

প্রশ্ন-১১ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রাফসান দশম শ্রেণির নির্বাচনি পরীক্ষা দিচ্ছে। পরের দিন তার পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষা। পাশের বাড়িতে বিয়ের অনুষ্ঠান। সেখানে রাত দুটো পর্যন্ত জোরে জোরে গান বাজলো। উচ্চ শব্দের জন্য তার পড়াশোনার দারুণ ব্যাঘাত ঘটলো। তার বাবা উচ্চরক্তচাপের রোগী। তাঁরও অসুবিধা হলো।

ক. শব্দ দূষণ কী?

খ. শব্দ দূষণের কারণ ব্যাখ্যা কর।

গ. রাফসানের বাবার কী অসুবিধা হতে

?

পারে এবং এ প্রসঙ্গে জনস্বাস্থ্যে শব্দ দূষণের প্রভাব লেখ।

ঘ. রাফসানের এলাকায় শব্দ দূষণ

প্রতিরোধে কী কী ব্যবস্থা নেওয়া যেতে

পারে?

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বিভিন্ন উৎস থেকে উৎপন্ন জোরালো এবং অপ্রয়োজনীয় শব্দ যখন মানুষের সহনশীলতার মাত্রা ছাড়িয়ে বিরক্তি ঘটায় এবং স্বাস্থ্যের ক্ষতিসাধন করে তখন তাকে শব্দ দূষণ বলে।

খ. মাইকের অবাধ ব্যবহার, ঢোলের শব্দ, বোমাবাজি, পটকা ফোটানোর আওয়াজ, কলকারখানার শব্দ, গাড়ির হর্নের আওয়াজ, উচ্চ ভল্যুমে চালিত টেপ রেকর্ডার ও টেলিভিশনের শব্দ, পুরনো গাড়ির ইঞ্জিনের শব্দ, উড়োজাহাজ ও জজি বিমানের তীব্র শব্দ প্রভৃতি শব্দ দূষণের প্রধান কারণ।

গ. রাফসানের বাবা উচ্চরক্তচাপের রোগী। অবিরাম তীব্র শব্দের ফলে তাঁর রক্তচাপ বৃদ্ধি পেতে পারে।

জনস্বাস্থ্যে শব্দ দূষণের প্রভাব নিচে আলোচনা করা হলো :

অবিরাম তীব্র শব্দ মানসিক উত্তেজনা বাড়ায় ও মেজাজ খিটখিটে করে। শব্দ দূষণ বমি বমি ভাব, ক্ষুধামান্দ্য, হৃৎপিণ্ড ও মস্তিষ্কের জটিল রোগ, অনিদ্রাজনিত অসুস্থতা, ক্লান্তি ও অবসাদগ্রস্ত হয়ে পড়া, কর্মদক্ষতা হ্রাস, স্মৃতিশক্তি হ্রাস, মাথাঘোরা প্রভৃতি ক্ষতিকারক প্রভাব সৃষ্টি করে। এছাড়া পরিপাকতন্ত্রের কাজে বিশৃঙ্খলা দেখা দেয়। ফলে আলসার ও অন্যান্য আন্ত্রিক পীড়ায় আক্রান্ত হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। যদি কেউ প্রায় সর্বক্ষণ ওয়াকম্যানের মাইক্রোফোন কানে লাগিয়ে উচ্চগ্রামে সংগীত শোনে, তাহলে তাদের শ্রবণশক্তি ধীরে ধীরে হ্রাস পায়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে, উচ্চশব্দযুক্ত শিল্প-কারখানায় যেসব শ্রমিক কাজ করে তাদের শ্রবণশক্তি দশ বছরের মধ্যে প্রায় অর্ধেক হ্রাস পায়।

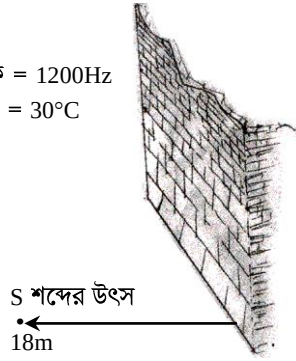
ঘ. রাফসানের এলাকায় শব্দ দূষণ প্রতিরোধে যেসব ব্যবস্থা নেওয়া যেতে পারে তা নিচে দেওয়া হলো :

- যেকোনো উৎসবে বা অনুষ্ঠানে উচ্চস্বরে মাইক বাজানো থেকে বিরত থাকতে হবে।
- উৎসবে পটকা, বাজি ফাটানো প্রভৃতি নিষিদ্ধ করতে হবে।
- গাড়ির হর্ন অযথা বা জোরে বাজানো পরিহার করতে হবে।
- কম শব্দ উৎপাদনকারী যন্ত্র ব্যবহার করতে হবে।
- রাস্তার ধারে শব্দ শোষণকারী গাছপালা লাগাতে হবে।
- কলকারখানায় শব্দ শোষণ যন্ত্রের ব্যবহার চালু করতে হবে।
- জনসচেতনতা বৃদ্ধি করতে হবে।

উপরিউক্ত ব্যবস্থাগুলো গ্রহণ করলে রাফসানের এলাকায় শব্দ দূষণ প্রতিরোধ করা সম্ভব হবে।

প্রশ্ন-২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শব্দের কম্পাঙ্ক = 1200Hz
বায়ুর তাপমাত্রা = 30°C



ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে?

খ. পানির ঢেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ কেন?
ব্যাখ্যা কর।

?

গ. শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

ঘ. S অবস্থান থেকে প্রতিধ্বনি শোনা
সম্ভব কি? গাণিতিক যুক্তিসহ যাচাই
কর।

▶▶ ২নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

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

খ. পানির ঢেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। কারণ, পানির ঢেউ সৃষ্টিকারী পানির কণাগুলোর কম্পনের দিক, ঢেউয়ের দিকের সাথে আড়াআড়ি বা প্রস্থ বরাবর মুখ করে অগ্রসর হয়। তাই পানির ঢেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

গ. দেওয়া আছে,

শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = 1200 \text{ Hz}$

বায়ুর তাপমাত্রা = 30°C

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1} এবং তাপমাত্রা প্রতি 1°C বৃদ্ধিতে শব্দের বেগ 0.6 ms^{-1} বৃদ্ধি পায়।

$$\begin{aligned}\therefore 30^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v &= (332 + 0.6 \times 30)\text{ ms}^{-1} \\ &= (332 + 18)\text{ ms}^{-1} \\ &= 350\text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\begin{aligned}\text{বা, } \lambda &= \frac{v}{f} = \frac{350\text{ ms}^{-1}}{1200\text{ Hz}} \\ &= 0.2917\text{ m}\end{aligned}$$

$\therefore$ শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.2917 m (প্রায়)

ঘ. আমরা জানি, 0°C এ প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎস ও প্রতিধ্বনি মধ্যবর্তী দূরত্ব ন্যূনতম 16.6 m হতে হবে।

কিন্তু উদ্দীপকে তাপমাত্রা 30°C ।

30°C এ শব্দের বেগ 350 ms^{-1} [‘গ’ থেকে]

যেহেতু শব্দ উৎস হতে উৎপন্ন হয়ে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় ফিরে আসতে শব্দকে উৎস ও প্রতিফলকের দূরত্বের দ্বিগুণ দূরত্ব অতিক্রম করতে হয়, তাই শব্দের উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যে দূরত্ব d হলে শব্দকে $2d$ দূরত্ব অতিক্রম করতে হয়।

এখানে,

প্রতিধ্বনি শুনতে মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যবর্তী ন্যূনতম

সময়, $t = 0.1\text{ s}$

$$v = 350\text{ ms}^{-1} \text{ [‘গ’ থেকে]}$$

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

$$\begin{aligned}\text{বা, } d &= \frac{vt}{2} \\ &= \frac{350\text{ ms}^{-1} \times 0.1\text{ s}}{2} \\ &= 17.5\text{ m}\end{aligned}$$

অর্থাৎ প্রতিধ্বনি শুনতে হলে 30°C এ শব্দ ও প্রতিফলকের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 17.5 m । যেহেতু এখানে শব্দ ও প্রতিফলকের মধ্যে দূরত্ব 18 m , তাই S অবস্থান থেকে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

প্রশ্ন –৩▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

কাজল একটি পাহাড় থেকে 17m দূরে দাঁড়িয়ে জোরে শব্দ করেও কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পেল না। সে আরও কিছুটা পিছনে সরে এসে পুনরায় শব্দ করে এবং প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। ঐ দিন ঐ স্থানে শব্দের বেগ ছিল 35 ms^{-1} এবং শব্দের কম্পাঙ্ক ছিল 1400Hz .

ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. বাদুর রাতে চলতে স্বাচ্ছন্দ্যবোধ করে
কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উক্ত শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. ১ম অবস্থানে কাজলের পক্ষে প্রতিধ্বনি
না শোনার কারণ গাণিতিক বিশ্লেষণের
মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

৷৷ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ৷৷

ক. একটি কম্পনশীল বস্তু থেকে প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ. রাতে শব্দের বেগ বেশি হওয়ায় বাদুর অল্প সময়ে সঠিকভাবে প্রতিবন্ধক ও খাদ্যের প্রকৃতি ও অবস্থান নির্ণয় করতে পারে। বলে বাদুর রাতে চলতে স্বাচ্ছন্দ্যবোধ করে।

আমরা জানি, বায়ুর আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে সাথে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়। দিনের বেলা অপেক্ষা রাতের বায়ুতে আর্দ্রতা বেশি থাকায় রাতে শব্দের বেগ বেশি। যেহেতু বাদুর চোখে দেখতে পায় না তাই পথে কোনো প্রতিবন্ধক কিংবা খাদ্যবস্তুর অবস্থান নির্ণয়ে বাদুর শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করে।

গ. দেওয়া আছে, শব্দের বেগ, $v = 35\text{ms}^{-1}$

শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = 1400\text{Hz}$

শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\begin{aligned}\text{বা, } \lambda &= \frac{v}{f} \\ &= \frac{35\text{ms}^{-1}}{1400\text{Hz}} = 0.025\text{m} = 2.5 \times 10^{-2}\text{m}\end{aligned}$$

অতএব, উক্ত শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $2.5 \times 10^{-2}\text{m}$

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে,

১ম অবস্থানে পাহাড় থেকে কাজলের দূরত্ব, $d = 17\text{m}$

শব্দের বেগ, $v = 35\text{ms}^{-1}$

আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে $d + d = 2d$ দূরত্ব অতিক্রম করতে হয় এবং প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যেন মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে $t = 0.1$ সেকেন্ড সময় নেয়।

অতএব, $2d = vt'$

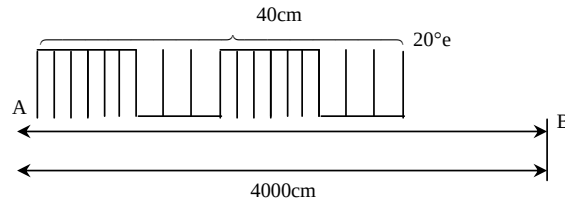
$$\begin{aligned}\text{বা, } t' &= \frac{2d}{v} \\ &= \frac{2 \times 17\text{m}}{35\text{ms}^{-1}}\end{aligned}$$

$$\therefore t' = 0.9\text{s}$$

এখানে, $t' > t$

উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে বলা যায় কাজল ১ম অবস্থান থেকে প্রতিধ্বনি শুনতে পায়নি কারণ উৎস থেকে শব্দ প্রতিফলকে বাধা পেয়ে পুনরায় কাজলের কাছে ফিরে আসতে বেশি সময় নিয়েছে।

প্রশ্ন -৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ধাতব তারে শব্দের বেগ 5130ms^{-1}

- 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

▶◀ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. শব্দ উৎসের নিয়মিত ও পর্যায়বৃত্ত 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 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 পৌঁছাল তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। সুতরাং কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলনকে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অন্তত $\frac{1}{10}$ সেকেন্ড সময় নেয়। যদি 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 332ms^{-1} ধরা হয় তাহলে $\frac{1}{10}$ সেকেন্ড শব্দ 33.2m যায়। সুতরাং প্রতিফলককে শ্রোতা থেকে কমপক্ষে $\frac{33.2}{2}\text{m}$ বা 16.6m দূরত্বে রাখতে হবে।

গ. দেওয়া আছে, শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 40\text{cm} = 0.4\text{m}$

শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = ?$

$$\begin{aligned} 20^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v &= 332\text{ms}^{-1} + 20 \times 0.6\text{ms}^{-1} \\ &= 332\text{ms}^{-1} + 12\text{ms}^{-1} \\ &= 344\text{ms}^{-1} \end{aligned}$$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\begin{aligned} \text{বা, } f &= \frac{v}{\lambda} \\ &= \frac{344\text{ms}^{-1}}{0.4\text{m}} = 860\text{ Hz} \end{aligned}$$

নির্ণেয় শব্দের বেগ 860 Hz

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে,

বায়ুতে শব্দের বেগ, $v_a = 344\text{ms}^{-1}$ [‘গ’ থেকে]

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

শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $d = 4000\text{ cm}$

$$= 40\text{m}$$

বায়ু মাধ্যমে প্রতিধ্বনি শোনার সময় $= t_a$

ধাতব মাধ্যমে প্রতিধ্বনি শোনার সময় $= t_i$

বায়ু মাধ্যমের ক্ষেত্রে,

$$\text{আমরা জানি, } 2d = v_a t_a$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } t_a &= \frac{2d}{v_a} \\ &= \frac{2 \times 40\text{m}}{344\text{ms}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\therefore t_a = 0.233 \text{ s}$$

আবার,

ধাতব মাধ্যমের ক্ষেত্রে,

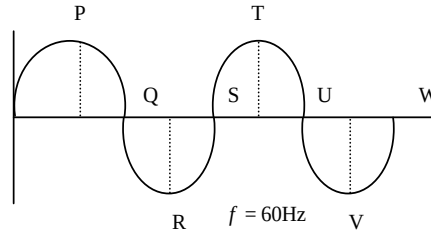
আমরা জানি, $2d = v_i t_i$

$$\begin{aligned} \text{বা, } t_i &= \frac{2d}{v_i} \\ &= \frac{2 \times 40\text{m}}{5130\text{ms}^{-1}} \end{aligned}$$

$$\therefore t_i = 0.0156 \text{ s}$$

উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, $t_a > t_i$ অর্থাৎ দুটি মাধ্যমে শব্দ একই সময়ে শোনা যাবে না।
বায়ু মাধ্যমে শব্দ আগে শোনা যাবে।

প্রশ্ন -৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



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

ক. ছন্দিত গতি কাকে বলে? ১

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 দাও। ৪

ক. যদি কোনো পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কণার গতিপথ সরলরৈখিক হয় এবং এর ত্বরণ সাম্য অবস্থান থেকে এর সরণের সমানুপাতিক হয় এবং এর দিক সব সময় সাম্যাবস্থান অভিমুখী হয়, তাহলে বস্তুকণার ঐ গতিকে ছন্দিত গতি বলে।

খ. মেয়েদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হওয়ার কারণে ছেলেদের তুলনায় মেয়েদের কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ হয়।

মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দুইটি পর্দা আছে এদেরকে স্বরতন্ত্রী বা Vocal Chord বলে। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। ছেলেদের ভোকাল কর্ড বয়সের সঙ্গে সঙ্গে দৃঢ় হয়। কিন্তু মেয়েদের ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না ফলে ছেলেদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং মেয়েদের স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়।

গ. দেওয়া আছে, বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি, $v_a = 332\text{ms}^{-1}$

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

কম্পাঙ্ক, $f = 60\text{Hz}$

বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, $\lambda_a = ?$

আমরা জানি, $v_a = f\lambda_a$

$$\begin{aligned}\text{বা, } \lambda_a &= \frac{v_a}{f} \\ &= \frac{332\text{ms}^{-1}}{60\text{Hz}}\end{aligned}$$

$$\therefore v_a = 5.53 \text{ m}$$

অতএব, বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 5.53 m

বিকল্প,

আমরা জানি,

$$v_a = f\lambda_a \text{ এবং } v_w = f\lambda_w$$

$$\text{এখন, } \lambda_a = f\lambda_w$$

$$\begin{aligned}\text{বা, } \lambda_w &= \frac{v_w}{f} \\ &= \frac{1452.5\text{ms}^{-1}}{60\text{Hz}}\end{aligned}$$

$$\therefore \lambda_w = 24.21\text{m}$$

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

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

$$= \frac{332\text{ms}^{-1} \times 24.21\text{m}}{1452.5\text{ms}^{-1}}$$

$$\therefore \lambda_a = 5.53\text{m}$$

অতএব, বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 5.53m.

ঘ. ‘গ’ থেকে পাই,

বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য = 5.53m

কুয়ার গভীরতা, $d = 5.53\text{m}$

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

প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = ?$

আমরা জানি, $2d = vt$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v}$$

$$= \frac{2 \times 5.53\text{m}}{332\text{ms}^{-1}}$$

$$\therefore t = 0.03\text{s}$$

সুতরাং, কুয়ার গভীরতা বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য অর্থাৎ 5.53m হলে প্রতিধ্বনি শোনার সময় হবে 0.03s
যেহেতু প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে 2d দূরত্ব 0.1s সময়ে উৎসের নিকট ফিরে আসতে হয় তাই এক্ষেত্রে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

প্রশ্ন -৬ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

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 তরঙ্গদৈর্ঘ্য ছিল 20 সেন্টিমিটার।

ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? ১

খ. আমরা যখন কথা বলি তখন আমাদের

? শব্দ অন্যের কাছে কীভাবে পৌঁছায়? ২

গ. উক্ত শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উক্ত ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন

কি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. শব্দের উৎপত্তি হয় বস্তুর কম্পনের ফলে। বস্তুর এ কম্পন কানে এসে কানের পর্দাকে কম্পিত করলেই শব্দ শোনা যায়। আমরা যখন কথা বলি তখন আমাদের শব্দ জড় মাধ্যম বহন করে নিয়ে যায়। যার কণাগুলো পর্যায়ক্রমে কম্পিত হয়ে উৎসের কম্পনের সামনের দিকে এগিয়ে দেয়।
এভাবে শব্দ সঞ্চারিত হয়ে অন্যের কাছে যায়।

গ. দেওয়া আছে, শব্দের বেগ, $v = 350$ মিটার/সেকেন্ড

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 20 \text{ সেন্টিমিটার}$$

$$= 0.2 \text{ মিটার}$$

$$\text{শব্দের কম্পাঙ্ক, } f = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f \lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

$$= \frac{350 \text{ মিটার/সেকেন্ড}}{0.2 \text{ মিটার}}$$

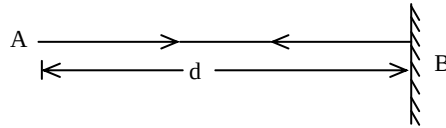
$$\therefore f = 1750 \text{ Hz}$$

নির্ণেয় কম্পাঙ্ক 1750 Hz.

