ)  
 (ক)  $0^{\circ}$  (খ)  $90^{\circ}$  (গ)  $180^{\circ}$  (ঘ)  $360^{\circ}$
৩১. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের কণাগুলো স্পন্দনের দিকের সাথে তরঙ্গ প্রবাহের দিকের মধ্যবর্তী কোণ কত?  
 (অনুধাবন)  
 (ক)  $0^{\circ}$  (খ)  $60^{\circ}$  (গ)  $90^{\circ}$  (ঘ)  $180^{\circ}$

নিচের কোনটি সঠিক?

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

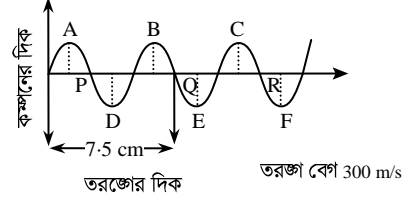
২৩. বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ভর করে—

- i. আর্দ্রতার ওপর  
 ii. তাপমাত্রার ওপর  
 iii. চাপের ওপর

নিচের কোনটি সঠিক?

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

নিচের তথ্যানুসারে ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



২৪. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক কত হার্জ?

- (ক) 40 (খ) 60 (গ) 120 (ঘ) 140

[সঠিক উত্তর :  $6000\text{ Hz}$   $7.5\text{ cm}$  এর স্থলে  $7.5\text{ m}$  হলে সঠিক উত্তর হবে (খ) 60]

২৫. উপরের লেখচিত্র—

- i. মাধ্যমের কণাগুলোর দিক ও তরঙ্গ প্রবাহের দিক একই  
 ii. P, Q, R কণাগুলোর দশা একই  
 iii. D, E, F কণাগুলোর বেগ একই

নিচের কোনটি সঠিক?

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

৩২. অনুপ্রস্থ তরঙ্গের কণাগুলো কম্পনের দিকের সাথে তরঙ্গ প্রবাহের দিকের মধ্যবর্তী কোণ কত হয়?  
 (অনুধাবন)

- (ক)  $0^{\circ}$  (খ)  $60^{\circ}$  (গ)  $90^{\circ}$  (ঘ)  $180^{\circ}$

৩৩. বায়ু মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের দিক ও বায়ুস্তরের কম্পনের মধ্যবর্তী কোণ কত হয়?  
 (প্রয়োগ)

- (ক)  $0^{\circ}$  (খ)  $90^{\circ}$  (গ)  $180^{\circ}$  (ঘ)  $360^{\circ}$

৩৪. অনুপ্রস্থ তরঙ্গের বেত্রে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে কীভাবে অগ্রসর হয়?  
 (অনুধাবন)

- (ক) সমান্তরালে (খ) লম্বভাবে (গ) বিক্ষিপ্তভাবে (ঘ) নিরবচ্ছিন্নভাবে

৩৫. পরপর পাশাপাশি একটি তরঙ্গশীর্ষ ও একটি তরঙ্গ পাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত?  
 (প্রয়োগ)

- (ক)  $\lambda$  (খ)  $2\lambda$  (গ)  $\frac{\lambda}{2}$  (ঘ)  $4\lambda$

৩৬. কম্পনের দিক উপর নিচ বা ডানে বামে হলে তরঙ্গের গতি কোন দিক হবে?  
 (অনুধাবন)

- (ক) উপর দিকে (খ) অনুভূমিক দিকে (গ) নিচের দিকে  
 (ঘ) ডান দিকে

৩৭. পুকুরের স্থির পানিতে টিল ছুড়লে কী ঘটে?  
 (অনুধাবন)

- (ক) পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় (খ) পানি আয়তনে কমে  
 (গ) পানির কণাগুলো আন্দোলিত হয় (ঘ) পানির কণাগুলো স্থানান্তরিত হয়

৩৮. তরঙ্গ হলো— (জ্ঞান)

- ক) পর্যাবৃত্ত গতি ● পর্যাবৃত্ত আন্দোলন  
গ) রৈখিক গতি ঘ) সরলরৈখিক আন্দোলন

৩৯. জড় মাধ্যমের কণার আন্দোলনের ফলে যে তরঙ্গের সৃষ্টি হয় তাকে কী তরঙ্গ বলে? (জ্ঞান)

- ক) পর্যাবৃত্ত ● যান্ত্রিক গ) তাড়িতচৌম্বক ঘ) চৌম্বক

৪০. তরঙ্গ দ্বারা একস্থান থেকে অন্যস্থানে কী সঞ্চালিত হয়? (জ্ঞান)

- ক) তাপ ● শক্তি গ) গতি ঘ) ভর

৪১. নিচের কোনটি যান্ত্রিক তরঙ্গ? (অনুধাবন)

- শব্দ তরঙ্গ খ) আলোক তরঙ্গ  
গ) তাপ তরঙ্গ ঘ) এক্স-রে

৪২. নদীতে বা পুকুরে একটি ঢিল ছুড়লে নদীর পানি আন্দোলিত হয়ে যে ধরনের তরঙ্গের সৃষ্টি হয় তা— (অনুধাবন)

- অনুপ্রস্থ তরঙ্গ  
খ) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ  
গ) অনুদৈর্ঘ্য ও অনুপ্রস্থ উভয়ই হতে পারে  
ঘ) তরঙ্গ সৃষ্টি নাও হতে পারে

৪৩. কোনটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ? (অনুধাবন)

- ক) নদীতে সৃষ্ট তরঙ্গ খ) আলোক তরঙ্গ  
● শব্দ তরঙ্গ ঘ) গিটারের তারের তরঙ্গ

৪৪. তরঙ্গ স্থানান্তরিত করে কোনটি? (অনুধাবন)

- ক) অণু ● শক্তি গ) বস্তু ঘ) বল

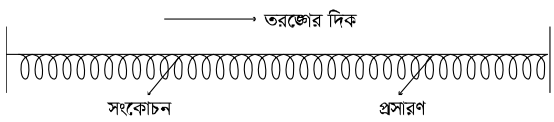
৪৫. অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে— (অনুধাবন)

- ক) সমান্তরাল থাকে খ)  $45^\circ$  কোণে থাকে  
● সমকোণে থাকে ঘ) যেকোনো কোণে থাকে

৪৬. কোনটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ নয়? (অনুধাবন)

- পানির তরঙ্গ খ) শব্দ তরঙ্গ  
গ) বেতার তরঙ্গ ঘ) আলোক তরঙ্গ

৪৭. নিচের চিত্রে কোন ঘটনাটি ঘটছে? (উচ্চতর দক্ষতা)



- ক) দুটি সংকোচনের দূরত্ব নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সৃষ্টি হচ্ছে  
● এতে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সৃষ্টি হচ্ছে  
গ) এতে অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সৃষ্টি হচ্ছে  
ঘ) তরঙ্গ সামনে ও পেছনে উভয় দিকে এগিয়ে যাচ্ছে

৪৮. নিচের চিত্রে একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ দেখানো হয়েছে। (উচ্চতর দক্ষতা)



এক্ষেত্রে নিচের কোন ঘটনাটি সত্য?

- ক) মাধ্যমের কণাগুলো উপর নিচে কাঁপতে কাঁপতে সামনের দিকে এগিয়ে যাচ্ছে

খ) একটি পাদবিন্দু ও একটি শীর্ষবিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব তরঙ্গদৈর্ঘ্য

● মাধ্যমের কণাগুলো নিজ নিজ স্থানের তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে সমকোণে কাঁপছে

ঘ) মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণের সৃষ্টি হচ্ছে

৪৯. তরঙ্গ কয় প্রকার? (জ্ঞান)

- দুই খ) তিন গ) চার ঘ) পাঁচ

৫০. কোনটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের উদাহরণ? (অনুধাবন)

- ক) বেতার তরঙ্গ খ) পানির তরঙ্গ  
গ) আলোর তরঙ্গ ● স্পিঙ্-এ সৃষ্ট তরঙ্গ

৫১. পুকুরের পানির ঢেউয়ের গতি কোন প্রকৃতির? (উচ্চতর দক্ষতা)

- ক) অপর্ষাবৃত্ত ● পর্যাবৃত্ত গ) বৃত্তাকার ঘ) উপবৃত্ত

৫২. নদী বা সাগরের পানির ঢেউ কিরূপ তরঙ্গ? (জ্ঞান)

- আড় তরঙ্গ খ) লম্বিক তরঙ্গ  
গ) তাড়িত চৌম্বক ঘ) ভূতরঙ্গ

৫৩. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

- ক) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ● অনুপ্রস্থ তরঙ্গ  
গ) সরলছন্দিত তরঙ্গ ঘ) সংকোচন তরঙ্গ

৫৪. বেতার তরঙ্গ কী ধরনের তরঙ্গ? (জ্ঞান)

- ক) যান্ত্রিক তরঙ্গ খ) তড়িত চৌম্বক তরঙ্গ  
● আড় তরঙ্গ ঘ) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ

৫৫. তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হলো— (অনুধাবন)

- i. মাধ্যমের কণার স্পন্দন গতির ফলে তরঙ্গ সৃষ্টি হয় কিন্তু মাধ্যমের কণা স্থানান্তরিত হয় না  
ii. মাধ্যমের কণাগুলো একই বেগে স্পন্দিত হয়  
iii. বেতার তরঙ্গ আড়তরঙ্গ সূত্রাং আড় তরঙ্গই শক্তি ও তথ্য সঞ্চারণ করে

নিচের কোনটি সঠিক?