ঘ. উক্ত ব্যক্তি পাহাড় থেকে 17 মিটার দূরে ছিলেন তাই তিনি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন কিনা তা নিচে গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে উপস্থাপন করা হলো :

মনে করি, A অবস্থানে ব্যক্তি এবং B অবস্থানে পাহাড় আছে। A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব d ।

A অবস্থান থেকে উৎপন্ন শব্দ B প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার A অবস্থান ফিরে আসবে।



অর্থাৎ শব্দকে A থেকে উৎপন্ন হয়ে B পৃষ্ঠে প্রতিফলিত হয়ে আবার A অবস্থানে ফিরে আসার জন্য $2d$ দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে।

উদ্দীপকের ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে চাইলে $2d$ দূরত্ব অতিক্রম করার জন্য শব্দকে কমপক্ষে 0.1 সেকেন্ড সময় ব্যয় করতে হবে।

উদ্দীপক অনুসারে, শব্দের বেগ, $v = 350$ মিটার/সেকেন্ড

$$\text{আমরা জানি, } 2d = vt$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2}$$

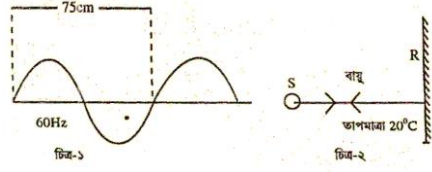
$$= \frac{350 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2}$$

$$= 17.5 \text{ m}$$

এক্ষেত্রে প্রতিধ্বনি শুনতে হলে পাহাড় থেকে উক্ত ব্যক্তির দূরত্ব ন্যূনতম 17.5m হতে হবে।

যেহেতু ব্যক্তি পাহাড় থেকে 17 মিটার দূরে ছিলেন তাই তিনি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন না।

প্রশ্ন -৭৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



উপরের চিত্র অনুসরণে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

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

▶◀ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান হতে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিছু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থানান্তরিত করে না তাকে তরঙ্গ বলে।

খ. চিত্র-১এর তরঙ্গটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়। মাধ্যমে তরঙ্গাংশীর্ষ ও তরঙ্গাপদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়। একটি তরঙ্গাংশীর্ষ ও একটি তরঙ্গাপদ নিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত হয়।

চিত্র-১ এর তরঙ্গটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গের উপরিউক্ত বৈশিষ্ট্যগুলো মেনে চলে তাই তরঙ্গটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

গ. চিত্র-১ এর ক্ষেত্রে

দেওয়া আছে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 75\text{cm}$

$$= 0.75\text{m}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = 60\text{Hz}$$

$$\text{তরঙ্গ বেগ, } v = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda$$

$$= 60 \text{ Hz} \times 0.75 \text{ m}$$

$$= 45 \text{ ms}^{-1}$$

নির্ণেয় তরঙ্গ বেগ 45 ms^{-1}

ঘ. চিত্র-২ এ দেওয়া আছে,

$$\text{তাপমাত্রা} = 20^\circ \text{C}$$

আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1} এবং

1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ 0.6 ms^{-1} বৃদ্ধি পায়।

$\therefore 20^\circ \text{C}$ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = 332 \text{ ms}^{-1} + 20 \times 0.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 332 \text{ ms}^{-1} + 12 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 344 \text{ ms}^{-1}$$

মনে করি,

উৎস S থেকে শব্দ উৎপন্ন হয়ে d দূরত্ব অতিক্রম করে, R প্রতিফলক পৃষ্ঠে বাধাপ্রাপ্ত হয়ে আবার d দূরত্ব অতিক্রম করে উৎস S এর কাছে ফিরে আসে।

মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব $= 2d$

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে $2d$ দূরত্ব অতিক্রম করার জন্য শব্দকে অন্তত 0.1 সেকেন্ড সময় ব্যয় করতে হবে।

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

আমরা জানি, $2d = vt$

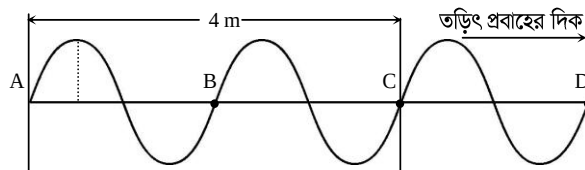
$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2}$$

$$\text{বা, } d = \frac{344 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2}$$

$$\therefore d = 17.2 \text{ m}$$

অতএব, S এবং R অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 17.2 m হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

প্রশ্ন -৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



A হতে B তে পৌঁছাতে 0.1 s সময় লাগে।



ক. তরঙ্গ বেগ কাকে বলে?

১

খ. চিত্রের তরঙ্গটি কোন ধরনের তরঙ্গ?

ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বিস্তার অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে

কম্পাঙ্কের কী পরিবর্তন হবে?

গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৮নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. চিত্রের তরঙ্গটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গের।

অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গের দিকের সাথে লম্বভাবে স্পন্দিত হয়। চিত্রের তরঙ্গটির মাধ্যমে তরঙ্গাংশীর্ষ ও তরঙ্গাপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়। একটি তরঙ্গাংশীর্ষ ও একটি তরঙ্গাপাদ মিলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠন করে। তাই চিত্রের তরঙ্গটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গের।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

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

A হতে B তে শব্দ পৌঁছাতে সময় 0.1 s

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

তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক, $f = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{T} \\ &= \frac{1}{0.1 \text{ s}} \\ &= 10 \text{ Hz} \end{aligned}$$

অতএব, তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক 10 Hz।

ঘ. ‘গ’ হতে প্রাপ্ত তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক, $f = 10 \text{ Hz}$

পর্যায়কাল, $T = 0.1 \text{ s}$

প্রশ্নমতে,

$$\begin{aligned} \text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda' &= \frac{\lambda}{2} \\ &= \frac{2 \text{ m}}{2} \quad [\because \text{‘গ’ হতে, } \lambda = 2 \text{ m}] \end{aligned}$$

$$= 1 \text{ m}$$

তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক, $f' = ?$

আমরা জানি,

$$f' = \frac{1}{T}$$

$$= \frac{1}{0.1 \text{ s}}$$

$$= 10 \text{ Hz}$$

এখানে, $f' = f$

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বলা যায় যে, বিস্তার অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলেও কম্পাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হবে না।

প্রশ্ন -৯▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

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 দুটি পার্থক্য লিখ। ২

গ. ঐ সময়ে বায়ুতে শব্দের গতিবেগ কত ছিল? ৩

ঘ. বাবলুর গতিবেগ নির্ণয়ের গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

▶◀ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

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

খ. অনুদৈর্ঘ্য ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হলো :

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ	অনুপ্রস্থ তরঙ্গ
১. যে তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কণাগুলোর	১. যে তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কণাগুলোর
জড়	জড়

কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে সমান্তরাল হয়, তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।	কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে সমকোণী হয়, তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে।
২. তরঙ্গ প্রবাহে মাধ্যমের সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি হয়।	২. তরঙ্গ প্রবাহে মাধ্যমের তরঙ্গাশীর্ষ বা তরঙ্গাপাদের সৃষ্টি হয়।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{বাতাসের তাপমাত্রা} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\text{বায়ুতে শব্দের গতিবেগ, } v = ?$$

আমরা জানি,

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

এবং প্রতি ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ুতে শব্দের বেগ 0.6 ms^{-1} বৃদ্ধি পায়।

অতএব, 25°C তাপমাত্রা বায়ুতে শব্দের গতিবেগ,

$$\begin{aligned} v &= 332\text{ms}^{-1} + (25 \times 0.6\text{ms}^{-1}) \\ &= 332\text{ms}^{-1} + 15\text{ms}^{-1} \\ &= 347\text{ms}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, বায়ুতে ঐ সময়ে শব্দের গতিবেগ 347ms^{-1}

ঘ. দেওয়া আছে,

$$\text{পাহাড় থেকে বালুর দূরত্ব, } d = 2301\text{m}$$

$$\text{প্রতিধ্বনি শোনার সময়, } t = ?$$

$$\begin{aligned} \therefore 25^{\circ}\text{C তাপমাত্রার শব্দের বেগে, } v &= 332\text{ms}^{-1} + 25 \times 0.6\text{ms}^{-1} \\ &= 332\text{ms}^{-1} + 15\text{ms}^{-1} \\ &= 347\text{ms}^{-1} \end{aligned}$$

আমরা জানি,

$$2d = vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v}$$

$$= \frac{2 \times 2301 \text{ m}}{347 \text{ ms}^{-1}}$$

$$\therefore t = 13.26 \text{ s}$$

বাবলুর প্রতিধ্বনি শুনতে সময় লাগার করা 13.26 s কিন্তু সে প্রতিধ্বনি শুনতে পেল 3s পর।

$$\therefore \text{অতিরিক্ত সময় } t' = 13.26 \text{ s} - 3 \text{ s}$$

$$= 10.26 \text{ s}$$

আবার, বাবলুর প্রতিধ্বনি শোনার সময় পাহাড় থেকে বাবলুর দূরত্ব

$$\begin{aligned} d' &= \frac{vt}{2} \\ &= \frac{347 \text{ ms}^{-1} \times 3 \text{ s}}{2} \\ &= 520.5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{বাবলুর অতিক্রান্ত দূরত্ব, } S = d - d'$$

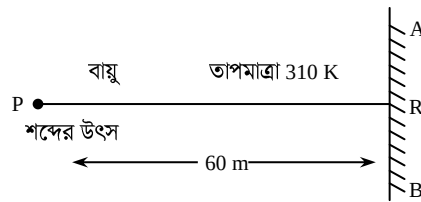
$$= 2301 \text{ m} - 520.5 \text{ m} = 1780.5 \text{ m}$$

$$\text{অতএব, বাবলুর গতিবেগ, } v = \frac{S}{t'}$$

$$= \frac{1780.5 \text{ m}}{10.26 \text{ s}} = 173.5 \text{ ms}^{-1}$$

সুতরাং বাবলুর গতিবেগ 173.5 ms^{-1} ।

প্রশ্ন-১০ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. পূর্ণ স্পন্দন কী? ১

খ. কম্পাঙ্ক পর্যায়কালের ব্যস্তানুপাতিক ব্যাখ্যা কর। ২

গ. P ও AB এর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমপক্ষে কত হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. P হতে শব্দ উৎপন্ন হয়ে AB প্রতিফলকে বাধা পাওয়ার ঘটনাটি বায়ুর পরিবর্তে পানিতে ঘটলে

প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কিনা

গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

▶◀ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. তরঙ্গাস্থিত কোনো কণা একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে আবার একই দিক হতে সেই বিন্দুতে ফিরে এলে তাকে একটি পূর্ণ স্পন্দন বলে।

খ. মনে করি,

কোনো তরঙ্গের পর্যায়কাল T এবং কম্পাঙ্ক f

কম্পাঙ্কের সংজ্ঞানুযায়ী,

মাধ্যমে কোনো কণা f সংখ্যক পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করে ১ সেকেন্ডে

∴ ” ” ১টি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করে $\frac{1}{f}$ সেকেন্ডে

একটি পূর্ণকম্পন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে। একে T দ্বারা সূচিত করা হয়।

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

অর্থাৎ কম্পাঙ্ক পর্যায়কালের ব্যস্তানুপাতিক।

এটিই তরঙ্গের কম্পাঙ্ক এবং পর্যায়কালের সম্পর্ক।

গ. উদ্দীপক চিত্র হতে,

$$\text{তাপমাত্রা} = 310 \text{ K}$$

$$= (310 - 273)^\circ\text{C}$$

$$= 37^\circ\text{C}$$

আমরা জানি,

প্রতি ডিগ্রি সেন্টিগ্রেড তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে বায়ুতে শব্দের বেগ 0.6 ms^{-1} বৃদ্ধি পায়।

∴ P ও AB এর মধ্যবর্তী বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = 332 \text{ ms}^{-1} + 37 \times 0.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 332 \text{ ms}^{-1} + 22.2 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 354.2 \text{ ms}^{-1}$$

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে প্রতিফলক তথা AB হতে 0.1 s সময়ে উৎস P এর নিকট ফিরে আসতে হবে।

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

P ও AB এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = ?$

আমরা জানি,

$$2d = v \times t$$

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

$$= \frac{254.2 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2} = 17.71 \text{ m}$$

অতএব, প্রতিধ্বনি শুনতে হলে P ও AB এর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমপক্ষে 17.71 m হতে হবে।

ঘ. আমরা জানি,

$$0^\circ\text{C তাপমাত্রায় পানিতে শব্দের বেগ} = 1438 \text{ ms}^{-1}$$

উদ্দীপক থেকে, তাপমাত্রা = 310 K

$$= (310 - 273)^\circ\text{C}$$

$$= 37^\circ\text{C}$$

$\therefore 37^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় পানিতে শব্দের বেগ,

$$v = 1438 \text{ ms}^{-1} + 37 \times 0.6 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 1438 \text{ ms}^{-1} + 22.2 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 1460.2 \text{ ms}^{-1}$$

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে প্রতিফলক তথা AB হতে 0.1 s সময়ে উৎস P এর নিকট আসতে হবে।

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

পানি মাধ্যমে P ও AB এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = ?$

আমরা জানি,

$$2d = vt$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2}$$

$$= \frac{1460.2 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2}$$

$$= 73.01 \text{ m}$$

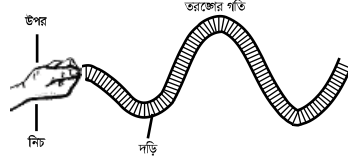
পানি মাধ্যমে প্রতিধ্বনি শুনতে হলে P ও AB এর মধ্যবর্তী দূরত্ব ন্যূনতম 73.01 m হতে হবে।

উদ্দীপক চিত্রে দেখা যায়, P ও AB এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 60 m।

অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বলা যায়, ঘটনাটি বায়ুর পরিবর্তে পানিতে ঘটলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

প্রশ্ন-১১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বকুল একটা লম্বা দড়ি নিয়ে এর একপ্রান্ত একটি শক্ত অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে দিল। অপর প্রান্ত ধরে প্রতি সেকেন্ডে নিচের চিত্রের মতো দুইবার হাত উপর-নিচ সঞ্চালন করল।



ক. তরঙ্গ কয় প্রকার ও কী কী? ১

খ. চিত্রের তরঙ্গের সংগলন প্রক্রিয়া
ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তরঙ্গ বেগ নির্ণয়
কর। ৩

?

ঘ. হাত নাড়ানোর হার দ্বিগুণ করা সত্ত্বেও
তরঙ্গ বেগ যদি অপরিবর্তিত থাকে তবে
একটি তরঙ্গাংশ ও তরঙ্গপাদের
মধ্যকার লম্ব দূরত্ব কত হবে? বিশ্লেষণ
কর। ৪

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তরঙ্গ দুই প্রকার। যথা- ১. অনুপ্রস্থ তরঙ্গ, ২. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

খ. চিত্রের তরঙ্গ হলো অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

এখানে তরঙ্গাঙ্কিত কণাসমূহ তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে সমকোণে উপর-নিচে স্পন্দিত হচ্ছে। একটি তরঙ্গাংশ ও একটি তরঙ্গপাদ নিয়ে একটি পূর্ণ তরঙ্গ তৈরি হয়। পরপর দুটি তরঙ্গাংশ বা দুটি তরঙ্গপাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব হচ্ছে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য। এভাবে তরঙ্গটি সংগলিত হয়।

গ. এখানে, কম্পাঙ্ক, $f = 2 \text{ s}^{-1} = 2 \text{ Hz}$

তরঙ্গ বেগ, $v = ?$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 0.5 \text{ m}$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$= 2 \text{ Hz} \times 0.5 \text{ m} = 2 \text{ s}^{-1} \times 0.5 \text{ m} = 1 \text{ ms}^{-1}$$

নির্ণেয় তরঙ্গ বেগ 1 ms^{-1}

ঘ. হাত নাড়ানোর হার দ্বিগুণ করা মানে কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ করা। এক্ষেত্রে পরিবর্তিত কম্পাঙ্ক, $f' = 2 \times 2 \text{ Hz} = 4 \text{ Hz} = 4 \text{ s}^{-1}$

তরঙ্গ বেগ, $v = 1 \text{ ms}^{-1}$ (অপরিবর্তিত)

সুতরাং তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পরিবর্তিত মান λ' হলেও,

$$v = f'\lambda'$$

$$\lambda' = \frac{v}{f'} = \frac{1 \text{ ms}^{-1}}{4 \text{ s}^{-1}} = 0.25 \text{ m}$$

সুতরাং পরপর দুটি তরঙ্গাংশ বা তরঙ্গপাদের মধ্যকার

দূরত্ব হবে = 0.25m

তাই একটি তরঙ্গাংশ ও একটি তরঙ্গপাদের মধ্যকার দূরত্ব

$$= \frac{\lambda'}{2} = \frac{0.25\text{m}}{2} = 0.125\text{m}$$

অতএব, একটি তরঙ্গাংশ ও একটি তরঙ্গপাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.125 m.