- i খ) ii গ) iii ঘ) i ও iii

৫৬. অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে— (অনুধাবন)

- i. দুটি পরপর তরঙ্গশীর্ষের মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে  
ii. একটি তরঙ্গশীর্ষ এবং একটি তরঙ্গপাদের মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে  
iii. মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গের অভিমুখের সাথে লম্বভাবে কাঁপে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii খ) i ও iii ● ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৫৭. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের মধ্যে অন্যতম হলো— (অনুধাবন)

- i. বেতার তরঙ্গ  
ii. আলোক তরঙ্গ  
iii. শব্দ তরঙ্গ

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i খ) ii ● iii ঘ) i ও ii

৫৮. তরঙ্গ বুঝিয়ে দেয়— (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. মাধ্যমের কণাগুলোর ঘূর্ণন

ii. মাধ্যমের কণাগুলো স্পন্দন

iii. মাধ্যমের কণাগুলোর চলন গতি

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i      ● ii      গ) i ও iii      ঘ) ii ও iii

৫৯. তরঙ্গের—

(অনুধাবন)

i. কণাগুলোর স্থায়ী স্থানান্তর হয়

ii. প্রতিফলন ও প্রতিসরণ ঘটে

iii. একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      ● ii ও iii      গ) i ও iii      ঘ) i, ii ও iii

৬০. তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হলো—

(অনুধাবন)

i. তরঙ্গের বেগ ও মাধ্যমের কণাসমূহের স্পন্দনের বেগ একই সাথে

ii. তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে

iii. তরঙ্গের প্রতিফলন, প্রতিসরণ ও উপরিপাতন ঘটে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii      ● ii ও iii      গ) i ও iii      ঘ) i, ii ও iii

নিচে প্রদত্ত তথ্যের আলোকে ৬১ ও ৬২নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৬১. চিত্রে সৃষ্ট তরঙ্গের নাম কী?

(উচ্চতর দক্ষতা)

- ক) অনুপ্রস্থ তরঙ্গ      ● অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ  
গ) স্থির তরঙ্গ      ঘ) যান্ত্রিক তরঙ্গ

৬২. সিপ্রিং-এর কুণ্ডলীগুলোর স্পন্দন তরঙ্গ তরঙ্গের দিকের সাথে কীভাবে হচ্ছে?

(প্রয়োগ)

- লম্বভাবে      খ) সমান্তরালে  
গ) সমকোণে      ঘ) তির্যকভাবে

৬৩. পরপর কয়টি তরঙ্গশীর্ষ বা তরঙ্গপাদের মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে?

(জ্ঞান)

- ক) ১      ● ২      গ) ৩      ঘ) ৪

৬৪. দুইটি কণা একই সময়ে একই দিকে নিজস্ব সাম্যাবস্থা অতিক্রম করে, তখন তাকে কী বলে?

(উচ্চতর দক্ষতা)

- ক) ধনাত্মক দশা সম্পন্ন কণা      খ) ঋণাত্মক দশা সম্পন্ন কণা  
● সমদশা সম্পন্ন কণা      ঘ) বিপরীত দশা সম্পন্ন কণা

৬৫. তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণা কোনো বিন্দু থেকে যাত্রা আরম্ভ করে আবার একই দিক থেকে সেই বিন্দুতে ফিরে এলে তাকে কী বলে?

(জ্ঞান)

- ক) পর্যায়কাল      খ) বিস্তার      ● পূর্ণ স্পন্দন      ঘ) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

৬৬. তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সম্যক অবস্থাকে কী বলে?

(জ্ঞান)

- ক) কম্পাঙ্ক      খ) বিস্তার      ● দশা      ঘ) স্পন্দন

৬৭. কম্পাঙ্কের এককের নাম কী?

(জ্ঞান)

- ক) মিটার      খ) নিউটন      ● হার্টজ (Hz)      ঘ) মিটার/সে.

৬৮. এক হার্টজ সমান =?

(জ্ঞান)

- ক)  $3.14s^{-1}$       খ)  $2s^{-1}$       ●  $1s^{-1}$       ঘ)  $1s^{-2}$

৬৯. কোনো তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কণার পর্যায়কাল বেশি হলে কী ঘটবে? (অনুধাবন)

- কম্পাঙ্ক কম হবে      খ) কম্পাঙ্ক বেশি হবে  
গ) কম্পাঙ্ক একই থাকবে      ঘ) এটি থেমে যাবে

৭০. কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কালের সম্পর্ক কেমন? (অনুধাবন)

- ক) পরস্পরের সমানুপাতিক  
● পরস্পরের ব্যস্তানুপাতিক  
গ) পরস্পরের বর্গমূলের সমানুপাতিক  
ঘ) পরস্পরের ঘনমূলের সমানুপাতিক

৭১. স্পন্দনশীল কোনো কণা প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো স্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে কী বলে?

(জ্ঞান)

- ক) তরঙ্গের বেগ      ● কম্পাঙ্ক      গ) বিস্তার      ঘ) পর্যায়কাল

৭২. তরঙ্গদৈর্ঘ্যের এককের নাম কী? (জ্ঞান)

- ক)  $ms^{-1}$       খ) Hz      ● m      ঘ) সাইকেল/সে.

৭৩. 1 সেকেন্ডে কোনো কণা 1টি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করলে তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

- ক) 2 Hz      ● 1 Hz      গ) 3 Hz      ঘ) 4 Hz

৭৪. পর পর দুটি সমদশার মধ্যে বিস্তার সংখ্যা কয়টি? (উচ্চতর দক্ষতা)

- ২টি      খ) ১টি      গ) ৩টি      ঘ) ৪টি

৭৫. কোনো বস্তু 5 সেকেন্ডে 100টি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করলে কম্পাঙ্ক কত হবে? (প্রয়োগ)

- ক) 100 Hz      ● 20 Hz      গ)  $\frac{1}{100}$  Hz      ঘ)  $\frac{1}{20}$  Hz

৭৬. কোনো তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 1 Hz হলে পর্যায়কাল কত? (প্রয়োগ)

- 1 sec      খ)  $\frac{1}{2}$  sec      গ)  $\frac{1}{20}$  sec      ঘ)  $\frac{1}{60}$  sec

৭৭. কম্পমান বস্তুর পূর্ণকম্পনে যে সময় লাগে সে সময়ে তরঙ্গ কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্বকে কী বলে?

(জ্ঞান)

- ক) বিস্তার      খ) তরঙ্গ বেগ      গ) তরঙ্গচূড়া      ● তরঙ্গদৈর্ঘ্য

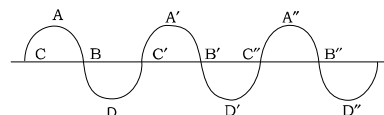
৭৮. নির্দিষ্ট দিকে তরঙ্গ 1 sec সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

- তরঙ্গ বেগ      খ) দশা      গ) বিস্তার      ঘ) পূর্ণ স্পন্দন

৭৯. দশা সম্পর্কিত কোন উক্তিটি সর্বাপেক্ষা মানানসই? (উচ্চতর দক্ষতা)

- এটি বিশেষ মুহূর্তে কম্পমান কণার সরণ, বেগ ও ত্বরণ  
খ) দুটি কণার সরণ যদি একই হয় তবে তাদের দশা ভিন্ন হবে  
গ) দশার পরিবর্তনের সাথে সাথে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যেরও পরিবর্তন হয়  
ঘ) দশা সর্বদা কম্পাঙ্কের চেয়ে কম হয়

৮০.



চিত্রে—

(অনুধাবন)

i. সমদশা সম্পন্ন বিন্দু A ও A''

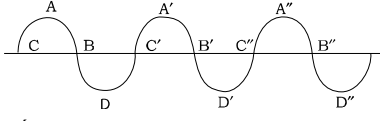
ii.  $CC' = \lambda$

iii. বিপরীত দশাসম্পন্ন বিন্দু B ও C

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii   খ) ii ও iii   গ) i ও iii   ● i, ii ও iii

৮১.



একই দশা সম্পন্ন—

(উচ্চতর দক্ষতা)

i. A, A' ও A''

ii. D, D' ও D''

iii. A, D' ও B, D''

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii   খ) ii ও iii   গ) i ও iii   ● i, ii ও iii

৮২.

নিচের তথ্যগুলো লব কর—

(উচ্চতর দক্ষতা)

i. পূর্ণ সম্পদনে বস্তু যে বিন্দু থেকে যাত্রা আরম্ভ করে আবার সেই বিন্দুতে ফিরে আসে

ii. যে সময় পরপর তরঙ্গের পুনরাবৃত্তি ঘটে তাকে পর্যায়কাল বলে

iii. পর্যায়কালের একক সেকেন্ড

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii   খ) ii ও iii   গ) i ও iii   ● i, ii ও iii

৮৩.

নিচের তথ্যগুলো লব কর—

(উচ্চতর দক্ষতা)

i. তরঙ্গ সৃষ্টি হয় কম্পনশীল বস্তু থেকে

ii. কম্পনশীল বস্তুর কম্পাঙ্ক তরঙ্গের কম্পাঙ্কের সমান

iii. এক সেকেন্ডে একটি পূর্ণ সম্পদন সম্পন্ন হলে তাকে 1 Hz বলে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii   খ) ii ও iii   গ) i ও iii   ● i, ii ও iii

৮৪.

কম্পাঙ্কের একক হচ্ছে—

(প্রয়োগ)

i. Hz

ii.  $s^{-1}$

iii. s

নিচের কোনটি সঠিক?

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

৮৫.

অনুপ্রস্থ তরঙ্গের উদাহরণ হলো—

(প্রয়োগ)

i. আলোক তরঙ্গ

ii. শব্দ তরঙ্গ

iii. বেতার তরঙ্গ

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i   খ) i ও ii   ● i ও iii   ঘ) i, ii ও iii

৮৬.

নিচের তথ্যগুলো লব কর—

(অনুধাবন)

i. তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একক মিটার

ii. কম্পাঙ্কের একক  $s^{-1}$

iii. পর্যায়কালের একক s

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii   খ) ii ও iii   গ) i ও iii   ● i, ii ও iii

৮৭.

নিচের তথ্যগুলো লব কর—

(প্রয়োগ)

i. গতির সম্যক অবস্থা বোঝায়

ii. গতির যেকোনো মুহূর্তের অবস্থা বোঝায়

iii. বিস্তারের একক সেকেন্ড

নিচের কোনটি সঠিক?

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

৮৮.

দশা বলতে—

(অনুধাবন)

i. তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সম্যক অবস্থা বোঝায়

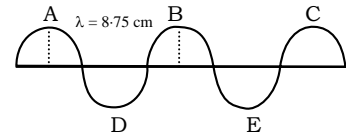
ii. গতির সম্যক অবস্থা বোঝায়

iii. গতির যেকোনো মুহূর্তের অবস্থা বোঝায়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i   খ) i ও ii   ● ii ও iii   ঘ) i, ii ও iii

নিচের চিত্র থেকে ৮৯ ও ৯০নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৮৯.

পানিতে শব্দ তরঙ্গের বেগ  $1452.5 \text{ ms}^{-1}$  হলে উদ্দীপকের AB পথে চলমান তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক কত হবে? (উচ্চতর দক্ষতা)

- ক) 1600Hz   খ) 1660Hz   গ) 16000Hz  
● 16600Hz

৯০.

উদ্দীপকের বেত্রে সঠিক হলো—

(উচ্চতর দক্ষতা)

i. D ও E বিন্দু দ্বারা তরঙ্গপদ বুঝানো হয়েছে

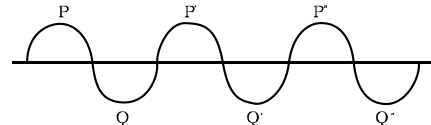
ii. তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কণার দশা ভিন্ন

iii. তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কণা তরঙ্গের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসরমান

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii   খ) i ও iii   গ) i ও iii   ● i, ii ও iii

নিচের চিত্র থেকে ৯১ ও ৯২নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৯১.

চিত্রে P থেকে P' কী?

(অনুধাবন)

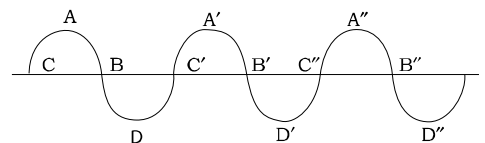
- ক) দশা   ● তরঙ্গ দৈর্ঘ্য   গ) কম্পাঙ্ক  
ঘ) বিস্তার

৯২.

চিত্রে P এবং P' এর বেত্রে প্রযোজ্য কোনটি? (উচ্চতর দক্ষতা)

- ক) একই তরঙ্গ বেগ সম্পন্ন   ● একই দশা সম্পন্ন  
গ) একই কম্পাঙ্ক সম্পন্ন   ঘ) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বিশিষ্ট

নিচের চিত্র থেকে ৯৩-৯৫নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৯৩.

উপরের চিত্রে কয়টি পূর্ণস্পন্দন সম্পন্ন হয়েছে? (অনুধাবন)

- 2টি   খ) 1টি   গ) 3টি   ঘ) 4টি

৯৪.

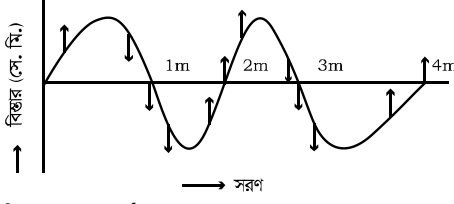
উপরের চিত্রে C থেকে C'' বিন্দুতে যেতে 1s সময় লাগলে তার কম্পাঙ্ক কত? (প্রয়োগ)

- ক) 2m   ●  $2s^{-1}$    গ)  $1s^{-1}$    ঘ) 1m

৯৫. কম্পাঙ্ক  $f$  এবং পর্যায়কাল  $T = 5$  s হলে কম্পাঙ্ক কত Hz? (প্রয়োগ)

- কি 0.1    ● 0.2    গি 2    ঘি 10

লেখচিত্র হতে ৯৬-৯৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৯৬. তরঙ্গটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? (প্রয়োগ)

- 2m    খি 1m    গি 3m    ঘি 4m

৯৭. তরঙ্গটির বিস্তার কত? (প্রয়োগ)

- 1cm    খি 1m    গি 2m    ঘি 2cm

৯৮. উপরের তরঙ্গ এক ধরনের— (অনুধাবন)

i. অনুপ্রস্থ তরঙ্গ

ii. আড় তরঙ্গ

iii. লম্বিক তরঙ্গ

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii    খি ii ও iii    গি i ও iii    ঘি i, ii ও iii

৯৯. একটি বস্তু বাতাসে যে শব্দ সৃষ্টি করে তার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10 cm।

বাতাসে শব্দের বেগ  $350\text{ms}^{-1}$  হলে পর্যায়কাল কত? (প্রয়োগ)

- কি  $2.86 \times 10^{-2}\text{s}$     খি  $2.86 \times 10^{-3}\text{s}$

- $2.86 \times 10^{-4}\text{s}$     ঘি  $2.86 \times 10^{-5}\text{s}$

১০০. 630 KHz = কত? (প্রয়োগ)

- কি  $6.3 \times 10^4$  Hz    ●  $6.3 \times 10^5$  Hz    গি  $6.3 \times 10^6$  Hz

- ঘি  $6.3 \times 10^7$  Hz

১০১. বাতাসে 16.6 KHz কম্পাঙ্কের শব্দের দৈর্ঘ্য কত? (প্রয়োগ)

- কি 0.01 m    ● 0.02 m    গি 0.03 m    ঘি 0.04 m

১০২.  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বাতাসে সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 20cm হলে পর্যায়কাল কত? (প্রয়োগ)

- কি  $4.28 \times 10^{-3}\text{s}$     খি  $5.25 \times 10^{-2}\text{s}$     গি 6 ×  $10^{-3}\text{s}$

- $5.88 \times 10^{-4}\text{s}$

১০৩. 300Hz কম্পাঙ্কে স্পন্দিত কোনো রেডিও স্পিকার থেকে উৎপন্ন শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বায়ুতে 1.15m হলে বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের দ্রবতি কত? (প্রয়োগ)

- কি  $3.45\text{ms}^{-1}$     খি  $34.5\text{ms}^{-1}$     গি 300  $\text{ms}^{-1}$

- $345\text{ms}^{-1}$

১০৪. দুইটি সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 128 Hz এবং 384Hz। বায়ুতে সুরশলাকা দুইটি হতে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অনুপাত কত? (প্রয়োগ)

- 3 : 1    খি 1 : 3    গি 2 : 1    ঘি 1 : 2

১০৫. কোনো মানুষ  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় 5000Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ শুনতে পেল। শব্দটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? (প্রয়োগ)

- কি 6.88 m    ● 6.88 cm    গি  $6.88 \times 10^2\text{m}$     ঘি 6.88

- ×  $10^3\text{m}$

১০৬. 250Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট সুরশলাকা হতে নিঃসৃত শব্দ বাতাসে 35-এ 1050 m দূরত্ব অতিক্রম করে। বায়ুতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? (প্রয়োগ)

- কি 1.36 m    খি 1.5 m    ● 1.4 m    ঘি 12.6 m

১০৭. বায়ু ও পানিতে 300Hz কম্পাঙ্কের একটি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4.18 m। বায়ুতে শব্দের বেগ  $350\text{ms}^{-1}$  হলে পানিতে শব্দের বেগ কত? (উচ্চতর দক্ষতা)

- কি  $1404\text{ms}^{-1}$     ●  $1604\text{ms}^{-1}$     গি 1804  $\text{ms}^{-1}$

- ঘি  $2004\text{ms}^{-1}$

১০৮. বাতাসে শব্দের বেগ  $332\text{ms}^{-1}$  হলে, মানুষের শ্রাব্যতার উর্ধ্বসীমার তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? (প্রয়োগ)

- কি 0.166 m    ● 0.0166 m    গি  $1.6 \times 10^{-4}\text{m}$

- ঘি  $1.6 \times 10^{-4}\text{m}$

১০৯. কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কালের মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? (অনুধাবন)

- $f = \frac{1}{T}$     খি  $f = \frac{v}{\lambda}$     গি  $f = \frac{\lambda}{T}$     ঘি  $f = \frac{v}{T}$

১১০. নিচের কোন সমীকরণটি তরঙ্গদৈর্ঘ্য, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গের বেগের সাথে সম্পর্ক বহন করে? (অনুধাবন)

- কি  $v = f\lambda$     খি  $v = \frac{T}{f}$     গি  $v = \frac{1}{f}$     ●  $v = \frac{f}{1}$

১১১. কোনো বস্তু t সেকেন্ডে N সংখ্যক স্পন্দন করলে, কম্পাঙ্ক  $f = ?$  (জ্ঞান)

- কি  $f = \frac{t}{n}$     খি  $f = N \times t$     গি  $f = N + 1$

- $f = \frac{N}{t}$

১১২. একটি বস্তু বাতাসে যে শব্দ সৃষ্টি করে তার তরঙ্গদৈর্ঘ্য বায়ুতে 0.2 m। বাতাসে শব্দের বেগ  $340\text{ms}^{-1}$  হলে, এর কম্পাঙ্ক কত? (প্রয়োগ)

- 1700 Hz    খি 170 Hz    গি 64 Hz    ঘি 680 Hz

১১৩. বাতাসে সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের বেগ  $v = f\lambda$  হলে, নিচের কোনটি সঠিক? (উচ্চতর দক্ষতা)

- কি f বাড়লে  $\lambda$  বাড়ে    ● f বাড়লে  $\lambda$  কমে

- গি f কমলে  $\lambda$  কমে    ঘি f বাড়লে  $\lambda$  অপরিবর্তিত থাকে

১১৪. তরঙ্গের কম্পাঙ্ক কখন বেড়ে যায়? (অনুধাবন)

- তরঙ্গদৈর্ঘ্য ছোট হলে    খি বেগ কমে গেলে

- গি বিস্তার বেশি হলে    ঘি দোলনকাল বেড়ে গেলে

১১৫. যদি কোনো তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও তরঙ্গবেগ জানা থাকে তবে যে কণাগুলোর কম্পনের জন্য তরঙ্গ সৃষ্টি হচ্ছে তাদের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করা যাবে— (অনুধাবন)

- কি  $v = \frac{1}{f}$  দ্বারা    ●  $v = f\lambda$  দ্বারা

- গি  $v = \frac{f}{1}$  দ্বারা    ঘি  $f = \frac{v^2}{1}$  দ্বারা

১১৬. কম্পাঙ্ক  $f$  এবং পর্যায়কাল  $T = 5$  সেকেন্ড হলে,  $f =$  কত? (প্রয়োগ)

- 0.2 Hz    খি 2 Hz    গি 0.02 Hz    ঘি 10 Hz

১১৭. শব্দের বেগ  $332 \text{ ms}^{-1}$  হলে  $16 \text{ cm}$  তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বস্তুর কম্পাঙ্ক কত? (প্রয়োগ)

ক)  $1700 \text{ s}^{-1}$  খ)  $1500 \text{ s}^{-1}$  ●  $2075 \text{ s}^{-1}$  ঘ)  $2100 \text{ s}^{-1}$

১১৮.  $1700 \text{ Hz}$  কম্পাঙ্কবিশিষ্ট শব্দের বেগ বাতাসে  $340 \text{ ms}^{-1}$  হলে, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? (প্রয়োগ)