প্রশ্ন-১২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ববি ও রকি দুই বন্ধু শব্দ সংক্রান্ত একটি পরীক্ষা সম্পন্ন করল। তারা দুটো খালি টিনের কৌটা নিল। 20 m লম্বা চিকন তার দ্বারা কৌটা দুটোকে সংযুক্ত করা হলো। জামাল একটি কৌটায় মুখ লাগিয়ে কথা বললে তারটির টানটান অবস্থায় কামাল অপর কৌটায় কান লাগিয়ে তা শুনতে পেল। প্রতিটি টিনের কৌটার দৈর্ঘ্য ছিল 20 cm এবং তারে শব্দের বেগ ছিল 4000 ms^{-1} । আবার, 20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 344 ms^{-1} এবং 0°C তাপমাত্রায় বেগ 332 ms^{-1} । [নিজেরা কর : পৃষ্ঠা- ১১৯]

ক. শব্দের বেগ কাকে বলে? ১

খ. কোন মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি-
ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তারের মধ্য দিয়ে শব্দ অতিক্রম করতে
কত সময় লাগবে নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. প্রতি 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ুতে
শব্দের বেগ কতটুকু বৃদ্ধি পায় বিশ্লেষণ
কর। ৪

▶◀ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. প্রতি সেকেন্ডে শব্দ যতটা পথ অতিক্রম করে তাকে শব্দের বেগ বলে।

খ. কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি। শব্দ নির্দিষ্ট মাধ্যমে একটা নির্দিষ্ট বেগে দূরত্ব অতিক্রম করে। মাধ্যমের পরিবর্তন হলে শব্দের বেগও পরিবর্তন ঘটে। কঠিন মাধ্যমে শব্দ সবচেয়ে দ্রুত চলে, তরল মাধ্যমে তার চেয়ে

ধীরে চলে। বায়বীয় মাধ্যমে শব্দের বেগ সবচেয়ে কম আর ভ্যাকিউয়ামে বা শূন্যে শব্দের বেগ শূন্য। কেননা শব্দ মাধ্যম ছাড়া চলতে পারে না।

গ. তারের মধ্য দিয়ে শব্দ অতিক্রমের ক্ষেত্রে,

শব্দের বেগ, $v = 4000 \text{ ms}^{-1}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 20 \text{ m}$

প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

আমরা জানি, $s = vt$

$$\text{বা, } t = \frac{s}{v} = \frac{20 \text{ m}}{4000 \text{ ms}^{-1}} \\ = 0.005 \text{ s}$$

অতএব, প্রয়োজনীয় সময় 0.005 s

ঘ. উদ্দীপক হতে, 0°C তাপমাত্রার বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1}

20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 344 ms^{-1} ।

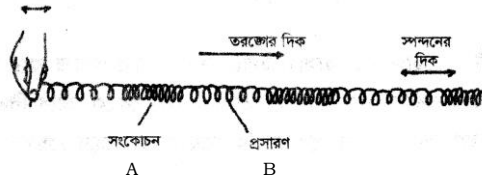
$$\text{বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়} = 344 \text{ ms}^{-1} - 332 \text{ ms}^{-1} \\ = 12 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পেল} = \frac{12}{20} \text{ ms}^{-1} = 0.6 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, প্রতি 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ুতে শব্দের বেগ

0.6 ms^{-1} বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন-১৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. শব্দের কম্পনের সীমা কত? ১

খ. চিত্র থেকে তরঙ্গের সংকোচন প্রক্রিয়া
ব্যাখ্যা কর। ২

গ. তরঙ্গটি A থেকে B তে পৌঁছতে

? 20s সময় লাগলে এর কম্পাঙ্ক কত? ৩

ঘ. চিত্রে কী ধরনের তরঙ্গ প্রবাহিত হচ্ছে
যুক্তিসহ বর্ণনা কর। ৪

▶▶ ১৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. শব্দের কম্পনের সীমা হচ্ছে 1Hz থেকে 20Hz ।

খ. এখানে হাত সামনের দিকে নিলে স্প্রিং-এ একটি সংকোচন প্রবাহের সৃষ্টি হবে আবার হাত পিছনের দিকে নিলে একটি প্রসারণ প্রবাহের সৃষ্টি হবে। সংকোচন ও প্রসারণ প্রবাহ সামনের দিকে অগ্রসর হতে থাকে।

এখানে হাতের সঞ্চালন বা কম্পন যেকোনো তরঙ্গ সেই দিকে অগ্রসর হয়। অর্থাৎ এখানে কম্পনের দিক এবং তরঙ্গের গতির দিক পরস্পর সমান্তরাল বা একই।

গ. উদ্দীপকে আমরা দেখতে পাই, A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব হচ্ছে একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণের দৈর্ঘ্যের সমষ্টি।

আমরা জানি, একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ মিলে একটি পূর্ণ স্পন্দন হয়। অতএব A থেকে B-এর দূরত্ব হচ্ছে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ ।

$$\therefore \lambda = 8 \text{ m}$$

$$\text{সময়, } t = 0.20 \text{ s}$$

তরঙ্গটি t সময়ে অতিক্রম করে λ দূরত্ব

$$\begin{aligned}\therefore \text{তরঙ্গটির বেগ, } v &= \frac{\lambda}{t} \\ &= \frac{8 \text{ m}}{0.20 \text{ s}} \\ &= 40 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda$$

$$\begin{aligned}\text{বা, } f &= \frac{v}{\lambda} \\ &= \frac{40 \text{ ms}^{-1}}{8 \text{ m}} \\ &= 5 \text{ s}^{-1} \\ &= 5 \text{ Hz}\end{aligned}$$

অতএব, তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক 5 Hz।

ঘ. চিত্রে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ প্রবাহিত হচ্ছে।

আমরা জানি, যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালভাবে অগ্রসর হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বা লম্বিক তরঙ্গ বলে। মাধ্যমের ভেতর দিয়ে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ প্রবাহিত হতে থাকলে যেকোনো সময় স্তরগুলোর অবস্থান কীরূপ হবে তা উদ্দীপকের চিত্রে দেখানো হয়েছে। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কণাগুলো সাম্যাবস্থানের উভয় পাশে তরঙ্গের গতিপথের সমান্তরালে কম্পিত হয়। ফলে তরঙ্গাংশীর্ষ বা তরঙ্গপাদ সৃষ্টি হয় না। এক্ষেত্রে কম্পনের সময় কিছু কিছু স্থানে কণাগুলো কাছাকাছি চলে আসে আবার কোথাও দূরে সরে যায়। কণাগুলো কাছাকাছি আসায় মাধ্যমের সংকোচন বা ঘনীভবন হয় এবং কণাগুলো সরে গেলে মাধ্যমের প্রসারণ হয়। চিত্রে রেখাগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব কম দ্বারা সংকোচন এবং রেখাগুলোর দূরত্ব বৃদ্ধি দ্বারা সম্প্রসারণ বুঝানো হয়েছে। সংকোচনের স্থানগুলোতে মাধ্যমের ঘনত্ব ও চাপ বাড়ছে এবং প্রসারণের স্থানগুলোতে মাধ্যমের ঘনত্ব ও চাপ কমেছে। এভাবে মাধ্যমের কণাগুলোর সংকোচন ও প্রসারণের মধ্য দিয়ে অনুদৈর্ঘ্য বা লম্বিক

তরঙ্গ সঞ্চালিত হচ্ছে। পাশাপাশি একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত হয়। যেমন চিত্রে AB হচ্ছে তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ । আমাদের কথা বলার সময় যে শব্দ হয় বা যেকোনো ধরনের শব্দ, স্প্রিং দ্বারা সৃষ্ট তরঙ্গ প্রভৃতি এই ধরনের তরঙ্গ প্রদর্শন করে।

অতএব, উপরিউক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, উদ্দীপকের চিত্রে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ প্রবাহ প্রদর্শন করা হয়েছে।

প্রশ্ন-১৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নদীতে পিনাক-৬ লঞ্চডুবির ঘটনায় উদ্ধার কাজ চালাতে বিশেষজ্ঞ দল SONAR যন্ত্রের মাধ্যমে শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার করেন। নদীর তলদেশে কোনো একটি স্থানে শব্দোত্তর তরঙ্গ পাঠিয়ে 0.25 s সময়ে প্রতিধ্বনি শুনতে পেলেন। ঐ দিনের তাপমাত্রায় পানিতে শব্দের বেগ ছিল 1450 ms^{-1} । বাতাস এবং পানি মাধ্যমে তরঙ্গের প্রকৃতি ভিন্ন।

ক. স্পন্দন গতি কাকে বলে? ১

? খ. তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ। ২

গ. উক্ত স্থানের গভীরতা কত ছিল? ৩

ঘ. শেষোক্ত উক্তিটি বিশ্লেষণ কর। ৪

▶▶ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে।

খ. তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ

১. মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দন গতির ফলে তরঙ্গ সৃষ্টি হয় কিন্তু কণাগুলোর স্থায়ী স্থানান্তর হয় না।
২. যান্ত্রিক তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যম প্রয়োজন।
৩. তরঙ্গ একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালন করে।
৪. তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে।
৫. তরঙ্গের প্রতিফলন, প্রতিসরণ ও উপরিপাতন ঘটে।

গ. দেওয়া আছে, পানিতে শব্দের বেগ, $v = 1450 \text{ ms}^{-1}$

সময়, $t = 0.25 \text{ s}$

গভীরতা, $d = ?$

আমরা জানি, $2d = v \times t$

$$\text{বা, } d = \frac{v \times t}{2} = \frac{1450 \text{ ms}^{-1} \times 0.25 \text{ s}}{2}$$

$$\therefore d = 181.25 \text{ m}$$

অতএব, ঐ স্থানের গভীরতা 181.25 m।

ঘ. উদ্দীপকে শেষোক্ত উক্তিটি হলো :

বাতাস এবং পানি মাধ্যমে তরঙ্গের প্রকৃতি ভিন্ন।

বিশ্লেষণ : আমরা জানি, বাতাস বা বায়ু মাধ্যমে সৃষ্ট তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ এবং পানি মাধ্যমে সৃষ্ট তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। অনুদৈর্ঘ্য ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গ ভিন্ন ভিন্ন বৈশিষ্ট্য প্রদর্শন করে। যেমন :

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য :

১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়। তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।
২. সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়।
৩. একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত।

অনুপ্রস্থ তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য :

১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাই অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।
২. মাধ্যমে তরঙ্গাশীর্ষ ও তরঙ্গাপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত।
৩. একটি তরঙ্গাশীর্ষ ও একটি তরঙ্গাপাদ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত।

উপরিউক্ত আলোচনা থেকে দেখা যায় যে, বাতাস ও পানি মাধ্যমে তরঙ্গের প্রকৃতি ভিন্ন।

প্রশ্ন – ১৫ ➤ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

কম্পন ছাড়া তরঙ্গ সৃষ্টি হয় না। মাধ্যমের কণাগুলো বিভিন্নভাবে কাঁপতে পারে বলে তরঙ্গের প্রকৃতিও বিভিন্ন রকমের হয়। কখনো অনুদৈর্ঘ্য, কখনো অনুপ্রস্থ। বিবিসি লন্ডন থেকে মিডিয়াম ওয়েভ 100 KHz-এ অনুষ্ঠান বাংলাদেশে সম্প্রচার করা হয়। রেডিও তরঙ্গের বেগ $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

ক. শব্দের তীব্রতার SI একক কী? ১

খ. তরঙ্গ কীভাবে সৃষ্টি হয় ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উক্ত তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়

কর। ৩

?

ঘ. একটি তরঙ্গাশীর্ষ ও একটি তরঙ্গাপাদ

নিয়ে কীভাবে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত হয়

তা চিত্র ঐকে বুঝিয়ে দাও। ৪

▶◀ ১৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. শব্দের তীব্রতার SI একক Wm^{-2} .

খ. পুকুরের পানিতে, নদীতে বা সমুদ্রে আমরা ঢেউ বা তরঙ্গ দেখি। পুকুরের স্থির পানিতে যদি একটি টিল ফেলা হয় তখন টিলটি পড়ার সাথে সাথে ঐ জায়গায় যে আলোড়ন সৃষ্টি হয় তা এক কণা হতে অন্য কণায় স্থানান্তরিত হতে হতে তরঙ্গ আকারে সঞ্চালিত হয়।

গ. এখানে, তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, $f = 100 \text{ kHz}$

$$= 100 \times 1000 \text{ Hz}$$

$$= 1 \times 10^5 \text{ Hz}$$

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

$$\text{রেডিও তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

আমরা জানি,

$$v = f \times \lambda$$

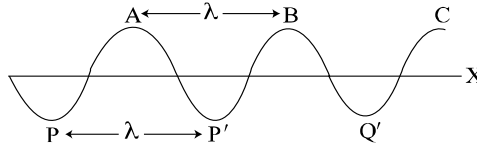
$$\text{বা, } \lambda = \frac{f}{v}$$

$$= \frac{1 \times 10^5 \text{ Hz}}{3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}}$$

$$= 3.3 \times 10^{-4} \text{ m}$$

অতএব, তরঙ্গদৈর্ঘ্য $3.3 \times 10^{-4} \text{ m}$

ঘ. মনে করি, AC অভিমুখে অর্থাৎ X অক্ষের ধনাত্মক অভিমুখে একটি তরঙ্গ অগ্রসর হচ্ছে। তরঙ্গটি নাতিদীর্ঘ হলে এ কম্পনের অভিমুখ হবে X অক্ষ বরাবর আর অনুপ্রস্থীয় হলে এর অভিমুখ হবে Y অক্ষ বরাবর।



এখন, বস্তুকণাটি যদি অনুপ্রস্থীয় তরঙ্গে অগ্রসর হয় তবে, তরঙ্গা সঞ্চারণকারী কণাটির একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গা যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে। তরঙ্গের চলার পথে অর্থাৎ তার গতিপথের উপর অবস্থিত পর পর দুটি একই দশাসম্পন্ন কণার মধ্যবর্তী দূরত্বই তরঙ্গদৈর্ঘ্য।

চিত্রে তরঙ্গের গতিপথের A, B বিন্দু দুটি একই দশাসম্পন্ন। অর্থাৎ A, B বিন্দুতে বস্তুকণার সরণ, ত্বরণ তথা গতির সার্বিক দিক সমান হবে। তাহলে AB এর মধ্যবর্তী দূরত্বই তরঙ্গদৈর্ঘ্য, যেখানে A, B তরঙ্গাংশীর্ষ নির্দেশ করছে।

একইভাবে P এবং P' যা তরঙ্গাটির পর পর দুই তরঙ্গাপাদ নির্দেশ করছে। তারা পরস্পর সমদশাসম্পন্ন। তাই PP' এর মধ্যবর্তী দূরত্বও তরঙ্গদৈর্ঘ্য (λ) নির্দেশ করে। অনুরূপভাবে P'Q' এর মধ্যবর্তী দূরত্বও তরঙ্গাটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য প্রকাশ করছে।

প্রশ্ন -১৬▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শব্দ এক ধরনের যান্ত্রিক তরঙ্গ। আবার যে তরঙ্গের উৎপন্ন বা সঞ্চারণের জন্য কোনো মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না তা তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ। আলো, তাপ ইত্যাদি তাড়িতচৌম্বক তরঙ্গ। তরঙ্গা সঞ্চারণের সময় মাধ্যমের

কণাগুলোর কোনো স্থানান্তর হয় না। 300 Hz কম্পাঙ্কে স্পন্দিত কোনো রেডিও স্পিকার থেকে উৎপন্ন শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য বায়ুতে 115 cm.

ক. বায়ুর আর্দ্রতার সাথে শব্দের বেগের
সম্পর্ক কী? ১

খ. যান্ত্রিক তরঙ্গ ও তাড়িতচৌম্বক
তরঙ্গের মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বাতাসে শব্দের বেগ নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. ‘তরঙ্গ ছাড়া আমাদের অস্তিত্বই কল্পনা
করা যায় না’— কথাটির সার্থকতা
বিশ্লেষণ কর। ৪

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বায়ুর আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়।

খ. জড় মাধ্যমের কণার আন্দোলনের ফলে যে তরঙ্গের সৃষ্টি হয় তাকে যান্ত্রিক তরঙ্গ বলে। শব্দ তরঙ্গ যান্ত্রিক তরঙ্গের প্রকৃষ্ট উদাহরণ। মাধ্যম ছাড়া এই তরঙ্গ সঞ্চালিত হতে পারে না। অন্যদিকে যে তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য কোনো জড় মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না তাকে তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গ বলে। যেমন— আলোক তরঙ্গ, তাপ তরঙ্গ ইত্যাদি।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{রেডিও তরঙ্গের কম্পাঙ্ক } f = 300 \text{ Hz} = 300\text{s}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = 115 \text{ cm}$$

$$= 1.15 \text{ m}$$

$$\text{বাতাসে শব্দের বেগ, } v = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda$$

$$= 300\text{s}^{-1} \times 1.15 \text{ m}$$

$$= 345 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{অতএব, বাতাসে শব্দের বেগ } 345 \text{ ms}^{-1}$$

ঘ. তরঙ্গ একস্থান হতে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালন করে। এটি তরঙ্গের একটা প্রধান বৈশিষ্ট্য। পৃথিবীতে প্রাণের অস্তিত্ব টিকে থাকার জন্য তথা উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষণসহ প্রাণীদেহের বিভিন্ন প্রক্রিয়া সঠিকভাবে পরিচালনার জন্য আমাদের নির্ভর করতে হয় কোটি কোটি মাইল দূরে অবস্থিত সূর্য থেকে আসা শক্তির ওপর। সূর্য থেকে পৃথিবীতে শক্তির এই সঞ্চালন ঘটে তরঙ্গের মাধ্যমে। এছাড়া আলোক তরঙ্গের অস্তিত্ব আছে বলেই আমরা

বিভিন্ন জিনিস দেখতে পারছি যদি আলোক তরঙ্গ না থাকত তাহলে আমরা অন্ধের মতো কিছুই দেখতে পেতাম না।

আবার অন্যদিকে শব্দ তরঙ্গ আকারে সঞ্চালিত হয়ে আমাদের কানে পৌঁছেলেই আমরা সেই শব্দ শুনতে পাই। যদি শব্দ তরঙ্গ না থাকত তাহলে শব্দ সৃষ্টি হলেও আমরা শুনতে পেতাম না।

বেতার তরঙ্গের মাধ্যমে এক দেশের খবর অন্যদেশে নিমিষেই প্রচারিত হচ্ছে। আমাদের দেশে বর্তমান বহুল ব্যবহৃত মোবাইলে তড়িত চৌম্বক তরঙ্গকে কাজে লাগানো হয়েছে।

তাই একথা স্পষ্ট ও চিরন্তন সত্য যে, তরঙ্গ ব্যতীত আমরা জীবনের অস্তিত্বই কল্পনা করতে পারি না।

প্রশ্ন –১৭▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শাহীন পুকুরের স্থির পানিতে একটি টিল ফেলল। সাথে সাথে পানিতে আন্দোলন এবং শব্দ সৃষ্টি হলো। পানির আন্দোলন ধীরে ধীরে চতুর্দিকে ছড়িয়ে পড়ল। সৃষ্টি শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 9.251 cm। পানিতে শব্দ তরঙ্গের বেগ 1452 ms^{-1} এবং বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের বেগ 332 ms^{-1} ।

ক. সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য কয়টি? ১

খ. তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর। ২

গ. বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য নির্ণয়

?