ক)  $20 \text{ m}$  খ)  $10 \text{ cm}$  গ)  $10 \text{ m}$  ●  $20 \text{ cm}$

১১৯. কম্পাঙ্ক  $300 \text{ Hz}$  এবং শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $1.15 \text{ m}$  হলে, বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি কত? (প্রয়োগ)

ক)  $300 \text{ ms}^{-1}$  খ)  $3.45 \text{ ms}^{-1}$  গ)  $260.87 \text{ ms}^{-1}$  ●  $345 \text{ ms}^{-1}$

১২০. ঢাকা বেতার কেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভে  $630 \text{ kHz}$  এর অনুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিও তরঙ্গের বেগ  $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$  হলে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। (প্রয়োগ)

●  $476.19 \text{ m}$  খ)  $476.91 \text{ m}$   
গ)  $456.19 \text{ m}$  ঘ)  $312.25 \text{ m}$

১২১. ৩ সেকেন্ডে একটি তরঙ্গ যদি  $1020$  মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে তবে তরঙ্গ দ্রুতি— (প্রয়োগ)

ক)  $140 \text{ ms}^{-1}$  খ)  $240 \text{ ms}^{-1}$  ●  $340 \text{ ms}^{-1}$   
ঘ)  $340 \text{ ms}^{-1}$

১২২. নিচের তথ্যগুলো লব কর— (অনুধাবন)

- তরঙ্গ দৈর্ঘ্যকে  $\lambda$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়
  - কম্পাঙ্ককে  $f$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়
  - পর্যায়কালকে  $T$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়
- নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) ii ও iii গ) i ও iii ● i, ii ও iii

১২৩. তরঙ্গ দ্রুতি, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সম্পর্ক হলো— (অনুধাবন)

- $v = f\lambda$
- $v f \lambda = 1$
- $\lambda = \frac{v}{f}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) ii ও iii ● i ও iii ঘ) i, ii ও iii

১২৪. কোনো তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বেড়ে যায়— (অনুধাবন)

- এর বেগ বেড়ে গেলে
- এর বিস্তার বেশি হলে
- এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য ছোট হলে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) ii ও iii ● i ও iii ঘ) i, ii ও iii

১২৫. বাতাসে সৃষ্ট একটি শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $20 \text{ cm}$  এবং কম্পাঙ্ক  $1700 \text{ Hz}$  হলে— (প্রয়োগ)

- শব্দটির বেগ  $340 \text{ ms}^{-1}$
- শব্দটির পর্যায়কাল  $0.000544 \text{ ms}^{-1}$
- শব্দটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $0.2 \text{ m}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii ● i ও iii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

নিচের তথ্যানুসারে ১২৬ ও ১২৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

পানিতে সৃষ্ট একটি শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য  $8.75 \text{ cm}$  এবং বায়ু ও পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি যথাক্রমে  $332 \text{ ms}^{-1}$  এবং  $1452 \text{ ms}^{-1}$ ।

১২৬. বাতাসে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? (প্রয়োগ)

●  $0.02 \text{ m}$  খ)  $0.01 \text{ m}$  গ)  $0.025 \text{ m}$  ঘ)  $0.03 \text{ m}$

১২৭. শব্দের কম্পাঙ্ক কত? (প্রয়োগ)

ক)  $14600 \text{ Hz}$  খ)  $15600 \text{ Hz}$   
●  $16600 \text{ Hz}$  ঘ)  $17600 \text{ Hz}$

১২৮. প্রতিফলন, প্রতিসরণ ও উপরিপাতন ঘটে কোন তরঙ্গে?(অনুধাবন)

● শব্দ তরঙ্গে খ) আলোক তরঙ্গে  
গ) বেতার তরঙ্গে ঘ) তাপ তরঙ্গে

১২৯. তরঙ্গের বিস্তার বেশি হলে শব্দের তীব্রতার কী হয়? (প্রয়োগ)

● বেশি হয় খ) কম হয়  
গ) অপরিবর্তিত থাকে ঘ) কম বা বেশি হতে পারে

১৩০. শব্দ সঞ্চারণের জন্য কেমন মাধ্যমের প্রয়োজন? (অনুধাবন)

ক) অস্থিতিস্থাপক মাধ্যম ● অবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যম  
গ) বায়বীয় মাধ্যম ঘ) কঠিন মাধ্যম

১৩১. শব্দ কী ধরনের তরঙ্গ? (জ্ঞান)

ক) অনুপ্রস্থ তরঙ্গ ● অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ  
গ) আড় তরঙ্গ ঘ) ট্রান্সভার্স ওয়েভ

১৩২. বস্তুর কোন ঘটনার জন্য শব্দ উৎপন্ন হয়? (জ্ঞান)

ক) সংকোচন ● কম্পন গ) প্রসারণ ঘ) পরিবহন

১৩৩. শব্দ উৎসের কম্পাঙ্ক কত হলে আমরা শব্দ শুনতে পাই?(উচ্চতর দক্ষতা)

ক)  $20 \text{ Hz}$ -এর নিচে  
খ)  $2000 \text{ Hz}$ -এর উপরে  
গ)  $2,0000 \text{ Hz}$ -এর বেশি  
●  $20 \text{ Hz}$  থেকে  $20,000 \text{ Hz}$ -এর মধ্যে

১৩৪. শব্দ তরঙ্গের বেগ কোন মাধ্যমে সবচেয়ে বেশি? (অনুধাবন)

ক) অক্সিজেন ● লোহা গ) পানি ঘ) কেরোসিন

১৩৫. শব্দ তরঙ্গের বেগে কোনটি ঘটে? (জ্ঞান)

ক) অপবর্তন খ) বিচ্ছুরণ  
● প্রতিফলন ঘ) সমবর্তন

১৩৬. কোন তরঙ্গে প্রতিফলন, প্রতিসরণ ও উপরিপাতন ঘটে? (জ্ঞান)

● শব্দ খ) বেতার  
গ) তাপ ঘ) বিদ্যুৎ

১৩৭. একটি সুরশলাকা, একটি বেহাগার তার, একটি লাউডস্পিকার শব্দ সৃষ্টি করছে। কারণ তারা— (অনুধাবন)

ক) সংকুচিত হচ্ছে খ) প্রসারিত হচ্ছে  
গ) ঘুরছে ● কাঁপছে

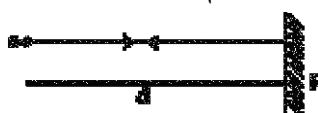
১৩৮. শব্দ তরঙ্গের বেগ নির্ভর করে কয়টি বিষয়ের ওপর? (অনুধাবন)

ক) ১টি খ) ২টি  
● ৩টি ঘ) ৪টি

১৩৯. একটি পিতলের বাটিতে একটি দণ্ড দ্বারা আঘাত করলে শব্দ উৎপন্ন হয়। কোন ঘটনার জন্য এই শব্দ উৎপন্ন হয়? (উচ্চতর দক্ষতা)
- কি দণ্ডের আঘাতের জন্য  
 ● পিতলের কণাগুলোর কম্পনের জন্য  
 গি বাতাসের সংকোচনের জন্য  
 ঘি আঘাতের ফলে পিতলের প্রসারণের জন্য
১৪০. নিচের কোনটি শব্দের প্রতিফলনের উদাহরণ? (অনুধাবন)
- কি অনুনাদ খি বীট  
 ● প্রতিধ্বনি ঘি ব্যতিচার
১৪১. কোনো একটি নির্দিষ্ট মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি কোনটির উপর নির্ভর করে? (অনুধাবন)
- কি কম্পাঙ্ক খি চাপ  
 ● তাপমাত্রা ঘি পর্যায়কাল
১৪২. আমরা জানি শব্দ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন। তাহলে নিচের কোনটির মধ্য দিয়ে শব্দ সঞ্চালিত হয় না? (অনুধাবন)
- কি কঠিন মাধ্যমে খি তরল মাধ্যমে  
 গি বায়বীয় মাধ্যমে ● ভ্যাকুয়াম
১৪৩. বায়ুতে শব্দের বেগ কখন বেশি হবে? (উচ্চতর দক্ষতা)
- কি বায়ুর ঘনত্ব বেড়ে গেলে খি বায়ুর আর্দ্রতা কমে গেলে  
 ● বায়ুতে জলীয় বাষ্প বেড়ে গেলে ঘি বায়ুতে জলীয় বাষ্প কমে গেলে
১৪৪. শব্দ সঞ্চালনের জন্য কী প মাধ্যম প্রয়োজন? (জ্ঞান)
- অবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক খি অস্থিতিস্থাপক  
 গি বায়বীয় ঘি কঠিন
১৪৫. তরঙ্গের বিস্তার বেশি হলে শব্দের তীব্রতা— (অনুধাবন)
- কি হ্রাস পায় ● বৃদ্ধি পায়  
 গি স্থির থাকে ঘি স্থির থাকে অথবা হ্রাস পায়
১৪৬. বায়ুর মধ্য দিয়ে শব্দ সঞ্চালিত হলে— (অনুধাবন)
- i. বায়ু মাধ্যমের স্তর সংকুচিত হয়  
 ii. বায়ু মাধ্যমের স্তর প্রসারিত হয়  
 iii. মাধ্যম স্থির থাকে  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 কি i খি ii ● i ও ii ঘি ii ও iii
১৪৭. শব্দের প্রতিফলনের জন্য প্রতিফলক তলটি— (জ্ঞান)
- i. মসৃণ হওয়া প্রয়োজন  
 ii. আকারে ছোট হওয়া প্রয়োজন  
 iii. আকারে বড় হওয়া প্রয়োজন  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 কি i ● iii গি i ও iii ঘি ii ও iii
১৪৮. শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশি— (অনুধাবন)
- i. কঠিন মাধ্যমে  
 ii. তরল মাধ্যমে  
 iii. বায়বীয় মাধ্যমে  
 নিচের কোনটি সঠিক?