কর। ৩

ঘ. কীভাবে পুকুরের পানিতে তরঙ্গ সৃষ্টি

হলো তা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্য তিনটি।

খ. তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য :

- মাধ্যমের কোনো কণার স্পন্দন গতির ফলে তরঙ্গ সৃষ্টি হয়, কিন্তু মাধ্যমের কণার স্থানান্তর ঘটে না।
- তরঙ্গ বেগ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের বেগ থেকে আলাদা।
- মাধ্যমের সকল স্থানে তরঙ্গ বেগ সমান থাকে। কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলো বিভিন্ন অবস্থানে বিভিন্ন বেগে স্পন্দিত হয়।
- তরঙ্গের বিস্তার এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য থাকে।

গ. এখানে,

পানিতে সৃষ্টি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_w = 9.25 \text{ cm} = 0.0925 \text{ cm}$

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

পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি, $v_w = 1452 \text{ ms}^{-1}$

বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, $\lambda_a = ?$

শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = ?$

আমরা জানি,

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

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

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাই,

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

$$\text{বা, } \lambda_a = \frac{v_a \times \lambda_w}{v_w} = \frac{332 \text{ ms}^{-1} \times 0.0925 \text{ m}}{1452 \text{ ms}^{-1}} = 0.02 \text{ m}$$

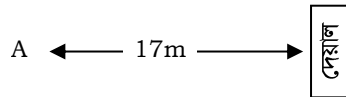
$\therefore$ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 0.02 m

ঘ. পুকুরের স্থির পানিতে টিল ছুড়লে পানি আন্দোলিত হয়। পানির এ আন্দোলন ধীরে ধীরে চতুর্দিকে ছড়িয়ে পড়ে। এতে পানির কণাগুলো তার সাম্যাবস্থানের উভয় পাশে আন্দোলিত হয় কিন্তু তরঙ্গের সাথে কণাগুলো মাধ্যমের এক অংশ থেকে অন্য অংশে প্রবাহিত হয় না।

শাহীন পুকুরের স্থির পানিতে টিল ছুড়ল। টিলটি যে বিন্দুতে পানি স্পর্শ করছে ঐ বিন্দুকে কেন্দ্র করে আলোড়ন সৃষ্টি হয়েছে অর্থাৎ তরঙ্গ সৃষ্টি হয়েছে। এছাড়া দণ্ড যে বিন্দুতে পানি স্পর্শ করেছে সে বিন্দুকে কেন্দ্র করে তরঙ্গগুলো ক্রমবর্ধমান ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকারে বিস্তার লাভ করছে। তরঙ্গের আন্দোলনের ফলে পানির কোনো কণাই তার সাম্যাবস্থান থেকে সরে যায় না।

অর্থাৎ পানির কণাগুলো নিজ সাম্যাবস্থানের দুপাশে আন্দোলিত হয়ে মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতা ধর্মের কারণে পার্শ্ববর্তী স্থির পানির কণাগুলোকে আন্দোলিত করে। প্রতিটি কণার এ ধরনের আন্দোলনের ফলে পানির পৃষ্ঠে যে অবস্থার সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গ বলে।

প্রশ্ন – ১৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রে A একটি শব্দের উৎস যার কম্পাঙ্ক 5000 Hz এবং ঐ উৎস থেকে শব্দ সৃষ্টির সময় বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 5°C ।

ক. পর্যায়কাল কাকে বলে? ১

খ. শীতকালের চেয়ে গ্রীষ্মকালে বায়ুতে

?

শব্দের বেগ বেশি হয় কেন? ২

গ. উক্ত শব্দ তরঙ্গের বেগ নির্ণয়

কর। ৩

ঘ. বায়ুর তাপমাত্রা আরও 30°C বৃদ্ধি

পেলে A স্থানে দাঁড়ানো একজন

শ্রোতা প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কি?

গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তরঙ্গ সঞ্চালনকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে ঐ তরঙ্গের পর্যায়কাল বলে।

খ. আমরা জানি, বায়ুর তাপমাত্রা যত বাড়ে, বায়ুতে শব্দের বেগও তত বাড়ে। প্রতি 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ 0.6 ms^{-1} হারে বৃদ্ধি পায়।

যেহেতু শীতকালের চেয়ে গ্রীষ্মকালে বায়ুর উষ্ণতা বেশি থাকে তাই শীতকালের চেয়ে গ্রীষ্মকালে বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

গ. দেওয়া আছে,

শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = 5000\text{ Hz} = 5000\text{ s}^{-1}$

বায়ুর তাপমাত্রা $= 5^{\circ}\text{C}$

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

আমরা জানি,

1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় 0.6 ms^{-1}

$\therefore 5^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v = \{ 332 + (5 \times 0.6) \}\text{ ms}^{-1}$
 $= 335\text{ ms}^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f}$$

$$= \frac{335\text{ ms}^{-1}}{5000\text{ s}^{-1}}$$

$\therefore \lambda = 0.067\text{ m} = 6.7 \times 10^{-2}\text{ m}$

অতএব, শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $6.7 \times 10^{-2}\text{ m}$

ঘ. বায়ুর তাপমাত্রা আরও 30°C বৃদ্ধি পেলে A স্থানে দাঁড়ানো একজন শ্রোতা প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

নিচে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তা তুলে ধরা হলো –

5° C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v_1 = 335 \text{ ms}^{-1}$ [‘গ’ থেকে প্রাপ্ত]

30° C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ বৃদ্ধি, $v_2 = (30 \times 0.6) \text{ ms}^{-1}$
 $= 18 \text{ ms}^{-1}$

∴ শব্দের বেগ, $v = v_1 + v_2 = 335 \text{ ms}^{-1} + 18 \text{ ms}^{-1}$
 $= 353 \text{ ms}^{-1}$

উৎস থেকে প্রতিফলকের দূরত্ব, $d = 17 \text{ m}$

প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = ?$

আমরা জানি, $2d = v \times t$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 17 \text{ m}}{353 \text{ ms}^{-1}}$$

∴ $t = 0.0963 \text{ s}$

সুতরাং প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময় 0.0963 s।

আমরা জানি, কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ কানে শোনার পর সেই শব্দের রেশ $\frac{1}{10} \text{ s}$ বা 0.1s যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। এ 0.1 s এর মধ্যে কোনো শব্দ কানে আসলে তা আলাদা করে বোঝা যায় না।

যেহেতু A উৎস থেকে প্রতিফলকে বাধা পেয়ে 0.0963 s এ শব্দ পুনরায় A স্থানে দাঁড়ানো ব্যক্তির নিকট ফিরে এসেছে যেহেতু ঐ ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

প্রশ্ন-১৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

200 m দৈর্ঘ্যের একটি লোহার পাইপের এক প্রান্তে ১ম ব্যক্তি শব্দ সৃষ্টি করলে অপর প্রান্তে 0.542 s সময় ব্যবধানে দুটি শব্দ শুনতে পায়। দিনের তাপমাত্রা ছিল 20°C। 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ুতে শব্দের বেগ 0.6 ms⁻¹ বৃদ্ধি পায়।

ক. শ্রাব্যতার পাল্লা কত? ১

খ. শব্দের বেগের পরিবর্তন কী কী
বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ২

? গ. লোহা মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. দিনের তাপমাত্রা 30°C হলে কত
সময় পর দ্বিতীয় শব্দটি শুনতে পেল? ৪

▶▶ ১৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. শ্রাব্যতার পাল্লা 20 Hz থেকে 20,000 Hz।

খ. শব্দের বেগের পরিবর্তন নিম্নলিখিত বিষয়ের উপর নির্ভর করে :

১. মাধ্যমের প্রকৃতি : বিভিন্ন মাধ্যমে শব্দের বেগ বিভিন্ন।

২. তাপমাত্রা : বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে শব্দের বেগও বৃদ্ধি পায়।

৩. বায়ুর আর্দ্রতা : বায়ুর আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়।

গ. দেওয়া আছে, দিনের তাপমাত্রা = 20°C

আমরা জানি,

1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় 0.6 ms^{-1}

$\therefore 20^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় বৃদ্ধিতে বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v_a = (332 + 0.6 \times 20) \text{ ms}^{-1}$$

$$= (332 + 12) \text{ ms}^{-1}$$

$$= 344 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{দূরত্ব, } s = 200 \text{ m}$$

বায়ু মাধ্যমে শব্দ শুনতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_a = \frac{s}{v_a}$

আবার, লোহা মাধ্যমে শব্দের বেগ, $v_i = ?$

$$\text{লোহা মাধ্যমে শব্দ পৌঁছতে প্রয়োজনীয় সময়, } t_i = \frac{s}{v_i}$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } t_a - t_i = 0.54 \text{ s}$$

$$\text{বা, } \frac{s}{v_a} - \frac{s}{v_i} = 0.54 \text{ s}$$

$$\text{বা, } \frac{200 \text{ m}}{344 \text{ ms}^{-1}} - \frac{200 \text{ m}}{v_i} = 0.542 \text{ s}$$

$$\text{বা, } 0.582 \text{ s} - \frac{200 \text{ m}}{v_i} = 0.542 \text{ s}$$

$$\text{বা, } \frac{200 \text{ m}}{v_i} = 0.581 \text{ s} - 0.542 \text{ s}$$

$$\text{বা, } \frac{200 \text{ m}}{v_i} = 0.039 \text{ s}$$

$$\text{বা, } v_i = \frac{200 \text{ m}}{0.039 \text{ s}}$$

$$\therefore v_i = 5128 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, লোহা মাধ্যমে শব্দের বেগ 5128 ms^{-1}

ঘ. দিনের তাপমাত্রা 30°C হলে, বায়ুতে শব্দের বেগ হতো,

$$v_a = (332 + 0.6 \times 30) \text{ ms}^{-1}$$

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

∴ বায়ু মাধ্যমে শব্দ অতিক্রমের সময়,

$$t_a = \frac{s}{v_a}$$
$$= \frac{200 \text{ m}}{350 \text{ ms}^{-1}} = 0.5714 \text{ s}$$

এবং লোহা মাধ্যমে শব্দ অতিক্রমের সময়,

$$t_i = \frac{s}{v_i}$$
$$= \frac{200 \text{ m}}{5128 \text{ ms}^{-1}} \quad [\text{'গ' থেকে}]$$
$$= 0.039 \text{ s}$$

∴ সময়ের ব্যবধান = $0.5714 \text{ s} - 0.039 \text{ s} = 0.5324 \text{ s}$

অতএব, দ্বিতীয় শব্দটি 0.5324 s পরে শুনতে পেরে।

প্রশ্ন -২০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বাসস্ট্যান্ড হতে বেলাল সাহেবের বাসা 800 m দূরে অবস্থিত। বাসের হর্ন হতে নির্গত শব্দ তার কানে পৌঁছতে প্রায় 2.5 s সময় লাগে। বেলাল সাহেব ইদানীং উচ্চরক্তচাপসহ বিভিন্ন শারীরিক ও মানসিক সমস্যায় ভুগছেন তাই তিনি চিকিৎসার জন্য নিকটস্থ হাসপাতালে যান। ডাক্তার পরীক্ষা নিরীক্ষা করে বললেন দীর্ঘদিন উচ্চশব্দ শ্রবণের ফলে তার আলসার হয়েছে।

ক. শব্দ কী ধরনের তরঙ্গ? ১

খ. বাসের হর্ন হতে নির্গত শব্দ কীভাবে
বেলাল সাহেবের কানে পৌঁছায় ব্যাখ্যা
কর। ২

গ. হর্ন হতে নির্গত শব্দের গতিবেগ নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. উক্ত অবস্থা থেকে পরিত্রাণে কী কী
পদক্ষেপ গ্রহণ করা প্রয়োজন
যুক্তিসহকারে তোমার মতামত লেখ। ৪

◀◀ ২০নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. শব্দ শক্তির একটি বিশেষ তরঙ্গ রূপ যা আমাদের কানে শ্রবণের অনুভূতি জাগায়। এটি একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

খ. বাসের হর্ন সংকোচন ও প্রসারণ দ্বারা সৃষ্ট অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বায়ু মাধ্যমে সঞ্চালিত হয়ে বেলাল সাহেবের কানে পৌঁছায়।

বায়ুস্তরের সংকোচন ও প্রসারণের ফলে শব্দ একস্থান থেকে অন্যস্থানে স্থানান্তরিত হয়। বাসের হর্ন থেকে নির্গত শব্দ প্রথমে বায়ু মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের সৃষ্টি করে এবং সামনের বায়ুস্তরের ওপর চাপ পড়ে এবং বায়ুস্তরের সংকোচন ঘটে। এই সংকোচন বল পার্শ্ববর্তী স্তরে সঞ্চালিত হয়ে প্রথম স্তর প্রসারিত হয় এবং বায়ুস্তর সংকুচিত হয়। ক্রমান্বয়ে চাপ বায়ুস্তরের সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে সামনের দিকে অগ্রসর হয়।

গ. এখানে,

শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 800 \text{ m}$

সময়, $t = 2.5 \text{ s}$

শব্দের গতিবেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$$s = vt$$

$$\text{বা, } v = \frac{s}{t}$$

$$= \frac{800 \text{ m}}{2.5 \text{ s}}$$

$$= 320 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, হর্ন থেকে নির্গত শব্দের গতিবেগ 320 ms^{-1}

ঘ. সুস্থ মানসিকতা ও উন্নত দৃষ্টিভঙ্গি শব্দ দূষণ রোধের একটি অন্যতম উপায়।

শব্দ দূষণ রোধে নিম্নলিখিত পদক্ষেপগুলো গ্রহণ করতে হবে বলে আমি মনে করি।

১. শব্দ দূষণ রোধে বিভিন্ন পেশার লোকের সমন্বিত উদ্যোগ নিতে হবে এবং সর্বস্তরের মানুষের মধ্যে এর ক্ষতিকর দিক সম্পর্কে গণসচেতনতা সৃষ্টি করতে হবে।

২. বিনা প্রয়োজনে গাড়ির হর্ন না বাজানো।

৩. রেডিও, টিভি উচ্চ শব্দে না বাজানো।

৪. কলকারখানায় যন্ত্রপাতি সুষ্ঠু রক্ষণাবেক্ষণের মাধ্যমে যান্ত্রিক শব্দ কমানো।

৫. বিশেষ বিশেষ কারখানায় শ্রমিকদের জন্য শব্দ নিরোধক এয়ার ফোন ব্যবহার করার ব্যবস্থা করা।

৬. লোকালয় ছেড়ে দূরে কলকারখানা স্থাপন করা।

৭. এমনভাবে কলকারখানার দালান নির্মাণ করতে হবে যাতে কারখানার শব্দ বাইরে আসতে না পারে।

৮. রাস্তাঘাটে উচ্চ ভেপুযুক্ত গাড়ি ও পুরাতন গাড়ি চলাচলে বিধিনিষেধ আরোপ করা।

উপরিউক্ত পদক্ষেপগুলো গ্রহণ করলে শব্দ দূষণ রোধ করা সম্ভব হবে।

প্রশ্ন – ২১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

2.4 m দৈর্ঘ্যের একটি ধাতবদণ্ডের একপ্রান্তে একটি হালকা হাতুড়ি দ্বারা আঘাত করে আঘাত করলে শব্দ উৎপন্ন হয়। আর আঘাতের পর দণ্ডের অন্যপ্রান্তে শব্দ আসতে যে সময় লাগল তা ইলেকট্রনিক যন্ত্রের সাহায্যে চারবার পাঠ নেয়া হলো— 0.44s, 0.50s, 0.52s এবং 0.47s। এছাড়া আঘাতের শব্দ পার্শ্ববর্তী দেয়ালে বাধাপ্রাপ্ত হয়ে ফিরে উৎসের নিকট ফিরে আসে।

ক. Vocal chord কী? ১

খ. কোন মাধ্যমে শব্দের বেগ বেশি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. শব্দের বেগ নির্ণয় কর। ৩

?

ঘ. শব্দের প্রতিধ্বনি আমাদের দৈনন্দিন জীবনে কী ভূমিকা রাখে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

২১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দুইটি পর্দা আছে এদেরকে Vocal chord বা স্বরতন্ত্রী বলে।

খ. সৃজনশীল প্রশ্ন ১২(খ) নং উত্তর দেখ।

গ. দেওয়া আছে, প্রথম আঘাতের ক্ষেত্রে,

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 2.4 \text{ m}$

সময়, $t = 0.44 \text{ s}$

$$\begin{aligned} \text{শব্দের বেগ, } v_1 &= \frac{s}{t_1} \\ &= \frac{2.4 \text{ m}}{0.44 \text{ s}} = 5.45 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

দ্বিতীয় আঘাতের শেষে,

শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 2.4 \text{ m}$

সময়, $t_2 = 0.50 \text{ s}$

$$\text{শব্দের বেগ, } v_2 = \frac{s}{t_2} = \frac{2.4 \text{ m}}{0.50 \text{ s}} = 4.8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{অনুরূপভাবে, } v_3 = \frac{2.4 \text{ m}}{0.52 \text{ s}} = 4.62 \text{ ms}^{-1}$$

$$v_4 = \frac{2.4 \text{ m}}{0.47 \text{ s}} = 5.11 \text{ ms}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{শব্দের বেগ, } v &= \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4}{4} \\ &= \frac{5.45 + 4.8 + 4.62 + 5.11}{4} \text{ ms}^{-1} \\ &= \frac{19.98}{4} \text{ ms}^{-1} = 4.995 \text{ ms}^{-1} \approx 5 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, শব্দের বেগ 5 ms^{-1} ।

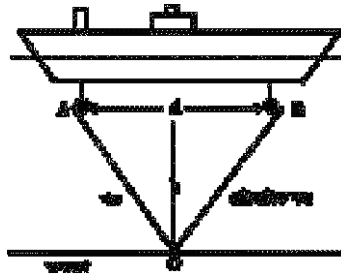
ঘ. দৈনন্দিন জীবনে শব্দের প্রতিধ্বনির বিবিধ ব্যবহারিক দিক রয়েছে। নিচে তা আলোচনা করা হলো :

প্রতিধ্বনির সাহায্যে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় :

প্রয়োজনীয় উপকরণ : শব্দ প্রেরক যন্ত্র A ও শব্দ গ্রাহক যন্ত্র B

কার্যপদ্ধতি :

১. প্রথমে সমুদ্রের যে স্থানের গভীরতা নির্ণয় করতে হবে সে স্থানে একটি জাহাজে সমান গভীরতায় শব্দ প্রেরক যন্ত্র A ও শব্দ গ্রাহক যন্ত্র B রাখা হয়।
২. প্রেরক যন্ত্র শ্রবণোত্তর শব্দ সৃষ্টি করলে মূল শব্দ AB পথে প্রতিধ্বনি শব্দ AOB পথে গ্রাহক যন্ত্রে ফিরে আসে।
৩. মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যবর্তী সময়ের ব্যবধান স্টপ ওয়াচ এর মাধ্যমে নির্ণয় করা যায়।
৪. অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময়ের ব্যবধান থেকে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা যায়।



খনিজ অনুসন্ধানের প্রতিধ্বনির ব্যবহার : খনিজ অনুসন্ধান করার জন্য প্রতিধ্বনি ব্যবহার করা হয়। খনিজ পদার্থ অনুসন্ধানের জন্য ভূতাত্ত্বিকগণ মাটির নিচে বিস্ফোরণ ঘটিয়ে ভূগর্ভে শব্দ প্রেরণ করে থাকেন। এ শব্দ মাটির নিচের বিভিন্ন শিলাস্তর থেকে প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে। হাইড্রোফোন নামক বিশেষ যন্ত্রের সাহায্যে প্রতিফলিত ধ্বনি ধারণ করা হয়। এ যন্ত্রের মাধ্যমে বৈদ্যুতিক ব্যবহার স্বয়ংক্রিয়ভাবে প্রতিধ্বনির লেখচিত্র অঙ্কিত হয়। এ লেখচিত্র পর্যবেক্ষণ করে ভূতাত্ত্বিকগণ মাটির গভীর তলদেশের বিভিন্ন খনিজ পদার্থের গঠন, প্রকৃতি ও অবস্থান সম্পর্কে নিশ্চিত হন।

উপরিউক্ত ব্যবহারিক প্রয়োগ ছাড়াও আরও বিভিন্ন কাজে অথবা শব্দের প্রতিধ্বনি ব্যবহার করে থাকি।

রাহাত রাউজান হাইস্কুলে নবম শ্রেণিতে পড়ে। সে প্রতিদিনের মতো সকাল নয়টায় স্কুলে পৌঁছে। স্কুলের কাছাকাছি গিয়ে সে তার বন্ধু ফাহিমকে দেখে পিছনে থেকে চিৎকার করে ডাকল। এর সামান্য সময় পরে রাহাত তার ডাকটি পুনরায় শুনতে পেল। যা স্কুলের দেয়ালে সৃষ্টি হয়েছে। ঐ দিনে তাপমাত্রা ছিল 30°C । প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দের উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 16.6 m হতে হয়।

ক. 20°C তাপমাত্রায় লোহার শব্দের বেগ

কত? ১

খ. প্রতিধ্বনি কীভাবে শোনা যায়? ২

গ. রাহাত ও স্কুলের দেয়ালের ন্যূনতম

?