- i খি ii গি ii ও iii ঘি i, ii ও iii
১৪৯. বায়ুতে শব্দ সঞ্চালনের সময় বায়ুর সংকোচন ও প্রসারণ আমাদের বুঝিয়ে দেয়— (অনুধাবন)
- i. শব্দ এক প্রকার অনুপ্রস্থ তরঙ্গ  
 ii. শব্দ এক প্রকার অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ  
 iii. শব্দ মাধ্যম ছাড়া সঞ্চালিত হয় না  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 কি i খি i ও ii গি i ও iii ● ii ও iii
১৫০. নিচের তথ্যগুলো লব কর : (অনুধাবন)
- i. কম্পমান বস্তু শব্দ সৃষ্টি করে  
 ii. শব্দ সঞ্চালনের জন্য স্থিতিস্থাপক জড় মাধ্যমের প্রয়োজন  
 iii. শব্দকে একটি যান্ত্রিক তরঙ্গ বলা হয়  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 কি i ও ii খি ii ও iii গি i ও iii ● i, ii ও iii
১৫১. শব্দ— (প্রয়োগ)
- i. একটি যান্ত্রিক তরঙ্গ  
 ii. একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ  
 iii. বায়বীয় মাধ্যমে তরল অপেক্ষা দ্রুত চলে  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ● i ও ii খি ii ও iii গি i ও iii ঘি i, ii ও iii
১৫২. শব্দ তরঙ্গের বেগ নির্ভর করে— (অনুধাবন)
- i. মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর  
 ii. মাধ্যমের তাপমাত্রার ওপর  
 iii. মাধ্যমের আর্দ্রতার ওপর  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 কি i ও ii খি ii ও iii গি i ও iii ● i, ii ও iii
১৫৩. শব্দের প্রতিফলনের উদাহরণ কোনটি? (জ্ঞান)
- কি অনুনাদ খি বিট ● প্রতিধ্বনি ঘি আকারে বড়
১৫৪. শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল কত? (জ্ঞান)
- কি 0.01 সেকেন্ড ● 0.1 সেকেন্ড গি 1 সেকেন্ড  
 ঘি 0.02 সেকেন্ড
১৫৫. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য শব্দের উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যে দূরত্ব ন্যূনতম কত? (জ্ঞান)
- কি 16.6 cm খি 0.6 cm ● 16.6 m ঘি 1.66 m
১৫৬. শব্দের প্রতিফলনের জন্য প্রতিফলক তল বেশ বড় হওয়া প্রয়োজন কেন? (উচ্চতর দক্ষতা)
- কি প্রতিধ্বনি জোরে শোনার জন্য  
 খি প্রতিধ্বনি দ্রুত শোনার জন্য  
 ● শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশ বড় বলে  
 ঘি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশ ছোট বলে
১৫৭. যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে কী বলে? (জ্ঞান)
- কি প্রতিসরণ ● প্রতিধ্বনি গি ব্যতিচার ঘি উপরিপাতন
১৫৮. কোন কারণে শব্দের প্রতিধ্বনি সৃষ্টি হয়? (জ্ঞান)

- কি প্রতিসরণ ● প্রতিফলন গি উপরিপাতন ঘি সমপাতন
১৫৯. শব্দ 0.1s এ মোট কত মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে? (প্রয়োগ)
- কি 332 খি 36.2 ● 33.2 ঘি 336
১৬০. শব্দের প্রতিধ্বনি শোনার জন্য প্রতিফলকটি কী প হতে হবে? (অনুধাবন)
- কি অমসৃণ খি আকারে ছোট ● আকারে বড়  
ঘি সমতল
১৬১. কোনো তরঙ্গ একটি সুমম মাধ্যমে বাধা পেয়ে পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসার ঘটনাকে কী বলে? (জ্ঞান)
- কি সমবর্তন ● প্রতিফলন গি প্রতিসরণ ঘি অপবর্তন
১৬২. কোনো শব্দ শোনার পর কত সেকেন্ড পর্যন্ত এর রেশ মস্তিষ্কে থাকে? (জ্ঞান)
- $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড খি  $\frac{1}{20}$  সেকেন্ড  
গি  $\frac{1}{100}$  সেকেন্ড ঘি  $\frac{1}{1000}$  সেকেন্ড
১৬৩. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য মূলধ্বনি ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময় পার্থক্য কত সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন? (জ্ঞান)
- কি 1 ●  $\frac{1}{10}$  গি 16.6 ঘি  $\frac{1}{16.6}$
১৬৪.  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ কত? (জ্ঞান)
- কি  $330\text{ ms}^{-1}$  ●  $332\text{ ms}^{-1}$  গি  $334\text{ ms}^{-1}$   
ঘি  $342\text{ ms}^{-1}$
১৬৫. নিচের তথ্যগুলো লব কর— (প্রয়োগ)
- i.  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের দ্রুতি  $344\text{ ms}^{-1}$   
ii.  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী দূরত্ব হতে হবে 17.2 m  
iii. প্রতিধ্বনি হলো শব্দের প্রতিফলনের বাস্তব উদাহরণ
- নিচের কোনটি সঠিক?  
কি i ও ii খি i ও iii গি ii ও iii ● i, ii ও iii
১৬৬. কোনো শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে— (অনুধাবন)
- i. শ্রোতা থেকে কমপক্ষে 16.6 m দূরত্বে রাখতে হবে  
ii. যেকোনো কঠিন মাধ্যমে রাখতে হবে  
iii. আকারে বড় হতে হবে
- নিচের কোনটি সঠিক?  
কি i ও ii খি ii ও iii ● i ও iii ঘি i, ii ও iii
১৬৭.  $0^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনার জন্য— (জ্ঞান)
- i. ন্যূনতম  $\frac{1}{10}$  সেকেন্ড সময় ব্যবধান প্রয়োজন  
ii. উৎস হতে প্রতিফলকের ন্যূনতম দূরত্ব 16.6m  
iii. কমপক্ষে শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকালের সমান সময় প্রয়োজন
- নিচের কোনটি সঠিক?  
কি i ও ii খি ii ও iii গি i ও iii ● i, ii ও iii
১৬৮. লোহার একটি ফাঁপা নলের এক প্রান্ত হাতুড়ি নিয়ে একবার আঘাত করে অপর প্রান্তে কান রাখলে দুটি শব্দ শোনা যায়। কারণ— (প্রয়োগ)
- i. শব্দ দুটি 0.1s এর বেশি ব্যবধানে কানে প্রবেশ করে

- ii. ফাঁপা নলের মধ্য দিয়ে শব্দের প্রতিফলন ঘটে  
iii. বায়ু মাধ্যমের চেয়ে কঠিন মাধ্যমে শব্দ জোরে চলে
- নিচের কোনটি সঠিক?  
কি i ও ii ● i ও iii গি ii ও iii ঘি i, ii ও iii
১৬৯. নিচের তথ্যগুলো লব কর— (প্রয়োগ)
- i. শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল 0.1 সেকেন্ড  
ii. প্রতিফলনের জন্যই প্রতিধ্বনি সৃষ্টি হয়  
iii. প্রতিসরণের ফলেই প্রতিধ্বনি শোনা যায়
- নিচের কোনটি সঠিক?  
● i ও ii খি i ও iii গি ii ও iii ঘি i, ii ও iii
১৭০. নিচের তথ্যগুলো লব কর— (প্রয়োগ)
- i. নদীপাড়ে দাঁড়িয়ে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে  
ii. উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 16.6 cm হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে  
iii. 273 K তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ  $332\text{ ms}^{-1}$
- নিচের কোনটি সঠিক?  
কি i ও iii ● i ও iii গি ii ও iii ঘি i, ii ও iii
- নিচের তথ্যের ভিত্তিতে ১৭১ ও ১৭২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :
- 
- চিত্রে S হলো শব্দের উৎস, d দূরত্বে প্রতিফলক রয়েছে। উৎস থেকে একটি শব্দ R প্রতিফলক দেওয়ালে বাধা পেয়ে ফিরে এলো।
১৭১. প্রেরিত ও প্রতিফলিত শব্দ পৃথকভাবে শুনতে হলে S ও R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত হবে? (প্রয়োগ)
- কি 16.2 m ● 16.6 m গি 16.06 m ঘি 16.16 m
১৭২. মানব মস্তিষ্কে শব্দের অস্তিত্ব 0.1s। S কিদূরত্বে শব্দ মূল শব্দের 0.2s পরে শোনা গেলে d কত হবে? (উচ্চতর দক্ষতা)
- কি 16.6 m খি 23.54 m ● 33.2 m ঘি 39.85 m
১৭৩. শব্দের কোন ধর্ম ব্যবহার করে কূপের গভীরতা নির্ণয় করা যায়? (অনুধাবন)
- প্রতিফলন খি উপরিপাতন গি প্রতিসরণ ঘি অনুনাদ
১৭৪. সমুদ্রের পানিতে  $20^\circ\text{C}$  তাপমাত্রায় শব্দের বেগ  $1450\text{ ms}^{-1}$  SONAR এ শব্দ তরঙ্গ প্রেরণ ও গ্রহণের মধ্যবর্তী সময় 0.69 S হলে সমুদ্রের গভীরতা কত? (প্রয়োগ)
- কি 500 m ● 500.25 m গি 600 m  
ঘি 600.25 m
১৭৫. প্রতিফলিত শব্দ শ্রোতার কাছে ফিরে আসতে কত দূরত্ব অতিক্রম করতে হয়? (অনুধাবন)
- দ্বিগুণ খি তিনগুণ গি চারগুণ ঘি ছয়গুণ
১৭৬. প্রতিধ্বনি শুনতে হলে কূপের গভীরতা কমপক্ষে কত মিটার হওয়া প্রয়োজন? (উচ্চতর দক্ষতা)
- কি 17.6 ● 16.6 গি 18.6 ঘি 19.6
১৭৭. শব্দের বেগ v মূলশব্দ ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময় t সেকেন্ড হলে কূপের গভীরতা h = ? (প্রয়োগ)

- $\frac{vt}{2}$     খ)  $2vt$     গ)  $\frac{v}{2t}$     ঘ)  $\frac{2v}{t}$

১৭৮. নিচের কোনটি বিদ্যুৎ পরিবাহী? (অনুধাবন)

- ক) কাচ    ● বাদুড়ের দেহ    গ) তুলা    ঘ) কাঠ

১৭৯. বাদুড় কত কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করতে ও শুনতে পারে? (জ্ঞান)

- 100000 Hz    খ) 350000 Hz    গ) 450000 Hz    ঘ) 50000 Hz

১৮০. শব্দের প্রয়োগে অন্ধকারে চলে কোন প্রাণী?