দূরত্ব কত

ছিল? ৩

ঘ. উদ্দীপকের সর্বশেষ উক্তিটির যথার্থতা

নিরূপণ কর। ৪

২২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. 20°C তাপমাত্রায় লোহার শব্দের বেগ 5130 ms^{-1} ।

খ. কোনো উৎস থেকে সৃষ্টি শব্দ দূরবর্তী কোনো মাধ্যমে প্রতিফলিত হয়ে মূল শব্দ থেকে পৃথকভাবে শ্রোতার কানে পৌঁছলে, অর্থাৎ মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি ঘটলে প্রতিধ্বনির সৃষ্টি হয়।

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে—

i. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য মূলধ্বনি ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য 0.1 সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন।

ii. শব্দ উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী একটি ন্যূনতম দূরত্ব 16.6 m থাকা প্রয়োজন।

গ. এখানে,

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

ন্যূনতম দূরত্ব, $d = ?$

আমরা জানি, 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য প্রতি সেকেন্ডে শব্দের বেগ 0.6 ms^{-1} বৃদ্ধি পায়।

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

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

আমরা জানি, $v = \frac{2d}{t}$

বা, $2d = v \times t$

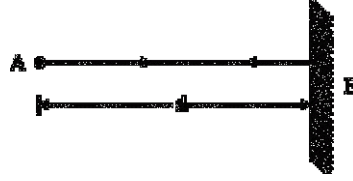
$$\text{বা, } d = \frac{v \times t}{2} = \frac{350 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2} \\ = 17.5 \text{ m}$$

∴ রাহাত ও স্কুলের দেয়ালের ন্যূনতম দূরত্ব 17.5 m

ঘ. প্রতিধ্বনি শোনার জন্য শ্রোতা এবং প্রতিফলকের মধ্যে একটা ন্যূনতম দূরত্ব বজায় রাখতে হবে। কোনো শব্দ শোনার পর প্রায় 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত এর রেশ আমাদের মস্তিষ্কে থাকে। এই সময়কে শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে।

তাই প্রতিধ্বনি শোনার জন্য মূলধ্বনি ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য কমপক্ষে 0.1 সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন। এর কম হলে মূলধ্বনি থেকে প্রতিধ্বনিকে আলাদাভাবে শোনা যাবে না।

ন্যূনতম দূরত্ব নির্ণয় : মনে করি, A অবস্থানে উৎস এবং B অবস্থানে প্রতিফলক রাখা আছে। A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব এখন A অবস্থান থেকে শব্দ উৎপন্ন করলে সেই শব্দ B প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার A অবস্থানে ফিরে আসবে।



অর্থাৎ, শব্দকে A থেকে উৎপন্ন হয়ে ও B পৃষ্ঠে প্রতিফলিত হয়ে আবার A অবস্থানে ফিরে আসার জন্য 2d দূরত্ব O.I.S. সময়ে অতিক্রম করতে হবে।

আমরা জানি, দ্রুতি = $\frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}}$

$$\text{বা, } v = \frac{2d}{t}; \text{ যেখানে শব্দের দ্রুতি } v$$

$$\text{অতএব, } d = \frac{vt}{2}$$

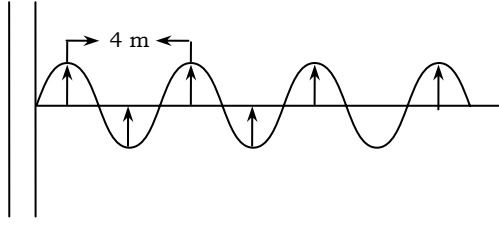
বাতাসে শব্দের দ্রুতি 0°C তাপমাত্রায় 332 ms⁻¹ হলে,

$$d = \frac{332 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2} = 16.6 \text{ m}$$

অর্থাৎ, প্রতিফলিত শব্দ বা প্রতিধ্বনি আলাদাভাবে শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব 16.6 m হওয়া প্রয়োজন।

প্রশ্ন-২৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

চিত্রে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি বায়ু ও পানিতে যথাক্রমে 332 ms⁻¹ এবং 1452 ms⁻¹।



ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? ১

খ. দিনের চেয়ে রাতের বেলায় শব্দের
বেগ বেশি হয় কেন? ২

গ. বায়ুতে তরঙ্গটির পর্যায়কাল নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তরঙ্গটির বায়ুতে ও
পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য
থাকলেও কম্পাঙ্কের কোনো পার্থক্য
নেই। গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. আমরা জানি, বায়ুর আর্দ্রতা বেড়ে গেলে শব্দের বেগ বেশি হয়। রাতের বেলায় সাধারণত দিনের চেয়ে বায়ুতে আর্দ্রতা বেশি থাকে। তাই দিনের চেয়ে রাতের বেলায় শব্দের বেগ বেশি হয়।

গ. দেওয়া আছে,

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

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = 4 \text{ m}$$

$$\text{পর্যায়কাল, } T = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda$$

$$\text{বা, } 332 \text{ ms}^{-1} = f \times 4 \text{ m}$$

$$\text{বা, } f = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{4 \text{ m}}$$

$$\therefore f = 83 \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } T = \frac{1}{f}$$

$$= \frac{1}{83 \text{ Hz}}$$

$$= 1.2 \times 10^{-2} \text{ s}$$

অতএব, বায়ুতে তরঙ্গটির পর্যায়কাল $1.2 \times 10^{-2} \text{s}$ ।

ঘ. শব্দ একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ। এ তরঙ্গা সঞ্চালনের সময় মাধ্যমের কণাগুলোর সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি হয়। আমরা জানি, কোনো নির্দিষ্ট উৎসের জন্য কম্পাঙ্ক নির্দিষ্ট হয়। ফলে নির্দিষ্ট উৎসের তরঙ্গের বিভিন্ন মাধ্যমে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং তরঙ্গ বেগের পার্থক্য হলেও কম্পাঙ্ক অপরিবর্তিত অবস্থায় থাকে।

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

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 4 \text{ m}$

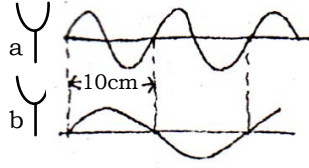
কম্পাঙ্ক, $f = ?$

পানিতেও শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক নির্দিষ্ট থাকবে এবং তা 83 Hz হবে। কেননা, তাদের উৎস একই।

আমরা জানি, একটি নির্দিষ্ট উৎসের একটি নির্দিষ্ট কম্পাঙ্ক থাকে।

অতএব, উদ্দীপকের তরঙ্গটি বায়ুতে ও পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য থাকলেও কম্পাঙ্কের কোনো পার্থক্য থাকবে না।

প্রশ্ন -২৪ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র a ও b সুরশলাকা হতে সৃষ্ট তরঙ্গ দেখানো হয়েছে। বায়ুতে শব্দ তরঙ্গদ্বয়ের বেগ 350 ms^{-1} ।

ক. শব্দের বেগের উপর তাপমাত্রার প্রভাব

কী? ১

খ. কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কালের মধ্যে সম্পর্ক

স্থাপন কর। ২

? গ. উদ্দীপকের আলোকে বায়ুর তাপমাত্রা

কত? ৩

ঘ. a ও b সুরশলাকার কম্পাঙ্কের

তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়। প্রতি 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ 0.61 ms^{-1} হারে বৃদ্ধি পায়।

খ. মনে করি, কোনো তরঙ্গের পর্যায়কাল T এবং কম্পাঙ্ক f

কম্পাঙ্কের সংজ্ঞানুযায়ী,

মাধ্যমে কোনো কণা f সংখ্যক পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করে 1 সেকেন্ডে

$\therefore$ " " 1টি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করে $\frac{1}{f}$ সেকেন্ডে

একটি পূর্ণকম্পন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে। একে T দ্বারা সূচিত করা হয়।

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

অর্থাৎ কম্পাঙ্ক পর্যায়কালের ব্যস্তানুপাতিক।

এটিই তরঙ্গের কম্পাঙ্ক এবং পর্যায়কালের সম্পর্ক।

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

ধরি, বায়ুর তাপমাত্রা $\theta^\circ\text{C}$

$$\therefore v = 332 \text{ ms}^{-1} + 0.6 \text{ ms}^{-1} \times \theta$$

$$\text{বা, } 350 \text{ ms}^{-1} = 332 \text{ ms}^{-1} + 0.6 \text{ ms}^{-1} \times \theta$$

$$\text{বা, } 0.6 \text{ ms}^{-1} \times \theta = 18 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } \theta = \frac{18 \text{ ms}^{-1}}{0.6 \text{ ms}^{-1}}$$

$$\therefore \theta = 30$$

অতএব, বায়ুর তাপমাত্রা 30°C ।

ঘ. এখানে,

$$a \text{ সুরশলাকার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_a = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$a \text{ সুরশলাকার দ্বারা সৃষ্ট শব্দের বেগ, } v_a = 350 \text{ ms}^{-1}$$

$$b \text{ সুরশলাকার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_b = (2 \times 10) \text{ cm} \\ = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

$$b \text{ সুরশলাকার দ্বারা সৃষ্ট শব্দের বেগ, } v_b = 350 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, a ও b সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে f_a ও f_b হলে,

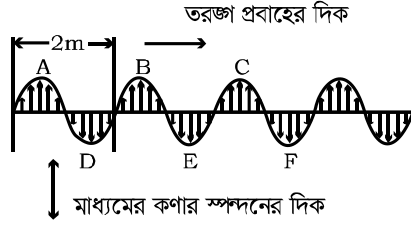
$$f_a = \frac{v_a}{\lambda_a} = \frac{350 \text{ ms}^{-1}}{0.1 \text{ m}} = 3500 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং } f_b = \frac{v_b}{\lambda_b} = \frac{350 \text{ ms}^{-1}}{0.2 \text{ m}} = 1750 \text{ Hz}$$

$$\text{এখানে, } f_a > f_b$$

অর্থাৎ, a সুরশলাকার কম্পাঙ্ক b সুরশলাকার কম্পাঙ্ক অপেক্ষা বেশি।

প্রশ্ন - ২৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রে একটি সুতা আন্দোলিত হচ্ছে

ক. শব্দোত্তর তরঙ্গ কাকে বলে? ১

খ. চিত্রে তরঙ্গে মাধ্যমের কণাগুলোর
স্পন্দনের বেগ কী সমান এবং কেন? ২

গ. তরঙ্গটি 3 s এ 456 m অতিক্রম
করলে কম্পাঙ্ক নির্ণয়
কর। ৩

?

ঘ. তরঙ্গটির বিস্তার একই রেখে
তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে
তরঙ্গটির বেগ ও কম্পাঙ্কের কী
পরিবর্তন হবে— বিশ্লেষণ কর। ৪

২৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20000 Hz এর চেয়ে বেশি তাকে শব্দোত্তর তরঙ্গ বলে।

খ. মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের বেগ সমান নয়।

চিত্রের তরঙ্গটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। এটি তরঙ্গাংশ ও তরঙ্গপাদ সৃষ্টি করে মাধ্যমের মধ্য দিয়ে চলে। এজন্য সর্বোচ্চ বিস্তার A-এ কণাগুলোর স্পন্দনের বেগ শূন্য এবং সাম্যাবস্থায় তরঙ্গের অনুভূমিক অক্ষ বরাবর কণাগুলোর স্পন্দনের বেগ সর্বাধিক।

গ. এখানে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 2 \text{ m}$

সময়, $t = 3 \text{ s}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 456 \text{ m}$

কম্পাঙ্ক, $f = ?$

এখন, তরঙ্গ বেগ, $v = \frac{s}{t} = \frac{456}{3} \text{ ms}^{-1}$

$\therefore v = 152 \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

$$\text{বা, } f = \frac{152 \text{ ms}^{-1}}{2 \text{ m}} = 76 \text{ Hz}$$

নির্ণেয় কম্পাঙ্ক 76 Hz ।

ঘ. তরঙ্গটির বিস্তার একই রেখে তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কোনো কোনো নির্দিষ্ট মাধ্যমে কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ হবে।

তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক অর্ধেক করা হলেও তরঙ্গটি পূর্বের মাধ্যমেই অগ্রসর হচ্ছে। মাধ্যমের পরিবর্তন না হওয়ায় বেগের কোনো পরিবর্তন হবে না।

অপরপক্ষে, আমরা জানি, $v = f\lambda$. এখানে দেখা যায় কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের গুণফল হচ্ছে বেগ। বেগের পরিবর্তন না হওয়ায় তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করে পূর্বের ন্যায় v পেতে হলে কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ করতে হবে।

গাণিতিকভাবে— আমরা পাই, $v = f_1\lambda_1 = f_2\lambda_2$

$$\text{বা, } f_2\lambda_2 = f_1\lambda_1$$

$$\text{বা, } f_2 \times \frac{\lambda_1}{2} = f_1\lambda_1$$

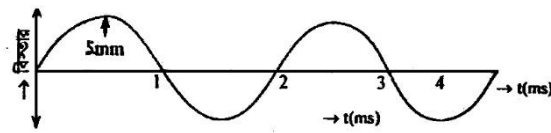
$$\text{বা, } f_2 = 2f_1$$

$$\text{বা, } f_2 = 2 \times 76 \text{ Hz} [\because f_1 = 76\text{Hz}]$$

$$\therefore f_2 = 152 \text{ Hz}$$

সুতরাং বর্ণিত ক্ষেত্রে কম্পাঙ্ক পরিবর্তিত হয়ে 152 Hz হবে।

প্রশ্ন – ২৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. শব্দের প্রাবল্য কাকে বলে? ১

খ. সুরযুক্ত শব্দ কী? এর বৈশিষ্ট্যগুলো উল্লেখ কর। ২

? গ. 300 সেকেন্ডে তরঙ্গটির কতগুলো পূর্ণ স্পন্দন হবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যদি তরঙ্গটির বিস্তার একই রেখে
কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ করা হয় তাহলে
পর্যায়কালের তারতম্য ঘটবে কিনা
গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

8

২৬নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ. শব্দ উৎসের নিয়মিত ও পর্যায়বৃত্ত কম্পনের ফলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং যা আমাদের কানে শ্রুতিমধুর বলে মনে হয় তাকে সুরযুক্ত শব্দ বলে।

সুরযুক্ত শব্দের বৈশিষ্ট্যগুলো হলো :

১. প্রাবল্য বা তীব্রতা,
২. তীক্ষ্ণতা বা পীচ এবং
৩. গুণ বা জাতি।

গ. উদ্দীপকের চিত্র হতে দেখা যায়,
তরঙ্গটি 2ms-এ একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে।
এখানে, পর্যায়কাল, $T = 2\text{ms}$

$$= \frac{2}{1000} \text{ s} = 0.002 \text{ s}$$

$$\begin{aligned}\text{আমরা জানি, } f &= \frac{1}{T} \\ &= \frac{1}{0.002 \text{ s}} \\ &= 500 \text{ Hz}\end{aligned}$$

অর্থাৎ তরঙ্গটি 1 s -এ 500টি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে।

$$\begin{aligned}\therefore \text{তরঙ্গটি } t = 300 \text{ s এ পূর্ণ স্পন্দন হবে} &= ft \text{ টি} \\ &= 500 \text{ Hz} \times 300 \text{ s} \\ &= 1.5 \times 10^5 \text{ টি}\end{aligned}$$

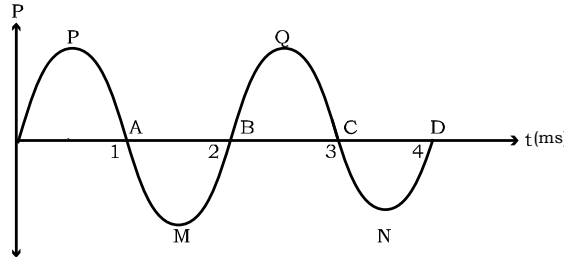
ঘ. যদি তরঙ্গটির বিস্তার একই রেখে কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ করা হয়
তবে পরিবর্তিত কম্পাঙ্ক, $f' = 2f = 2 \times 500 \text{ Hz}$
 $= 1000 \text{ Hz}$

$$\begin{aligned}
\therefore \text{পরিবর্তিত পর্যায়কাল, } T' &= \frac{1}{f'} \\
&= \frac{1}{1000 \text{ Hz}} \\
&= 0.001 \text{ s} \\
&= 1 \text{ ms}
\end{aligned}$$

সুতরাং তরঙ্গের প্রাথমিক পর্যায়কাল, $T = 2 \text{ ms}$

অতএব, তরঙ্গটির পরিবর্তিত পর্যায়কাল পূর্বের পর্যায়কালের $\frac{1}{2}$ বা 0.5 গুণ হয়।

প্রশ্ন -২৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



সময়ের সাথে একটি তরঙ্গের সাম্যাবস্থান থেকে সরণ পরিবর্তিত হয়।

- ক. তরঙ্গ পাদ কী? ১
- খ. আল্ট্রাসোনোগ্রাফি কীভাবে রোগ শনাক্ত করে? ২
- গ. 500 s এ তরঙ্গটির কতগুলো পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হবে? ৩

?

- ঘ. যদি তরঙ্গটির বিস্তার একই রেখে কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ করা হয়, তবে পরিবর্তিত তরঙ্গটির চিত্র আঁক এবং এর পর্যায়কালের কী পরিবর্তন হলো বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সর্বনিম্ন বিন্দুকে তরঙ্গ পাদ বলে।

খ. মানুষের দেহের অভ্যন্তরীণ ছবি এক্সরে দ্বারা যেমন তোলা যায় তেমনি শব্দোত্তর কম্পনের সাহায্যেও ছবি তুলে রোগ নির্ণয় করা যায়। এই প্রক্রিয়ার নাম আল্ট্রাসোনোগ্রাফি।

এই শব্দ দেহের অভ্যন্তরে প্রেরণ করা হয় এবং প্রতিফলিত শব্দকে আলোক শক্তিতে রূপান্তর করে টেলিভিশনের পর্দায় ফেলা হয়। এর ফলে রোগাক্রান্ত অংশ শনাক্ত করা যায়।

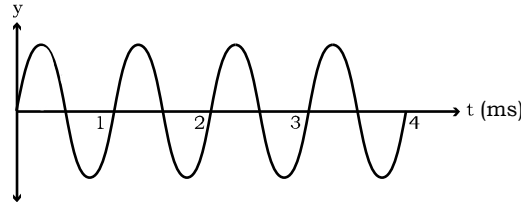
গ. চিত্র হতে দেখি, তরঙ্গটি 2ms-এ একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে। এখানে $T = 2\text{ms} = \frac{2}{1000}\text{s} = 0.002\text{s}$ এবং $f = \frac{1}{T}$

$$\text{ফলে তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক, } f = \frac{1}{0.002\text{s}} \\ = 500\text{ Hz}$$

অর্থাৎ, তরঙ্গটি 1s-এ 500টি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে।

$$\therefore \text{তরঙ্গটি } t = 500\text{s} \text{ এ পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করবে} = ft = 500 \times 500 \text{ টি} \\ = 2.5 \times 10^5 \text{ টি}$$

ঘ. যদি তরঙ্গটির বিস্তার একই রেখে কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ করা হয়, তবে পরিবর্তিত তরঙ্গটির চিত্র নিম্নরূপ হবে :



এখানে, পরিবর্তিত কম্পাঙ্ক $f' = 2f = 1000\text{ Hz}$

$$\text{তাহলে, পরিবর্তিত পর্যায়কাল, } T' = \frac{1}{f'} = \frac{1}{1000} = 0.001\text{s} = 1\text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গের প্রাথমিক পর্যায়কাল } T = 2\text{ ms}^{-1}$$

$\therefore$ তরঙ্গটির পরিবর্তিত পর্যায়কাল পূর্বের পর্যায়কালের $\frac{1}{2}$ বা 0.5 গুণ হয়।

প্রশ্ন -২৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রের প্রাণীটি 100000 Hz কম্পাঙ্ক সৃষ্টির মাধ্যমে সামনের দিকে এগিয়ে যাচ্ছে। উল্লেখ্য, বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1} ।

ক. কিডনির পাথর অপসারণে কোন শব্দ

ব্যবহার করা হয়? ১

খ. শব্দের প্রতিফলন বলতে কী বোঝ? ২

গ. প্রাণীটির সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

নির্ণয়

কর। ৩

ঘ. প্রাণীটির পথচলার কৌশল বিশ্লেষণ

কর। ৪

২৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কিডনির পাথর অপসারণের শব্দোত্তর কম্পনের শব্দ ব্যবহার করা হয়।

খ. কোনো তরঙ্গ একটি সুসম মাধ্যমের মধ্য দিয়ে চলার সময় যদি ভিন্ন একটি মাধ্যমে বাধা পায় তাহলে তরঙ্গটি পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসে, এ ঘটনাকে প্রতিফলন বলে। শব্দ একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ। সুতরাং শব্দ তরঙ্গ যদি চলার পথে বাধাপ্রাপ্ত হয় তাহলে তাও পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসে। একে শব্দের প্রতিফলন বলে।

উদাহরণস্বরূপ পাহাড়ের পাশে বা রাতে ফাঁকা মাঠের মধ্যে দাঁড়িয়ে জোরে শব্দ করলে প্রতিফলনের ফলে একটু পরে তা পুনরায় শোনা যায়।

গ. দেওয়া আছে,

প্রাণীটির সৃষ্ট কম্পাঙ্ক, $f = 100000 \text{ Hz} = 100000 \text{ s}^{-1}$

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

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f}$$

$$= \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{100000 \text{ s}^{-1}}$$

$$= 3.32 \times 10^{-3} \text{ m}$$

অতএব, প্রাণীটির সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $3.32 \times 10^{-3} \text{ m}$ ।

ঘ. চিত্রের প্রাণীটি অর্থাৎ বাদুড় শব্দের প্রতিধ্বনির সাহায্যেই পথ চলে। বাদুড় চোখে দেখতে পারে না। পথে কোনো প্রতিবন্ধকের উপস্থিতি কিংবা খাদ্যবস্তুর অবস্থান নির্ণয়ে বাদুড় শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করে। বাদুড় চলার সময় ক্রমাগত বিভিন্ন কম্পাঙ্কের শব্দোত্তর তরঙ্গ সৃষ্টি করে। এই তরঙ্গ চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। সামনে যদি

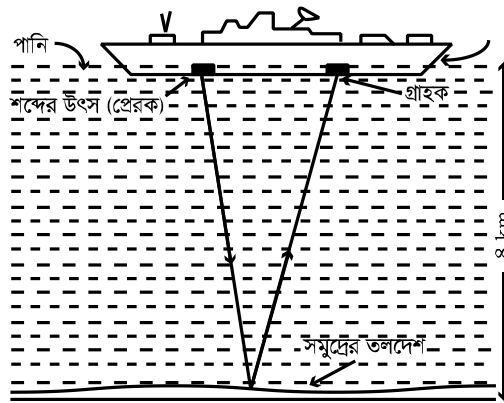
কোনো প্রতিবন্ধক যেমন গাছ বা দেওয়াল থাকে, তাহলে তাতে বাধা পেয়ে এই তরঙ্গ প্রতিফলিত হয়ে বাদুড়ের কানে ফিরে আসে।

বাদুড় তার সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গ ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যকার সময়ের ব্যবধান ও প্রতিফলিত শব্দের প্রকৃতি থেকে প্রতিবন্ধকের অবস্থান ও আকৃতি সম্পর্কে ধারণা লাভ করে এবং পথ চলার সময় সেই প্রতিবন্ধক পরিহার করে।

যেদিকে শব্দোত্তর তরঙ্গের প্রতিধ্বনি শুনতে পারে না সেই দিকে কোনো প্রতিবন্ধক নেই বিবেচনা করে বাদুড় সেদিকে চলে। অনেক সময় বৈদ্যুতিক তারের সঠিক অবস্থান নির্ণয় করতে ব্যর্থ হলে সমান্তরাল দুই তারের মধ্য দিয়ে উড়ে চলার সময় যেই মাত্র ধনাত্মক ও ঋণাত্মক তারে বাদুড়ের শরীরের মাধ্যমে সংযোগ পেয়ে যায় সেই মাত্রই তার শরীরের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় আর বাদুড় মারা যায়। তাই মাঝে মধ্যে বৈদ্যুতিক তারে ঝুলন্ত মরা বাদুড় দেখা যায়।

অতএব বলা যায় যে, প্রাণীটির পথ চলার প্রধান কৌশল হচ্ছে শব্দোত্তর তরঙ্গ সৃষ্টি।

প্রশ্ন - ২৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. উদ্দীপকে ব্যবহৃত যন্ত্রটির পুরো নাম

কী? ১

খ. যন্ত্রটির সাহায্যে কীভাবে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা যায়? ব্যাখ্যা কর।

২

গ. সমুদ্রের পানির তাপমাত্রা 20°C হলে

যন্ত্রটি শব্দ করার কতক্ষণ পর প্রতিধ্বনি

শোনা

যাবে। ৩

ঘ. মানবজীবনে যন্ত্রটিতে ব্যবহৃত শব্দের

প্রয়োজনীয়তা বিশ্লেষণ কর। ৪

ক. উদ্দীপকে ব্যবহৃত যন্ত্রটির পুরো নাম Sound Navigation and Ranging. সংক্ষেপে SONAR।

খ. পানির মধ্যে এই যন্ত্রের সাহায্যে শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ উৎপন্ন করে প্রেরণ করা হয় এবং এই শব্দসমুদ্রের তলদেশে বাধা পেয়ে আবার উপরে উঠে এলে গ্রাহক যন্ত্রের সাহায্যে গ্রহণ করা হয়। শব্দ প্রেরণ ও গ্রহণের সময় রেকর্ড করে বিয়োগ করলে শব্দের ভ্রমণকাল বের করা হয়।

ধরা যাক, এই সময় t এবং সমুদ্রের গভীরতা d যদি পানিতে শব্দের বেগ v হয় তবে,

$$2d = vt$$

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

শব্দ যাওয়া ও আসা মিলে $d + d = 2d$ পথ অতিক্রম করে। এখন শব্দের বেগ জেনে উপরের সমীকরণের সাহায্যে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা যায়।

গ. দেওয়া আছে, সমুদ্রের গভীরতা, $h = 8 \text{ km} = 8000 \text{ m}$

20°C তাপমাত্রায় পানিতে শব্দের বেগ, $v = 1450 \text{ ms}^{-1}$

প্রতিধ্বনি শোনার প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

আমরা জানি, $2h = v \times t$

$$\text{বা, } t = \frac{2h}{v} = \frac{2 \times 8000 \text{ m}}{1450 \text{ ms}^{-1}} = 11.03 \text{ s}$$

অতএব সমুদ্রের পানির তাপমাত্রা 20°C হলে যন্ত্রটি শব্দ করার 11.03 s পর প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

ঘ. যন্ত্রটিতে শব্দোত্তর কম্পাঙ্কের শব্দ প্রেরণ ও গ্রহণের মাধ্যমে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা হয়। উক্ত শব্দটি মানবজীবনে অনেক গুরুত্বপূর্ণ কাজে ব্যবহৃত হয়। শব্দটির প্রয়োজনীয়তা নিচে বর্ণনা করা হলো :

কাপড়ের ময়লা পরিষ্কার করা : আজকাল আধুনিক ওয়াশিং মেশিন দ্বারা সহজে কাপড় পরিষ্কার করা যায়। পানির মধ্যে সাবান বা গুঁড়ো সাবান মিশ্রিত করে কাপড় ভিজিয়ে রেখে সেই পানির মধ্যে শব্দোত্তর কম্পনের শব্দ প্রেরণ করা হয়। এ শব্দ কাপড়ের ময়লাকে বাইরে বের করে আনে এবং কাপড় পরিষ্কার হয়ে যায়।

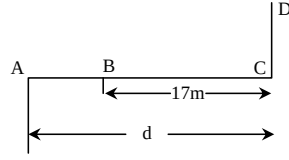
রোগ নির্ণয়ে : মানুষের দেহের অভ্যন্তরীণ ছবি এক্স-রে দ্বারা যেমন তোলা যায় তেমন শব্দোত্তর কম্পনের শব্দের সাহায্যে ছবি তুলে রোগ নির্ণয় করা যায়। এ প্রক্রিয়ার নাম আল্ট্রাসোনোগ্রাফি। এ শব্দ দেহের অভ্যন্তরে প্রেরণ করা হয় এবং প্রতিফলিত শব্দকে আলোক শক্তিতে রূপান্তর করে টেলিভিশনের পর্দায় ফেলা হয়। ফলে কোনো রোগ থাকলে ধরা পড়ে।

চিকিৎসাক্ষেত্রে : দাঁতের স্কেলিং বা পাথর তোলার জন্য শব্দোত্তর কম্পনের শব্দ ব্যবহৃত হয়। কিডনির ছোট পাথর ভেঙে গুঁড়া করে তা অপসারণের কাজেও এই শব্দ ব্যবহৃত হয়।

অন্যান্য কাজে : ধাতব পিষ্ট বা পাতে সূক্ষ্মতম ফাটল অনুসন্ধান, সূক্ষ্ম ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতি পরিষ্কার করার কাজে, ক্ষতিকর রোগজীবাণু ধ্বংসের কাজেও শব্দোত্তর কম্পনের শব্দ ব্যবহৃত হয়।

অতএব, উপরিউক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে আমরা বলতে পারি যে, যন্ত্রটিতে ব্যবহৃত শব্দের প্রয়োজনীয়তা মানবজীবনে অপরিহার্য।

প্রশ্ন-৩০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রের A ও B দুটি নির্দিষ্ট স্থান এবং CD একটি পাহাড়। A অবস্থানে দাঁড়িয়ে একজন বালক জোরে চিৎকার করল এবং 2s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। এবার পাহাড়ের দিকে একটু এগিয়ে B অবস্থানে দাঁড়িয়ে একইভাবে জোরে চিৎকার দিল। কিন্তু এবার প্রতিধ্বনি শুনতে পেল না। উল্লেখ্য ঐ সময় ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C ।

ক. শব্দের কম্পনের সীমা কত? ১

খ. তীক্ষ্ণতা বা পীচ বলতে কী বোঝ? ২

গ. A থেকে C অবস্থানের দূরত্ব নির্ণয়

?

কর। ৩

ঘ. B অবস্থানে দাঁড়িয়ে বালকটির প্রতিধ্বনি শুনতে না পাওয়ার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

▶▶ ৩০নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. শব্দের কম্পনের সীমা 1 Hz থেকে 20Hz.

খ. সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বোঝা যায় তাকে তীক্ষ্ণতা বা পীচ বলে।

তীক্ষ্ণতা উৎসের কম্পাঙ্কের উপর নির্ভর করে। কম্পাঙ্ক যত বেশি হয়, সুর তত চড়া হয় এবং তীক্ষ্ণতা বা পীচ তত বেশি হয়।

গ. এখানে, 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ = 332 ms^{-1}

আমরা জানি,

1°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় 0.6 ms^{-1}

$\therefore 30^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = 332 \text{ ms}^{-1} + 0.6 \text{ ms}^{-1} \times 30 \\ = 350 \text{ ms}^{-1}$$

সময়, $t = 0.2 \text{ s}$

B থেকে C অবস্থানের দূরত্ব, $BC = 17\text{m}$

A থেকে C অবস্থানের দূরত্ব, $AC = ?$

আমরা জানি,

$$2d = v \times t$$

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

$$\text{বা, } AB + BC = \frac{v \times t}{2} \quad [\because d = AB + BC]$$

$$\text{বা, } AC = \frac{350 \text{ ms}^{-1} \times 0.2 \text{ s}}{2} \quad [\because AC = AB + BC]$$

$$\therefore AC = 35 \text{ m}$$

অতএব, A থেকে C অবস্থানের দূরত্ব 35 m

ঘ. এখানে, $AC = 35 \text{ m}$ [‘গ’ থেকে]

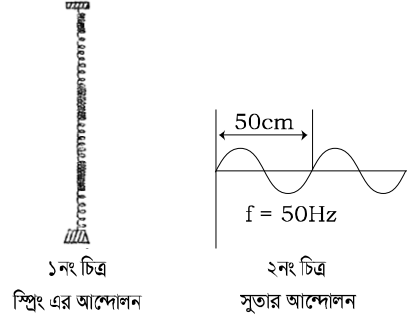
$$BC = 17 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } 30^\circ\text{C তাপমাত্রায় B হতে C এর প্রতিধ্বনি শুনতে ন্যূনতম দূরত্ব, } d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2}$$

$$\therefore d = 17.5 \text{ m}$$

যেহেতু B হতে C এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 17m, তাই B অবস্থানে দাঁড়িয়ে বালকটি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

প্রশ্ন -৩১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



?

ক. ১নং চিত্রের তরঙ্গ কী ধরনের? ১

খ. ২ নং তরঙ্গের সঞ্চালন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ২

গ. দ্বিতীয় তরঙ্গটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ১ এবং ২ নং তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য বিশ্লেষণ কর। ৪

▶▶ ৩১নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. ১নং চিত্রে স্প্রিংয়ের আন্দোলন দেখানো হয়েছে। স্প্রিংয়ের আন্দোলন একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

খ. ২নং চিত্রের তরঙ্গ হচ্ছে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

চিত্রে তরঙ্গ প্রবাহের মাধ্যম হচ্ছে সুতা। এখানে একটি সুতা তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে সমকোণে উপর-নিচে স্পন্দিত হচ্ছে। সুতার প্রত্যেকটি কণার স্পন্দনের অভিমুখ তরঙ্গের গতি অভিমুখের সাথে সমকোণে আছে। এটি তরঙ্গাংশীর্ণ ও তরঙ্গাপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।

গ. এখানে, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}$

কম্পাঙ্ক, $f = 50 \text{ Hz}$

তরঙ্গ বেগ, $v = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$= 50 \text{ Hz} \times 0.5 \text{ m}$

$$= 25 \text{ ms}^{-1}$$

নির্ণেয় তরঙ্গটির বেগ 25 ms^{-1}

ঘ. ১নং ও ২নং তরঙ্গ যথাক্রমে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ এবং অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। নিচে এদের বৈশিষ্ট্য আলোচনা করা হলো :

১নং চিত্রের তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য (অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ):

১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

২. সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়।

৩. একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত।

২নং চিত্রের তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য (অনুপ্রস্থ তরঙ্গ):

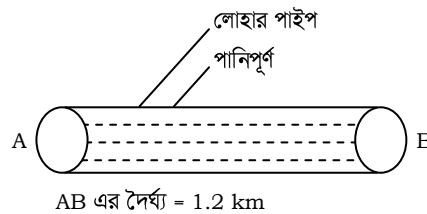
১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, তাই অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

২. মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।

৩. একটি তরঙ্গশীর্ষ ও একটি তরঙ্গপাদ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত।

প্রশ্ন-৩২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

পানিতে শব্দের বেগ 1450 ms^{-1} এবং লোহাতে বেগ পানির 3.6 গুণ। AB পাইপের A প্রান্তে একটি শব্দ সৃষ্টি করলে B প্রান্তে একটি শব্দ সৃষ্টি করলে B প্রান্তে দুটি শব্দ শোনা যায়।



ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে?

১

খ. পানির তরঙ্গ ও বায়ুর তরঙ্গের মধ্যে

?

৪টি পার্থক্য লেখ।

২

গ. B প্রান্তে সৃষ্ট শব্দটির সময়ের ব্যবধান

কত?