- ক) মাকড়সা    খ) বিড়াল    ● বাদুড়    ঘ) কুকুর

১৮১. প্রতিধ্বনি সৃষ্টি করে— (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. কূপের গভীরতা নির্ণয় করা যায়  
ii. ক্ষতিকারক ব্যাকটেরিয়া ধ্বংস করা যায়  
iii. বাদুড় অন্ধকারে চলাচল করে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii    খ) ii ও iii    গ) i ও iii    ● i, ii ও iii

১৮২. বাদুড় তার সৃষ্ট শব্দোত্তর তরঙ্গ এবং প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যকার সময়ের ব্যবধান ও প্রতিফলিত শব্দের প্রকৃতি থেকে প্রতিবন্ধকের অবস্থান এবং আকৃতি সম্পর্কে ধারণা লাভ করে এবং পথ চলার সময় সেই প্রতিবন্ধক পরিহার করে— এ থেকে বোঝা যায়— (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. বাদুড় রাত্রিবেলা দেখতে পায় না  
ii. বাদুড় চোখে দেখতে পায় না  
iii. বাদুড়ের চোখ নেই

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i    ● ii    গ) i ও iii    ঘ) ii ও iii

১৮৩. নিচের রাশিগুলো লব কর—

i.  $t = \frac{2h}{v}$

ii.  $h = v \times \frac{t}{2}$

iii.  $2h = v \times t$

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii    খ) i ও iii    গ) ii ও iii    ● i, ii ও iii

১৮৪. নিচের তথ্যগুলো লব কর—

- i. বাদুড়ের দেহ বিদ্যুৎ পরিবাহী  
ii. বাদুড়ের শ্রাব্যতার ঊর্ধ্বসীমা 10000 Hz  
iii. মাঝে মধ্যে বৈদ্যুতিক তারে ঝুলন্ত মরা বাদুড় দেখা যায়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii    ● i ও iii    গ) ii ও iii    ঘ) i, ii ও iii

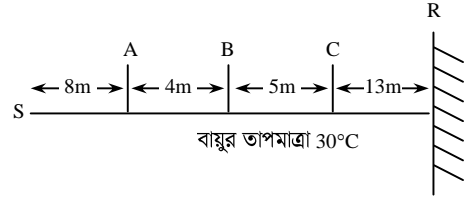
১৮৫. নিচের তথ্যগুলো লব কর—

- i. প্রতিধ্বনির সাহায্যে কূপের গভীরতা নির্ণয় করা যায়  
ii. কূপের উপর থেকে পানির উপরিতলের গভীরতা 5 m হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে  
iii. পানির উপরিতলের গভীরতা 20 m হলে প্রতিফলিত শব্দ 40 m দূরত্ব অতিক্রম করে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii    খ) i ও iii    ● ii ও iii    ঘ) i, ii ও iii

নিচের চিত্র ও তথ্যের আলোকে ১৮৬ ও ১৮৭ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



উপরের চিত্রে S শব্দ উৎস, A, B, C বিন্দুতে তিনজন শ্রোতার অবস্থান এবং R প্রতিফলক পৃষ্ঠ নির্দেশ করে।

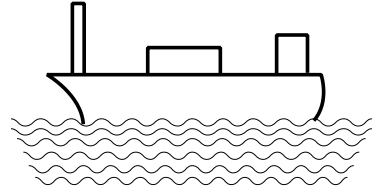
১৮৬. A শ্রোতার প্রতিধ্বনি শুনতে কত সময় লাগবে? (প্রয়োগ)

- ক) 0.1 সেকেন্ড    খ) 0.11 সেকেন্ড  
গ) 0.101 সেকেন্ড    ● 0.13 সেকেন্ড

১৮৭. কোন কোন অবস্থানে শ্রোতা প্রতিধ্বনি শুনতে পারে? (উচ্চতর দক্ষতা)

- ক) A    ● A, B  
গ) B, C    ঘ) A, B ও C

নিচের তথ্যের ভিত্তিতে ১৮৮ ও ১৮৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



চিত্রে সমুদ্রে একটি জাহাজ ভাসছে

১৮৮. সমুদ্রের গভীরতা জানার জন্য শব্দবিজ্ঞানের কোন ধারণাকে ব্যবহার করতে হবে? (জ্ঞান)

- প্রতিধ্বনি    খ) প্রতিফলন  
গ) অনুনাদ    ঘ) ব্যতিচার

১৮৯. জাহাজে সৃষ্ট শব্দ 0.2s পরে ফিরে আসে। গভীরতা কত হবে? (প্রয়োগ)

- ক) 129 m    খ) 219 m  
● 145 m    ঘ) 427 m

১৯০. বাতাসের আর্দ্রতা বেড়ে গেলে শব্দের দ্রবতির কী পরিবর্তন হয়? (অনুধাবন)

- বেড়ে যায়    খ) কমে যায়    গ) সমান থাকে    ঘ) শূন্য হয়ে যায়

১৯১. নিচের কোন মাধ্যমের শব্দের বেগ সর্বাধিক? (অনুধাবন)

- ক) অক্সিজেনে    ● লোহায়    গ) পানিতে    ঘ) কেরোসিনে

১৯২. বায়ুর তাপমাত্রা বাড়লে শব্দের বেগ— (অনুধাবন)

- ক) কমে    ● বাড়ে  
গ) স্থির থাকে    ঘ) বাড়তেও পারে কমেতেও পারে

১৯৩. বাতাসের চেয়ে পানিতে শব্দ প্রায় কতগুণ দ্রবত চলে? (প্রয়োগ)

- ক) দুইগুণ    খ) তিনগুণ    ● চারগুণ    ঘ) পাঁচগুণ

১৯৪. কোন ধরনের বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি? (অনুধাবন)

- ক) শুষ্ক বায়ু    খ) ভেজা বায়ু    ● হালকা বায়ু    ঘ) শীতল বায়ু

১৯৫. 20°C তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎস ও প্রতিফলকে মধ্যবর্তী দূরত্ব কত হতে হবে? (প্রয়োগ)

- ক) 16.6 m    খ) 17 m    ● 17.2 m    ঘ) 18.6 m

১৯৬.  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $332\text{ ms}^{-1}$  হলে  $0.1\text{ s}$  এ শব্দ  $2\text{ m}$  দূরত্ব অতিক্রম করল। এই শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শ্রোতাকে প্রতিফলন থেকে নূন্যতম কত দূরত্বে থাকতে হবে? (প্রয়োগ)

- $16.6\text{ m}$                       খ)  $23.6\text{ m}$   
 গ)  $33.2\text{ m}$                       ঘ)  $50.6\text{ m}$

১৯৭. প্রতি সেকেন্ডে শব্দ যতটা পথ অতিক্রম করে তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

- শব্দের বেগ                      খ) শব্দের প্রতিসরণ  
 গ) শব্দের প্রতিফলন              ঘ) শব্দের ব্যতিচার

১৯৮.  $20^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ কত? (জ্ঞান)

- ক)  $332\text{ ms}^{-1}$                       ●  $344\text{ ms}^{-1}$                       গ)  $350\text{ ms}^{-1}$   
 ঘ)  $356\text{ ms}^{-1}$

১৯৯.  $20^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রার লোহার শব্দের বেগ কত? (জ্ঞান)

- ক)  $344\text{ ms}^{-1}$                       খ)  $1050\text{ ms}^{-1}$                       ●  $5130\text{ ms}^{-1}$   
 ঘ)  $5230\text{ ms}^{-1}$

২০০.  $20^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় লোহাতে শব্দের বেগ পানিতে শব্দের বেগের কত গুণ? (উচ্চতর দক্ষতা)

- ক)  $5.54$  গুণ    খ)  $4.54$  গুণ    ●  $3.54$  গুণ    ঘ)  $2.54$  গুণ

২০১. শব্দের বেগের বেত্রে— (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. তাপমাত্রা বাড়লে শব্দের বেগ বাড়ে  
 ii. বায়ুর আর্দ্রতা বাড়লে শব্দের বেগ কমে  
 iii. কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশি  
 নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii    খ) ii ও iii    গ) i ও iii    ● i, ii ও iii

নিচের তথ্যের ভিত্তিতে ২০২ – ২০৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

একটি পাহাড় থেকে  $20\text{ m}$  দূরে দাঁড়িয়ে একটি ছেলে জোরে চিৎকার করল। তখন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল  $15^{\circ}\text{C}$ ।  $0^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ  $332\text{ ms}^{-1}$ ।

২০২. প্রতি ডিগ্রি তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ কত পরিবর্তন হয়? (প্রয়োগ)

- ক)  $1.3\text{ ms}^{-1}$  বৃদ্ধি পায়                      ●  $0.6\text{ ms}^{-1}$  বৃদ্ধি পায়  
 গ)  $0.6\text{ ms}^{-1}$  কমে যায়                      ঘ)  $1.3\text{ ms}^{-1}$  কমে যায়

২০৩.  $15^{\circ}\text{C}$  তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ কত হবে? (প্রয়োগ)

- ক)  $346\text{ ms}^{-1}$                       খ)  $352\text{ ms}^{-1}$   
 ●  $341\text{ ms}^{-1}$                       ঘ)  $323\text{ ms}^{-1}$

২০৪. ছেলোট কতবর্ণ পরে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে? (প্রয়োগ)

- ক)  $0.119\text{ s}$     খ)  $0.129\text{ s}$     গ)  $0.112\text{ s}$     ●  $0.117\text{ s}$

২০৫. ভূমিকম্প এবং পারমাণবিক বিস্ফোরণের সময় কোন কম্পনের শব্দের সৃষ্টি হয়? (জ্ঞান)

- শব্দের কম্পন                      খ) শব্দোত্তর কম্পন  
 গ) হারমোনিক কম্পন                      ঘ) সুপারসনিক কম্পন

২০৬. শব্দোত্তর কম্পনের শব্দের সাহায্যে ছবি তুলে মানুষের রোগ নির্ণয়ের পদ্ধতিকে কী বলে? (জ্ঞান)

- ক) ফেলিং    খ) থেরাপি    গ) ইসিজি    ● আল্ট্রাসোনোগ্রাফি

২০৭. প্রতি সেকেন্ড একটি বস্তু কমপবে কয়বার কাঁপলে শব্দ সৃষ্টি হয়? (জ্ঞান)

- ২০ বার    খ) ১২ বার    গ) ১০ বার    ঘ) ২৫ বার

২০৮. শব্দ উৎসের কম্পাঙ্ক কত হলে আমরা সে শব্দ শুনতে পাই? (জ্ঞান)

- ক)  $20\text{ Hz}$  এর নিচে

- $20\text{ Hz}$  থেকে  $20,000\text{ Hz}$  এর মধ্যে

- গ) যেকোনো কম্পাঙ্কের

- ঘ)  $20000\text{ Hz}$  এর বেশি

২০৯. উৎসের কম্পাঙ্ক  $20\text{ Hz}$  থেকে  $20,000\text{ Hz}$  এর মধ্যে সীমিত থাকলেই কেবল আমরা শব্দ শুনতে পাই। একে বলে— (জ্ঞান)

- শ্রাব্যতার পাল্লা                      খ) শ্রাব্যতার সীমা

- গ) শ্রাব্যতার উর্ধ্বসীমা                      ঘ) শব্দের পাল্লা

২১০. মানুষের শ্রাব্যতার উর্ধ্বসীমা কত? (জ্ঞান)

- ক)  $2,00,000\text{ Hz}$                       ●  $20,000\text{ Hz}$

- গ)  $2000\text{ Hz}$                       ঘ)  $20\text{ Hz}$

২১১. শব্দোত্তর তরঙ্গের কম্পাঙ্ক কত? (জ্ঞান)

- ক)  $20\text{ Hz}$                       ●  $20000\text{ Hz}$ -এ বেশি

- গ)  $20000\text{ Hz}$                       ঘ)  $20\text{ Hz}$  থেকে  $20000\text{ Hz}$

২১২. মানুষের শ্রাব্যতার সীমা কোনটি? (জ্ঞান)

- ক)  $20\text{ Hz} - 25,000\text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের শব্দ

- $20\text{ Hz} - 20,000\text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের শব্দ

- গ)  $20\text{ Hz} - 30,000\text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের শব্দ

- ঘ)  $20\text{ Hz} - 35,000\text{ Hz}$  কম্পাঙ্কের শব্দ

২১৩. শব্দোত্তর কম্পনের কম্পাঙ্ক কত? (জ্ঞান)

- $20\text{ Hz}$  এর কম                      খ)  $20\text{ Hz}$

- গ)  $20\text{ Hz}$  এর বেশি                      ঘ)  $20\text{ Hz}$

২১৪. শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ কোন প্রাণী শুনতে পারে? (জ্ঞান)

- কুকুর    খ) মানুষ    গ) বিড়াল    ঘ) বাঘ

২১৫. যে শব্দের কম্পাঙ্ক  $20\text{ Hz}$ -এর কম তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

- ইনফ্রাসনিক কম্পন                      খ) সুপারসনিক কম্পন

- গ) আলট্রাসনিক কম্পন                      ঘ) হারমোনিক কম্পন

২১৬. সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত যন্ত্রের নাম কী? (জ্ঞান)

- SONAR    খ) SONAP    গ) SANOR    ঘ) SONOR

২১৭. SONAR এর পুরো নাম কী? (জ্ঞান)

- Sound Navigation And Ranging

- খ) Sound Navigation And Radiation

- গ) Solar Navigation And Ranging

- ঘ) Solar Navigation And Radiation

২১৮. আধুনিক গুয়াশিং মেশিনে নিচের কোনটি ব্যবহার করে কাপড়ের ময়লা পরিষ্কার করা হয়? (জ্ঞান)

- শব্দোত্তর তরঙ্গ                      খ) শব্দের তরঙ্গ

- গ) আলোক তরঙ্গ                      ঘ) চুম্বক তরঙ্গ

২১৯. নিচের কোন যন্ত্রে শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করা হয়? (প্রয়োগ)

- ক) ড্রিল মেশিন                      খ) প্রিন্টার

- গ) ইস্ত্রি ● ওয়াশিং মেশিন
২২০. শব্দোত্তর বা শব্দেতর তরঙ্গের সাহায্যে সূক্ষ্মযন্ত্রপাতি পরিষ্কার করা হয়। এবেত্রে কী ঘটবে? (অনুধাবন)
- ক) শব্দশক্তি আলোক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়  
● শব্দশক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়
- গ) শব্দশক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়  
ঘ) শব্দশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়
২২১. আন্ট্রাসনোগ্রাফিতে শব্দকে কোন শক্তিতে রূপান্তর করা হয়? (উচ্চতর দক্ষতা)
- ক) তাপ শক্তিতে ● আলোক শক্তিতে  
ঘ) চৌম্বক শক্তিতে ঘ) বিদ্যুৎ শক্তিতে
২২২. কিডনির ছোট পাথর ধ্বংস করার জন্য কী ব্যবহার করা হয়? (জ্ঞান)
- শব্দোত্তর তরঙ্গ খ) লেজার রশ্মি  
ঘ) বৈজ্ঞানিক হাতুড়ি ঘ) সিজার
২২৩. সূক্ষ্ম ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করতে ব্যবহৃত হয় কোনটি? (জ্ঞান)
- ক) শব্দেতর তরঙ্গ ● শব্দোত্তর তরঙ্গ  
গ) ডিটারজেন্ট ঘ) সাবান ও ব্রাশ
২২৪. একটি মেরিন জাহাজ থেকে সমুদ্রের তলদেশে সোজাসুজি শব্দ তরঙ্গ প্রেরণ করা হলো। 1.5 সেকেন্ড পরে প্রতিধ্বনি শোনা গেল। সমুদ্রের পানিতে শব্দের দ্রুতি  $1500 \text{ ms}^{-1}$  হলে সমুদ্রের গভীরতা কত? (প্রয়োগ)
- 1125 m খ) 1000 m গ) 500 m ঘ) 2250 m
২২৫. শব্দেতর কম্পনের সীমা কত? (জ্ঞান)
- ক) 20 Hz – 20000 Hz ● 1 Hz – 20 Hz  
গ) 20000 Hz – 50000 Hz ঘ) 20 Hz – 2000 Hz
২২৬. শব্দেতর তরঙ্গ সৃষ্টি করে— (অনুধাবন)
- ভূমিকম্প খ) আন্ট্রাসনোগ্রাফি  
গ) ওয়াশিং মেশিন ঘ) SONAR
২২৭. নিচের কোনটিতে শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়? (প্রয়োগ)
- ক) মাইকে ● দাঁতের ফেলিং-এ  
গ) সাউন্ড বক্সে ঘ) গিটারে
২২৮. শ্রাব্যতার সীমার বেত্রে— (অনুধাবন)
- i. উৎসের কম্পাঙ্ক 20 Hz থেকে 20000 Hz হলে মানুষ শুনতে পায়  
ii. কম্পাঙ্ক 20 Hz এর কম হলে তাকে শব্দেতর কম্পন বলে  
iii. কম্পাঙ্ক 20 Hz এর বেশি হলে তাকে শব্দোত্তর কম্পন বলে  
নিচের কোনটি সঠিক?  
● i ও ii খ) ii ও iii গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii
২২৯. শব্দোত্তর কম্পাঙ্ক শুনতে পায়— (অনুধাবন)
- i. মানুষ  
ii. বাদুড়  
iii. মৌমাছি  
নিচের কোনটি সঠিক?  
ক) i ও ii খ) i ও iii ● ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

২৩০. সময়  $t$  এবং শব্দের বেগ  $v$  হলে সমুদ্রের গভীরতা  $d$  নির্ণয়ের বেত্রে— (প্রয়োগ)
- i.  $d = \frac{vt}{2}$   
ii. শব্দ সর্বমোট  $2d$  দূরত্ব অতিক্রম করে  
iii. শব্দ সর্বমোট  $d$  দূরত্ব অতিক্রম করে  
নিচের কোনটি সঠিক?  
● i ও ii খ) ii ও iii গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii
২৩১. শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার করা হয়— (অনুধাবন)
- i. ধাতবপাতের সূক্ষ্ম ফাটল চিহ্নিত করতে  
ii. সূক্ষ্ম ইলেকট্রিক যন্ত্রপাতি পরিষ্কারে  
iii. ক্ষতিকর জীবাণু ধ্বংসে  
নিচের কোনটি সঠিক?  
ক) i ও ii খ) i ও iii গ) ii ও iii ● i, ii ও iii
২৩২. আমরা শব্দ শুনতে পাই না শব্দ উৎসের কম্পাঙ্ক— (অনুধাবন)
- i. 20 Hz-এর কম হলে  
ii. 20000 Hz-এর বেশি হলে  
iii. 20 Hz থেকে 20000 Hz-এর মধ্যে থাকলে  
নিচের কোনটি সঠিক?  
ক) i ও ii খ) ii ও iii ● i ও iii ঘ) i, ii ও iii
২৩৩. আন্ট্রাসনোগ্রাফি প্রক্রিয়ায়— (অনুধাবন)
- i. শব্দেতর কম্পনের শব্দ দেহের অভ্যন্তরে প্রেরণ করানো হয়  
ii. শব্দোত্তর কম্পনের শব্দ দেহের অভ্যন্তরে প্রেরণ করানো হয়  
iii. প্রতিফলিত শব্দকে আলোকশক্তিতে রূপান্তর করে টেলিভিশনের পর্দায় ফেলা হয়  
নিচের কোনটি সঠিক?  
ক) i ও ii ● ii ও iii গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii
২৩৪. শব্দেতর তরঙ্গ সৃষ্টি হয়— (অনুধাবন)
- i. ওয়াশিং মেশিনে  
ii. ভূমিকম্পে  
iii. পারমাণবিক বিস্ফোরণে  
নিচের কোনটি সঠিক?  
ক) i ও ii ● ii ও iii গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii

নিচের চিত্রের আলোকে ২৩৫ ও ২৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



২৩৫. চিত্রে সৃষ্টি তরঙ্গের সীমা কত? (অনুধাবন)
- 1 Hz – 20 Hz খ) 10 Hz  
গ) 20 Hz – 20,000 Hz ঘ) 20,000 Hz – 50,000 Hz
২৩৬. সৃষ্টি কম্পনটি শুনতে পাবে কোনটি? (জ্ঞান)
- হাতি খ) বাদুড় গ) মানুষ ঘ) মাকড়সা

নিচের উদ্দীপকের আলোকে ২৩৭ ও ২৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