৩

ঘ. যদি পাইপের দৈর্ঘ্য 60% হ্রাস করা
হয় এবং এতে পানির পরিবর্তে 25°C
তাপমাত্রার বায়ু রাখা হয়, তাহলে B
প্রাপ্ত দুটি শব্দ শোনা যাবে কি না
গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

8

৳ ৩২নং প্রশ্নের উত্তর ৳

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

খ. পানির তরঙ্গ ও বায়ুর তরঙ্গের মধ্যে ৪টি পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হল।

পানির তরঙ্গ	বায়ুর তরঙ্গ
১. এটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।	১. এটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।
২. তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়।	২. তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়।
৩. তরঙ্গ প্রবাহে মাধ্যমের তরঙ্গ শীর্ষ বা তরঙ্গ পাদের সৃষ্টি হয়।	৩. তরঙ্গ প্রবাহে মাধ্যমের সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি হয়।
৪. মাধ্যমে এর সমবর্তন বা পোলারন ঘটে।	৪. মাধ্যমে এর সমবর্তন বা পোলারন ঘটে না।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{পানিতে শব্দের বেগ, } v_2 = 1450 \text{ ms}^{-1}$$

$$\begin{aligned}\text{লোহাতে শব্দের বেগ, } v_1 &= 1450 \text{ ms}^{-1} \times 3.6 \\ &= 5220 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = AB$ এর দৈর্ঘ্য

$$= 1.2 \text{ km}$$

$$= 1200 \text{ m}$$

A প্রান্তে সৃষ্ট শব্দ লোহা মাধ্যমে t_1 সেকেন্ড সময়ে এবং পানি মাধ্যমে t_2 সেকেন্ড সময়ে B প্রান্তে পৌঁছে। B প্রান্তে সৃষ্ট শব্দ দুটির সময়ের ব্যবধান, $\Delta t = t_2 - t_1$

$$\begin{aligned}\text{A প্রান্তের ক্ষেত্রে, } t_1 &= \frac{s}{v_1} \\ &= \frac{1200 \text{ m}}{5220 \text{ ms}^{-1}} \\ &= 0.2298 \text{ s}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{B প্রান্তের ক্ষেত্রে, } t_2 &= \frac{s}{v_2} \\ &= \frac{1200 \text{ m}}{1450 \text{ ms}^{-1}} \\ &= 0.8275 \text{ s}\end{aligned}$$

$\therefore$ শব্দ দুটির সময়ের ব্যবধান,

$$\begin{aligned}\Delta t &= t_2 - t_1 \\ &= (0.8275 - 0.2298) \text{ s} \\ &= 0.5977 \text{ s}\end{aligned}$$

ঘ. আমরা জানি,

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

1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ 0.6 ms^{-1} করে বৃদ্ধি পায়।

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

$$v = (332 + 0.6 \times 25) \text{ ms}^{-1}$$

$$= 347 \text{ ms}^{-1}$$

দূরত্ব, $s = 1.2 \text{ km} - 1.2 \text{ km এর } 60\%$

$$= 1.2 \text{ km} - 0.72 \text{ km}$$

$$= 0.48 \text{ km} = 480 \text{ m}$$

সময়, $t_1 = ?$

বায়ু মাধ্যমে শব্দ A প্রান্ত হতে B প্রান্তে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয়,

$$t_1 = \frac{s}{v_1}$$

$$= \frac{480 \text{ m}}{347 \text{ ms}^{-1}}$$

$$= 1.383 \text{ s}$$

আবার, লোহা মাধ্যমে শব্দ A প্রান্ত হতে B প্রান্তে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়,

$t_2 = \frac{s}{v_2}$	এখানে,
$=$	শব্দের বেগ, $v_2 = 1450$
$\frac{480 \text{ m}}{520 \text{ ms}^{-1}}$	$\text{ms}^{-1} \times 3$
$= 0.092 \text{ s}$	$= 5220$
	দূরত্ব, $s = 480 \text{ m}$

$\therefore$ সময়ের ব্যবধান, $\Delta t = t_1 - t_2$

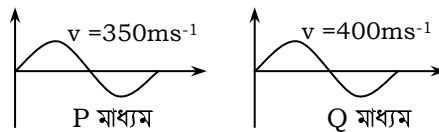
$$= 1.383 \text{ s} - 0.092 \text{ s}$$

$$= 1.291 \text{ s}$$

যা শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল 0.1 s অপেক্ষা বেশি।

সুতরাং B প্রান্তে দুটি শব্দ শোনা যাবে।

প্রশ্ন-৩৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



P ও Q মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.4 m।

ক. অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ কাকে বলে? ১

খ. বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি
কেন? ২

? গ. Q মাধ্যমে শব্দের পর্যায়কাল কত? ৩
ঘ. P ও Q মাধ্যমে শব্দটি 30টি

কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্বের
পার্থক্য কত হবে? গাণিতিকভাবে
দেখাও। 8

▶◀ ৩৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, সেই তরঙ্গকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। যেমন : শব্দ তরঙ্গ।

খ. বায়ু অপেক্ষা পানির ঘনত্ব বেশি হওয়ায় বায়ুর চেয়ে পানিতে শব্দের বেগ বেশি।
কোনো মাধ্যমে শব্দের বেগ ঐ মাধ্যমের ঘনত্বের ওপর নির্ভর করে। যে মাধ্যমের ঘনত্ব যত বেশি
সে মাধ্যমে শব্দের বেগও তত বেশি। যেহেতু বায়ু অপেক্ষা পানির ঘনত্ব বেশি।

গ. দেওয়া আছে,

$$P \text{ মাধ্যমে শব্দের বেগ, } v_P = 350 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$P \text{ মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য} = \lambda_P$$

$$Q \text{ মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য} = \lambda_Q$$

$$\therefore P \text{ ও } Q \text{ মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য, } \lambda_P - \lambda_Q = 0.4 \text{ m}$$

----- (i)

(i) নং থেকে পাই,

$$\lambda_Q - \lambda_P = 0.4 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \frac{v_Q}{f} - \frac{v_P}{f} = 0.4 \text{ m} \quad \left[\because \lambda = \frac{v}{f} \right]$$

$$\text{বা, } \frac{v_Q - v_P}{f} = 0.4 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \frac{400\text{ms}^{-1} - 350\text{ms}^{-1}}{f} = 0.4 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \frac{50\text{ms}^{-1}}{f} = 0.4 \text{ m}$$

$$\text{বা, } f = \frac{50\text{ms}^{-1}}{0.4 \text{ m}}$$

$$\therefore f = 125 \text{ Hz}$$

$$\text{আমরা জানি, } T = \frac{1}{f}$$

$$= \frac{1}{125 \text{ Hz}}$$

$$= 8 \times 10^{-3} \text{ s}$$

অতএব, Q মাধ্যমে পর্যায়কাল $8 \times 10^{-3} \text{ s}$ ।

ঘ. দেওয়া আছে,

$$P \text{ মাধ্যমে শব্দের বেগ, } v_P = 350 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$\text{'গ' নং হতে পাই, কম্পাঙ্ক, } f = 125 \text{ Hz}$$

$$\text{কম্পন সংখ্যা, } N = 30$$

$$\therefore P \text{ মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_P = \frac{v_P}{f} = \frac{350 \text{ ms}^{-1}}{125 \text{ Hz}} = 2.8 \text{ m}$$

$$\therefore Q \text{ মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_Q = 2.8 \text{ m} + 0.4 \text{ m} = 3.2 \text{ m}$$

P মাধ্যমে 30টি কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$S_P = N\lambda_P = 30 \times 2.8 \text{ m} = 84 \text{ m}$$

Q মাধ্যমে 30টি কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$S_Q = N\lambda_Q = 30 \times 3.2 \text{ m} = 96 \text{ m}$$

$$\therefore P \text{ ও } Q \text{ মাধ্যমে অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য} = 96 \text{ m} - 84 \text{ m}$$

$$= 12 \text{ m}$$

সুতরাং, P ও Q মাধ্যমে অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য হবে 12 m।

প্রশ্ন-৩৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি বস্তু বাতাসে যে শব্দ সৃষ্টি করে তার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 0.02 m। বাতাসে শব্দের বেগ 332 ms^{-1} ।

ক. বেতার তরঙ্গ কী ধরনের? ১

খ. আকাশে বিদ্যুৎ চমকানোর কিছুক্ষণ পরে শব্দ শোনা যায় কেন? ২

গ. উদ্দীপকের শব্দটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

?

ঘ. উক্ত বস্তুর পানিতে সৃষ্ট শব্দ উদ্দীপকের সৃষ্ট শব্দের চেয়ে কতগুণ দ্রুত চলে গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।
(পানিতে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য = 8.75 cm) ৪

▶◀ ৩৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. বেতার তরঙ্গ হলো অনুপ্রস্থ বা আড় তরঙ্গ।

খ. শব্দের দূরত্ব অতিক্রম করতে কিছু সময় লাগে ও বলে আকাশে বিদ্যুৎ চমকানোর কিছুক্ষণ পরে শব্দ শোনা যায়।

আমরা জানি, শব্দ নির্দিষ্ট মাধ্যমে একটি নির্দিষ্ট বেগে অতিক্রম করে। তাই আকাশে বিদ্যুৎ চমকানোর পর মেঘ ও পৃথিবীর মধ্যকার দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দের কিছু সময় বেশি লাগে। কিন্তু আলোর ক্ষেত্রে দূরত্ব অতিক্রম করতে কোনো সময় লাগে না বলে ধরা যায় কারণ আলো প্রতি সেকেন্ডে প্রায় তিন লক্ষ কিলোমিটার দূরত্ব অতিক্রম করে।

গ. দেওয়া আছে,

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 0.02 \text{ m}$$

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

শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } 332 \text{ ms}^{-1} = f \times 0.02 \text{ m}$$

$$\text{বা, } f = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{0.02 \text{ m}}$$

$$\therefore f = 16600 \text{ Hz}$$

অতএব, শব্দের কম্পাঙ্ক 16600 Hz

ঘ. দেওয়া আছে,

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

$$\text{বাতাসে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_a = 0.02 \text{ m}$$

$$\text{পানিতে শব্দের বেগ} = v_w$$

$$\text{পানিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_w = 8.75 \text{ cm} = 0.0875 \text{ m}$$

$$\text{উভয় মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক} = f$$

$$\text{আমরা জানি, } v_a = f\lambda_a$$

$$\text{বা, } f = \frac{v_a}{\lambda_a} \dots\dots\dots (i)$$

$$\text{এবং } v_w = f\lambda_w$$

$$\text{বা, } f = \frac{v_w}{\lambda_w} \dots\dots\dots (ii)$$

সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাই,

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

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

$$\text{বা, } v_w = \frac{332 \text{ ms}^{-1} \times 0.0875 \text{ m}}{0.02 \text{ m}}$$

$$\therefore v_w = 1452.5 \text{ ms}^{-1}$$

অর্থাৎ শব্দ বাতাসের চেয়ে পানিতে $\frac{1452.5 \text{ ms}^{-1}}{332 \text{ ms}^{-1}}$ গুণ

বা 4.375 গুণ দ্রুত চলে।

প্রশ্ন – ৩৫ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একজন ব্যক্তি একটি উঁচু দেয়ালের দিকে 54 kmh^{-1} বেগে দৌড়াচ্ছে। দেয়াল হতে 1.735 km দূরে থাকা অবস্থানে সে পিস্তল হতে গুলি ছুঁড়ল। কিছু সময় পর সে ঐ গুলির প্রতিধ্বনি শুনল।

ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১

খ. সকল প্রতিফলনই শব্দের প্রতিধ্বনি
নয়- ব্যাখ্যা করে। ২

গ. উদ্দীপকের দূরত্ব অতিক্রমণে শব্দের
মোট 5 সেকেন্ড সময় লাগলে ঐ
দিনের তাপমাত্রা
কত? ৩

ঘ. ঐ ব্যক্তি কখন ও কোথায় গুলির শব্দের
প্রতিধ্বনি শুনবে? গাণিতিক
বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

▶▶ ৩৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

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

খ. কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের রেশ প্রায় 0.1 সেকেন্ড যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল বলে। শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অন্তত 0.1 সেকেন্ড সময় নেই। 0.1 সেকেন্ডের চেয়ে কম সময়ে আগত প্রতিফলিত শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না। ফলে সকল প্রতিফলিত শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায় না।

গ. দেওয়া আছে, দেয়ালের দূরত্ব, $h = 1.735 \text{ km}$

$$= 1.735 \times 10^3 \text{ m}$$

প্রয়োজনীয় সময়, $t = 53$

শব্দের বেগ, $v = ?$

আমরা জানি, $h = vt$

$$\text{বা, } v = \frac{h}{t}$$

$$\text{বা, } v = \frac{1.735 \times 10^3 \text{ m}}{5 \text{ s}}$$

$$\therefore v = 347 \text{ ms}^{-1}$$

ধরি, ঐ দিনের তাপমাত্রা ছিল, $\theta^\circ \text{C}$

আমরা জানি,

1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ 0.6 ms^{-1} বৃদ্ধি পায়।

$$\therefore 347 \text{ ms}^{-1} = 332 \text{ ms}^{-1} + 0.6 \text{ ms}^{-1} \times \theta$$

$$\text{বা, } 0.6 \text{ ms}^{-1} \times \theta = 347 \text{ ms}^{-1} - 332 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \theta = 25^\circ \text{C}$$

অতএব, ঐ দিনের তাপমাত্রা ছিল 25°C ।

ঘ. মনে করি, শব্দ উৎপন্ন করার স্থান থেকে x মিটার এগিয়ে যাবার পর লোকটি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

$$\text{লোকটির বেগ, } v_1 = 54 \text{ kmh}^{-1} = 15 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{শব্দের বেগ, } v_s = 347 \text{ ms}^{-1} \text{ [‘গ’ থেকে]}$$

$$\text{এখন, } x \text{ দূরত্ব অতিক্রম করতে লোকটির প্রয়োজনীয় সময়, } t_1 = \frac{x}{v_1}$$

যেহেতু, গুলি ছোঁড়ার জায়গা হতে দেয়ালের দূরত্ব 1.735 km বা, $1.735 \times 10^3 \text{ m}$ তাই প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে $(1.735 \times 10^3 + 1.735 \times 10^3)$ দূরত্ব অতিক্রম করতে শব্দের

প্রয়োজনীয়

সময়,

$$t_2 = \frac{1.735 \times 10^3 + (1.735 \times 10^3 - x)}{v_s}$$

প্রশ্নমতে, $t_1 = t_2$

$$\text{বা, } \frac{x}{v_1} = \frac{1.735 \times 10^3 + (1.735 \times 10^3 - x)}{v_s}$$

$$\text{বা, } \frac{x}{15} = \frac{1.735 \times 10^3 + (1.735 \times 10^3 - x)}{347}$$

$$\text{বা, } 347x = 15(3470 - x)$$

$$\text{বা, } 23.13x = 3470 - x$$

$$\text{বা, } 24.13x = 3470$$

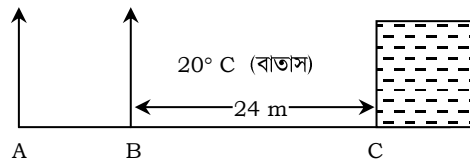
$$\text{বা, } x = 143.8 \text{ m}$$

$$\therefore t_1 = \frac{143.8 \text{ m}}{15 \text{ ms}^{-1}} = 9.59 \text{ s}$$

অতএ, ঐ ব্যক্তি গুলি করার স্থান থেকে 143.8 m এগিয়ে যাওয়ার 9.59 s সময় পর প্রতিধ্বনি শুনবে।

প্রশ্ন -৩৬ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

A অবস্থান দাঁড়িয়ে থাকা ব্যক্তি একটি শব্দ উৎপন্ন করায় B অবস্থানে দাঁড়িয়ে থাকা ব্যক্তি 0.12 সেকেন্ড এর ব্যবধানে দুটি শব্দ শুনতে পায়।



ক. শব্দ কী?

১

খ. অনুদৈর্ঘ্য ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের মধ্যে
দুটি পার্থক্য লেখ।

২

গ. A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয়
কর।

৩

ঘ. B অবস্থানের ব্যক্তি শব্দ করতে করতে
C এর দিকে দৌড়াতে থাকলে B ও
C মধ্যবর্তী সর্বনিম্ন কত দূরত্ব পর্যন্ত A
অবস্থানে দাঁড়িয়ে থাকা ব্যক্তি প্রতিধ্বনি
শুনতে পাবে?

8

▶◀ ৩৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যা আমাদের কানে শ্রবণের অনুভূতি জাগায় তা শব্দ।

খ. অনুদৈর্ঘ্য ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিচে উল্লেখ করা হলো :

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ	অনুপ্রস্থ তরঙ্গ
১. যে তরঙ্গের ক্ষেত্রে জড় মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে সমান্তরাল হয়, তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।	১. যে তরঙ্গের ক্ষেত্রে জড় মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের সাথে সমকোণী হয়, তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে।
২. তরঙ্গ প্রবাহে মাধ্যমের সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি হয়।	২. তরঙ্গ প্রবাহে মাধ্যমের তরঙ্গাংশ বা তরঙ্গপাদের সৃষ্টি হয়।

গ. এখানে, বাতাসের তাপমাত্রায় 20°C

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

এখন, শব্দের B থেকে C তে গিয়ে আবার B তে ফিরে আসতে সময় লাগে = $\frac{24 \times 2 \text{ m}}{344 \text{ ms}^{-1}} =$

$$\frac{6}{43} \text{ s}$$

এখন, A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব d হলে,

$$\frac{6}{43} - \frac{d}{344} = 0.12$$

$$\therefore d = 6.72 \text{ m}$$

অতএব, A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 6.72 m।

ঘ. বায়ুতে শব্দের বেগ, $v = 344 \text{ ms}^{-1}$

এখন, A অবস্থানের ব্যক্তি মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার ব্যবধান সর্বনিম্ন 0.1 s থাকা অবস্থায় প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

$$\begin{aligned} \text{এখানে, AC এর মধ্যবর্তী দূরত্ব} &= (24 + 6.72) \text{ m} \\ &= 30.72 \text{ m} \end{aligned}$$

ধরি, B ও C এর মধ্যবর্তী দূরত্ব সর্বনিম্ন x মিটার হলে A অবস্থানের ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

$$\text{প্রশ্নমতে, } \frac{30.72 + x}{v} - \frac{30.72 - x}{v} = 0.1$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} (30.72 + x - 30.72 + x) = 0.1$$

$$\text{বা, } \frac{1}{v} \times 2x = 0.1$$

$$\text{বা, } 2x = 0.1 \times v$$

$$\text{বা, } 2x = 0.1 \times 344 [\text{‘x’ হতে মান বসিয়ে}]$$

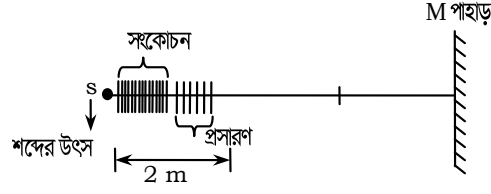
$$\text{বা, } x = \frac{0.1 \times 344}{2}$$

$$\therefore x = 17.2 \text{ m}$$

অতএব, B ও C এর মধ্যবর্তী দূরত্ব সর্বনিম্ন 17.2 m হলে

A অবস্থানের ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

প্রশ্ন -৩৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



শব্দের উৎস থেকে পাহাড়ের দূরত্ব 17m এবং ঐদিন বায়ুর তাপমাত্রা 25°C।

ক. শ্রাব্যতার সীমা কাকে বলে? ১

খ. সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি
ব্যখ্যা কর। ২

গ. উক্ত শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয়
কর। ৩

?