একটি কূপের মুখে কোনো উৎস থেকে শব্দ উৎপন্ন করা হলো। ফলে প্রতিধ্বনি 0.12 sec পর শোনা গেল। বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 0°C। দৈবক্রমে কূপের পানির উপরিপৃষ্ঠ 25 cm পুরু একটি গোলাকার স্থিতিস্থাপক মাধ্যম দ্বারা সম্পূর্ণ ঐটে গেল।

২৩৭. কূপের গভীরতা কত মিটার? (প্রয়োগ)

- ক) 16.6 খ) 19.67 ● 19.92 ঘ) 39.84

২৩৮. দ্বিতীয় বেত্রে প্রতিধ্বনি শোনার বেত্রে কী ঘটবে? (উচ্চতর দক্ষতা)

- ক) স্বাভাবিকভাবে শোনা যাবে  
খ) শুনতে বেশি সময় লাগবে  
● স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করবে  
ঘ) প্রতিধ্বনি সৃষ্টি হবে না

নিচের তথ্যের আলোকে ২৩৯ ও ২৪০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

নদীর এক পাড়ে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি হাততালি দিল। ওই শব্দ নদীর অপর পাড় থেকে ফিরে এসে 1.5 s পর প্রতিধ্বনি শোনা গেল। ওই সময় বায়ুতে শব্দের বেগ  $340 \text{ ms}^{-1}$ ।

২৩৯. শব্দ যাওয়া ও আসা মিলে কত পথ অতিক্রম করবে? (অনুধাবন)

- দ্বিগুণ খ) তিনগুণ গ) চারগুণ ঘ) ছয়গুণ

২৪০. নদীটির প্রশস্ততা কত? (প্রয়োগ)

- ক) 250 m ● 255 m গ) 260 m ঘ) 265 m

২৪১. শ্রবতিমধুর শব্দ কোনটি? (জ্ঞান)

- ক) কারখানার শব্দ ● সুরযুক্ত শব্দ  
গ) বাসের হর্ন ঘ) গরুর গাড়ির চাকার শব্দ

২৪২. সুরযুক্ত শব্দ নিচের কোনটি? (অনুধাবন)

- ক) ঢোলের শব্দ খ) গাড়ির হর্ন  
● গিটারের শব্দ ঘ) কলকারখানার শব্দ

২৪৩. শ্রবতিমধুর শব্দের বৈশিষ্ট্য নিচের কোনটি? (অনুধাবন)

- ক) নিয়মিত কম্পন খ) অনিয়মিত কম্পন  
গ) সুরবিহীন ● নিয়মিত ও পর্যাবৃত্ত কম্পন

২৪৪. সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য কয়টি? (জ্ঞান)

- ক) ২টি ● ৩টি গ) ৪টি ঘ) ৫টি

২৪৫. শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক বেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দ শক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের কী বলে? (জ্ঞান)

- তীব্রতা খ) তীক্ষ্ণতা গ) গুণ ঘ) জাতি

২৪৬. এসআই পদ্ধতিতে শব্দের তীব্রতার একক কোনটি? (জ্ঞান)

- ক)  $Wm$  ●  $Wm^{-2}$  গ)  $Wm^2$  ঘ)  $Wm^{-1}$

২৪৭. সুরযুক্ত শব্দের একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বোঝা যায় কোনটির মাধ্যমে? (জ্ঞান)

- ক) তীব্রতা ● তীক্ষ্ণতা গ) গুণ ঘ) জাতি

২৪৮. কম্পাঙ্ক কমলে তীক্ষ্ণতার কীরূপ পরিবর্তন ঘটে? (অনুধাবন)

- কমে খ) বাড়ে  
গ) স্থির থাকে ঘ) বাড়তেও পারে কমতেও পারে

২৪৯. মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে কয়টি পর্দা থাকে? (জ্ঞান)

- ২টি খ) ১টি গ) ৩টি ঘ) ৪টি

২৫০. পূর্ববর্ষের গলার স্বর মোটা কেন? (অনুধাবন)

- ক) গলার স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি ● গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম  
গ) ভোকালকর্ড দৃঢ় থাকে না ঘ) স্বরতন্ত্রী দৃঢ় থাকে না

২৫১. নারী ও শিশুর গলার স্বর তীক্ষ্ণ কেন? (অনুধাবন)

- গলার স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি খ) গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম  
গ) ভোকালকর্ড দৃঢ় থাকে ঘ) স্বরতন্ত্রী দৃঢ় থাকে

২৫২. সুরযুক্ত শব্দ উৎপন্ন হয় উৎসের— (অনুধাবন)

- i. নিয়মিত কম্পনের ফলে  
ii. পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে  
iii. অপর্ষাবৃত্ত কম্পনের ফলে

নিচের কোনটি সঠিক?

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

২৫৩. সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য— (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. প্রাবল্য  
ii. তীক্ষ্ণতা  
iii. জাতি

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii খ) ii ও iii গ) i ও iii ● i, ii ও iii

২৫৪. শব্দ কতটা জোরে হচ্ছে তা বোঝা যায়— (অনুধাবন)

- i. তীক্ষ্ণতা দ্বারা  
ii. তীব্রতা দ্বারা  
iii. প্রাবল্য দ্বারা

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii ● ii ও iii গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii

২৫৫. নিচের তথ্যগুলো লব কর— (উচ্চতর দক্ষতা)

- i. তীক্ষ্ণতা উৎসের কম্পাঙ্কের ওপর নির্ভর করে  
ii. মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে ২টি স্বরতন্ত্রী রয়েছে  
iii. কম্পাঙ্ক বেশি হলে তীক্ষ্ণতা বেশি হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii খ) ii ও iii গ) i ও iii ● i, ii ও iii

২৫৬. প্রাবল্য ও তীক্ষ্ণতায়ুক্ত শব্দের মধ্যে পার্থক্য বোঝা যায়— (অনুধাবন)

- i. বেগ দ্বারা  
ii. গুণ দ্বারা  
iii. জাতি দ্বারা

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক) i ও ii ● ii ও iii গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii

নিচের তথ্যের আলোকে ২৫৭-২৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



A



B

২৫৭. B- বস্তুতে উৎপন্ন সুরের বেত্রে কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)

- ক) সুরযুক্ত খ) শ্রুতিমধুর  
● শ্রুতিকটু ঘ) পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে সৃষ্টি

২৫৮. A বস্তুতে উৎপন্ন সুরের বৈশিষ্ট্য কোনটি? (অনুধাবন)  
 ক) তীব্রতা খ) তীক্ষ্ণতা গ) গুণ ● সবগুলো
২৫৯. নিচের তথ্যগুলো লব কর— (উচ্চতর দক্ষতা)  
 i. A বস্তুতে সৃষ্ট সুর শ্রুতিমধুর  
 ii. B বস্তুটির অধিক ব্যবহার মাঝে মাঝে বিরক্তিকর হয়  
 iii. A বস্তুতে নিয়মিত ও পর্যাবৃত্ত কম্পনের ফলে সুর সৃষ্টি হয়  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ক) i ও ii খ) ii ও iii গ) i ও iii ● i, ii ও iii
২৬০. শব্দ সহনশীলতার মাত্রা ছড়িয়ে গেলে তাকে কী বলে? (জ্ঞান)  
 ● শব্দ দূষণ খ) শব্দের তীক্ষ্ণতা  
 গ) শব্দের তীব্রতা ঘ) শব্দবেগ
২৬১. নিচের কোনটির কারণে শব্দ দূষণ হতে পারে? (অনুধাবন)  
 ● বোমাবাজি খ) গিটার গ) বেহালা ঘ) বাঁশি
২৬২. হঠাৎ তীব্র শব্দ কী করতে পারে? (অনুধাবন)  
 ক) ক্রান্তি দূর করে ● শ্রবণশক্তি নষ্ট করতে পারে  
 গ) ঘূমের পরিমাণ বাড়াতে পারে ঘ) ক্ষুধা বাড়াতে পারে
২৬৩. নিচের কোনটি শব্দ দূষণের ফলে হয়ে থাকে? (অনুধাবন)  
 ক) ডায়াবেটিস ● স্মৃতিশক্তি হ্রাস  
 গ) জন্ডিস ঘ) ক্যান্সার
২৬৪. মানসিক উত্তেজনা ও মেজাজ খিটখিটে হওয়ার কারণ কী? (অনুধাবন)  
 ক) বায়ু দূষণ ● শব্দ দূষণ গ) পরিবেশ দূষণ ঘ) পানি দূষণ
২৬৫. বর্তমানে মারাত্মক সমস্যার সৃষ্টি করছে কোনটি? (অনুধাবন)  
 ● শব্দ দূষণ খ) অতিরিক্ত গাছপালা

- গ) ইন্টারনেট ব্যবহার ঘ) গড় আয়ু বৃদ্ধি
২৬৬. শব্দ দূষণের ফলে— (উচ্চতর দক্ষতা)  
 i. পরিপাক তন্ত্রের কাজে বিশৃঙ্খলা দেখা দেয়  
 ii. মেজাজ খিটখিটে হয়  
 iii. রক্তচাপ বৃদ্ধি পায়  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ক) i খ) i ও ii গ) ii ও iii ● i, ii ও iii
২৬৭. শব্দ দূষণ সৃষ্টি করে— (উচ্চতর দক্ষতা)  
 i. ঢোলের শব্দ  
 ii. টেলিভিশনের উচ্চ শব্দ  
 iii. পুরনো গাড়ির ইঞ্জিনের শব্দ  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ক) i ও ii খ) ii ও iii গ) i ও iii ● i, ii ও iii
২৬৮. অবিরাম তীব্র শব্দ— (অনুধাবন)  
 i. মানসিক উত্তেজনা বাড়ায়  
 ii. মানসিক প্রশান্তি আনে  
 iii. মেজাজ খিটখিটে করে  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ক) i ও ii খ) ii ও iii ● i ও iii ঘ) i, ii ও iii
২৬৯. শব্দ দূষণ প্রতিরোধে কার্যকরী পদক্ষেপ— (অনুধাবন)  
 i. কলকারখানায় শব্দ শোষণ যন্ত্রের ব্যবহার চালু করা  
 ii. রাস্তার ধারে শব্দ শোষণকারী গাছপালা লাগানো  
 iii. সরকারের তরফ থেকে আইন প্রণয়ন করা  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ক) i ও ii খ) ii ও iii গ) i ও iii ● i, ii ও iii