ঘ. S অবস্থানে দাঁড়িয়ে থাকা কোনো
ব্যক্তি পক্ষে প্রতিধ্বনি শোনা সম্ভব
কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে
মতামত দাও। ৪

▶▶ ৩৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. কম্পাঙ্কের যে সীমা পর্যন্ত সৃষ্ট শব্দ শ্রবণের অনুভূতি জন্মায়, সেই নির্দিষ্ট সীমাকে শ্রাব্যতার সীমা বলে।

খ. পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় একদিকে চলে এবং বাকি অর্ধেক সময় বিপরীত দিকে চলে তবে সেই গতিকে স্পন্দন গতি বলে। সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি। কারণ, একটি দৃঢ় অবলম্বনে একটি সরল দোলককে ঝুলিয়ে দিয়ে উক্ত সরল দোলককে টেনে ছেড়ে দিলে এটি সরল ছন্দিত স্পন্দনে দুলতে থাকবে। তাই সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি।

গ. দেওয়া আছে,

শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 2 \text{ m}$

শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = ?$

আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1}

আবার, 1°C বা 1K তাপমাত্রা বাড়লে বাতাসে শব্দের দ্রুতি প্রায় 0.6 ms^{-1} বৃদ্ধি পায়।

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

$$v = (25 \times 0.6 + 332) \text{ ms}^{-1} = 347 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{347 \text{ ms}^{-1}}{2 \text{ m}}$$

$$= 173.5 \text{ Hz}$$

$\therefore$ শব্দের কম্পাঙ্ক 173.5 Hz

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রতিফলক থেকে উৎসের দূরত্ব 17m এবং বায়ুর তাপমাত্রা 25°C

‘গ’ নং হতে পাই, 25°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 347 ms^{-1} । আমরা জানি, কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের অনুভূতি 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল বলে। এ সময় অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছলে তা আমরা শুনতে পাই না।

অতএব, S অবস্থান থেকে প্রতিধ্বনি শোনা সম্ভব হবে যদি মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অন্তত 0.1 সেকেন্ড সময় নেয়। এখন 25°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 347 ms^{-1} , তাহলে 0.1 সেকেন্ডে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব $= (347 \times 0.1) \text{ m}$

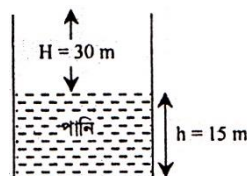
$$= 34.7 \text{ m}$$

$\therefore S$ অবস্থান ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব প্রয়োজন $\frac{34.7}{2} \text{ m} = 17.35 \text{ m}$ ।

যেহেতু, $17 \text{ m} < 17.35 \text{ m}$ । অতএব S অবস্থান থেকে প্রতিধ্বনি শোনা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন – ৩৮ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

পাশের কুপের মুখে
একটি ক্ষণস্থায়ী শব্দ করা
হলো। শব্দটি পানির



উপরিতলে বাঁধা পেয়ে

ফিরে এলো। ঐদিন

শব্দের বেগ ছিল 344

m/s

ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১

খ. শব্দ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ কেন ব্যাখ্যা কর।

২

গ. প্রতিধ্বনি শুনতে কত সময় প্রয়োজন হবে?

?

৩

ঘ. সবচেয়ে কম সময়ে প্রতিধ্বনি শুনতে
হলে পানির উচ্চতা h এর মান কীরূপ
হওয়া উচিত বলে তুমি মনে কর?
ব্যাখ্যা কর। ৪

▶◀ ৩৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. 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।

খ. আমরা জানি, যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয়, সেই তরঙ্গকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। শব্দ তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয় এবং সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে শক্তি সঞ্চালন করে, যা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যের অনুরূপ।

সুতরাং শব্দ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

গ. দেওয়া আছে,

শব্দের বেগ, $v = 344 \text{ ms}^{-1}$

কূপের পানি পৃষ্ঠের গভীরতা, $H = 30 \text{ m}$

প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = ?$

আমরা জানি, $2H = v \times t$

$$\text{বা, } t = \frac{2H}{v} = \frac{2 \times 30 \text{ m}}{344 \text{ ms}^{-1}} = 0.174 \text{ s}$$

অতএব, প্রতিধ্বনি শুনতে 0.174 s সময় প্রয়োজন।

ঘ. সবচেয়ে কম সময়ে প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t_1 = 0.1 \text{ s}$

শব্দের বেগ, $v = 344 \text{ ms}^{-1}$

এখন, পানি পৃষ্ঠের গভীরতা h_1 হলে,

$$2h_1 = v \times t_1$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } h_1 &= \frac{v \times t_1}{2} \\ &= \frac{344 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2} \\ &= 17.2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{পানির উচ্চতা বাড়তে হবে} = (30 - 17.2) \text{ m} = 12.8 \text{ m}$$

$$\therefore \text{পানির উচ্চতা } h \text{ এর মান হতে হবে} = (15 + 12.8) \text{ m} = 27.8 \text{ m}$$

অতএব, ন্যূনতম সময়ে প্রতিধ্বনি শুনতে হলে পানির উচ্চতা h এর মান 27.8 m হতে হবে।

প্রশ্ন – ৩৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

সন্ধ্যা নদীতে একটি যাত্রীবাহী লঞ্চ ঝড়ে ডুবে গেল। নবীন লঞ্চ উদ্ধার অভিযান দেখতে গিয়ে এক পর্যায়ে জোড়ে হাততালি দিল এবং 2 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে গেল। নবীন লঞ্চ করল SONAR ব্যবহার করে পানিতে শব্দ প্রেরণ করল এবং 3 s পর ফিরে এলো। ডুবুরীরা 1500 m দৈর্ঘ্যের দড়ি নিয়ে লঞ্চটি বাঁধল কিন্তু উদ্ধার অভিযান ব্যর্থ হলো। ঐদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 20°C এবং পানিতে শব্দের বেগ 1450 ms^{-1} ।

ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১

খ. একটি লম্বা দড়ির এক প্রান্ত ধরে
উপর-নিচ সঞ্চালিত করলে কোন
ধরনের তরঙ্গ সৃষ্টি হয়-ব্যাখ্যা কর। ২

?

গ. নদীর প্রস্থ নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. লম্বাটি উদ্ভার অভিযান ব্যর্থ হওয়ার
কারণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি কম্পনশীল বস্তু থেকে প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

খ. একটি লম্বা দড়ির এক প্রান্ত ধরে উপর নিচ সঞ্চালিত করলে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ সৃষ্টি হয়।
আমরা জানি, যে তরঙ্গের ক্ষেত্রে জড় মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক তরঙ্গ প্রবাহের দিকের
সাথে লম্বভাবে অগ্রসর হয় তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে। একটি লম্বা দড়ির এক প্রান্ত ধরে উপর-নিচ
সঞ্চালিত করলে তরঙ্গের গতির দিক হয় অনুভূমিক অর্থাৎ কম্পনের দিক তরঙ্গের গতির দিকের
সাথে লম্বভাবে অগ্রসর হয়। ফলে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ সৃষ্টি হয়।

গ. দেওয়া আছে,

বায়ুর তাপমাত্রা = 20°C

1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় 0.6 ms^{-1}

$\therefore 20^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়

$$= (0.6 \times 20) \text{ ms}^{-1} = 12 \text{ ms}^{-1}$$

0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ = 332 ms^{-1}

$\therefore 20^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v = (332 + 12) \text{ ms}^{-1}$

$$= 344 \text{ ms}^{-1}$$

প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = 2s$

নদীর প্রস্থ, $d = ?$

আমরা জানি, $2d = v \times t$

$$\text{বা, } 2d = 344 \text{ ms}^{-1} \times 2s$$

$$\text{বা, } d = \frac{344 \text{ ms}^{-1} \times 2s}{2}$$

$$\therefore d = 344m$$

অতএব, নদীর প্রস্থ 344 m।

ঘ. লঞ্চটির উদ্দ্যার অভিযান ব্যর্থ হওয়ার কারণ নিচে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তুলে ধরা হলো—
দেওয়া আছে,

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

প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = 3s$

পানির উপরিতল হতে লঞ্চের দূরত্ব, $d = ?$

আমরা জানি, $2d = v \times t$

$$\text{বা, } 2d = 1450 \text{ ms}^{-1} \times 3s$$

$$\text{বা, } d = \frac{1450 \text{ ms}^{-1} \times 3s}{2}$$

$$\therefore d = 2175 \text{ m}$$

পানির উপরিতল হতে লঞ্চের গভীরতা 2175m কিন্তু দড়ির দৈর্ঘ্য 1500m। তাই লঞ্চটির উদ্দ্যার অভিযান ব্যর্থ হলো।

প্রশ্ন-৪০ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নদীর তীরে দাঁড়িয়ে আলী এবং ইফতি দুই বন্ধু গল্প করছিল। হঠাৎ আলী হাততালি দিলে 1.25 s পর প্রতিধ্বনি শোনা গেল। আলীদের বাসায় এসে তাদের ঘরে হাততালি দিয়ে প্রতিধ্বনি শোনার চেষ্টা করলে, প্রতিধ্বনি শোনা গেল না। যদিও নদীর তীর এবং ঘরে তাপমাত্রা একই ছিল।



ক. সুরযুক্ত শব্দ কাকে বলে?

১

খ. শ্রাব্যতার সীমা বলতে কী বোঝায়?

২

- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত প্রতিধ্বনি শোনার
সময়ে বায়ুর তাপমাত্রা 30°C হলে
নদীটির প্রশস্ততা কত কি.মি.? ৩
- ঘ. আলীদেবের বাসায় প্রতিধ্বনি শুনতে না
পাওয়ার কারণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ
কর। ৪

৪০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. শব্দ উৎসের নিয়মিত ও পর্যায়বৃত্ত কম্পনের ফলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং যা আমাদের কানে
শুতিমধুর বলে মনে হয় তাকে সুরযুক্ত শব্দ বলে।

খ. শব্দ উৎপন্ন করতে হলে কম্পন সৃষ্টি করতে হয়।

কম্পনের সৃষ্টি শব্দ শুনতে হলে কম্পিত বস্তু যদি প্রতি সেকেন্ডে ২০ বার কাঁপে তাহলে ঐ বস্তু থেকে
উৎপন্ন শব্দ শোনা যাবে। আবার কম্পন যদি প্রতি সেকেন্ডে ২০,০০০ বার এর বেশি হয় তাহলে
শব্দ শোনা যাবে না।

সুতরাং উৎসের কম্পাঙ্ক যদি ২০ Hz থেকে ২০,০০০ Hz এর মধ্যে থাকে তাহলে সৃষ্টি শব্দ
শোনা যায়।

কম্পাঙ্কের এই পাল্লাকে শ্রাব্যতার বা সীমা বলে।

গ. দেওয়া আছে, বায়ুর তাপমাত্রা = 30°C

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

প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = 1.25 \text{ s}$

নদীর প্রশস্ততা, $d = ?$

আমরা জানি, $2d = v \times t$

$$\text{বা, } d = \frac{v \times t}{2} \\ = \frac{350 \text{ ms}^{-1} \times 1.25 \text{ s}}{2} \\ = 218.75 \text{ m}$$

অতএব, নদীর প্রশস্ততা 218.75 m।

ঘ. আমরা জানি, কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দ বা ধ্বনি কানে শোনার পর সেই শব্দের রেশ প্রায় $\frac{1}{10}$ সেকেন্ড যাবৎ আমাদের মস্তিষ্কে থেকে যায়। একে শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল বলে।

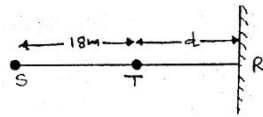
এই $\frac{1}{10}$ সেকেন্ডের মধ্যে অন্য শব্দ কানে এসে পৌঁছালে তা আমরা আলাদা করে শুনতে পাই না। সুতরাং কোনো ক্ষণস্থায়ী শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে প্রতিফলককে উৎস থেকে এমন দূরত্বে রাখতে হবে যাতে মূল শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কানে ফিরে আসতে অন্তত $\frac{1}{10}$ সেকেন্ড সময় নেয়।

যদি 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1} ধরা হয় তাহলে $\frac{1}{10}$ সেকেন্ডে শব্দ 33.2 m যায়। সুতরাং প্রতিফলককে শ্রোতা থেকে কমপক্ষে $\frac{33.2}{2}\text{ m}$ বা 16.6 m দূরত্বে রাখতে হবে।

যেহেতু আলীদেবর বাসায় হাততালি দেওয়ার স্থান থেকে দেওয়ালের দূরত্ব 16.6 m এর কম। তাই প্রতিধ্বনি শোনা যায় নি।

প্রশ্ন – ৪১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

সুমন S অবস্থানে থেকে শব্দ করলে 0.2 s পর তার প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। বায়ুর তাপমাত্রা 30°C ।



?

- ক. কম্পাঙ্কের একক লেখ। ১
- খ. তরঙ্গ বেগ ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের মধ্যে সম্পর্ক লেখ। ২

গ. S অবস্থান থেকে R এর দূরত্ব নির্ণয় কর।

৩

ঘ. T অবস্থান থেকে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শোনা যায় না কেন? বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ৪১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কম্পাঙ্কের একক হার্টজ (Hz)

খ. তরঙ্গ সঞ্চারণকারী কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (λ) বলে।

আবার, একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল (T) বলে।

T সেকেন্ডে তরঙ্গ অতিক্রম করে λ দূরত্ব

$$1 \quad " \quad " \quad " \quad " \quad \frac{\lambda}{T} "$$

অতএব, সংজ্ঞানুযায়ী, $v = \frac{\lambda}{T}$ (i)

আবার, আমরা জানি, $f = \frac{1}{T}$

$$\therefore T = \frac{1}{f} \text{ (ii)}$$

সমীকরণ (i) ও (ii) থেকে পাই,

$$v = \frac{\lambda}{\frac{1}{f}}$$

$$\therefore v = f\lambda$$

অর্থাৎ, তরঙ্গ বেগ = কম্পাঙ্ক $\times$ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য।

গ. আমরা জানি,

1°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় 0.6 ms^{-1}

30°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$\begin{aligned}v &= (0.6 \times 30 + 332)\text{ ms}^{-1} \\&= 350\text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

সময়, $t = 0.2\text{ s}$

S থেকে R এর দূরত্ব d , = ?

$$\begin{aligned}\text{আমরা জানি, } d &= \frac{vt}{2} \\&= \frac{350\text{ ms}^{-1} \times 0.2\text{ s}}{2} \\&= 35\text{ m}\end{aligned}$$

অতএব, অবস্থান S থেকে R এর দূরত্ব 35 m

ঘ. এখানে, $SR = 35\text{ m}$ [‘গ’ থেকে প্রাপ্ত]

$$ST = 18\text{ m}$$

$$\begin{aligned}\therefore TR = d &= SR - ST = (35 - 18)\text{ m} \\&= 17\text{ m}\end{aligned}$$

আবার, 30°C তাপমাত্রায় T হতে R এর প্রতিধ্বনি শুনতে ন্যূনতম দূরত্ব,

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

যেহেতু, প্রতিধ্বনি শুনতে হলে T হতে R এর ন্যূনতম দূরত্ব লাগবে 17.5 m কিন্তু T হতে R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 17 m, তাই T অবস্থান থেকে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শোনা যায় না।

প্রশ্ন-৪২ ▶ করিম একটি পাহাড়ের সামনে দাঁড়িয়ে শব্দ করল এবং 0.12 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 30°C ।



ক. শব্দ দূষণ কী?

- খ. সকল প্রতিফলিত শব্দ শোনা যায় না
কেন— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. করিমের নিকট থেকে পাহাড়ের দূরত্ব
কত? ৩
- ঘ. করিম ক্রমাগত শব্দ করতে পাহাড়ের
দিকে এগিয়ে যেতে থাকলে শেষ পর্যন্ত
প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কিনা—
গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত
দাও। ৪

▶◀ ৪২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

- ক. বিভিন্ন উৎস থেকে উৎপন্ন জোরালো এবং অপ্রয়োজনীয় শব্দ মানুষের সহনশীলতার মাত্রা ছাড়িয়ে
বিরক্তি ঘটানো এবং স্বাস্থ্যের ক্ষতিসাধন করাই হলো শব্দ দূষণ।
- খ. আমাদের শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল 0.1 s । 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। 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।
- গ. উদ্দীপক হতে,
প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = 0.12\text{ s}$
 0°C তাপমাত্রার শব্দের বেগ, $= 332\text{ ms}^{-1}$
 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায় $= 0.6\text{ ms}^{-1}$
 $\therefore 30^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v = 332\text{ ms}^{-1} + (30 \times 0.6)\text{ ms}^{-1}$
 $= 332\text{ ms}^{-1} + 18\text{ ms}^{-1}$
 $= 350\text{ ms}^{-1}$
করিমের নিকট থেকে পাহাড়ের দূরত্ব, $d = ?$

আমরা জানি, $v = \frac{2d}{t}$

বা, $d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \text{ ms}^{-1} \times 0.12 \text{ s}}{2} = 21 \text{ m}$

সুতরাং, করিমের নিকট থেকে পাহাড়ের দূরত্ব 21 m

ঘ. করিম ক্রমাগত শব্দ করতে করতে পাহাড়ের দিকে এগিয়ে গেলে শেষ পর্যন্ত প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

নিচে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে আমার মতামত উল্লেখ করলাম—

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

প্রতিধ্বনি শোনার ন্যূনতম সময়, $t = 0.1 \text{ s}$

দূরত্ব, $d = ?$

আমরা জানি, শব্দের দ্রুতি,

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

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

অর্থাৎ, প্রতিধ্বনি শুনতে ন্যূনতম দূরত্বের প্রয়োজন 17.5 m।

আমরা জানি, কোনো শব্দ শোনার পর প্রায় 0.1 s পর্যন্ত এর রেশ আমাদের মস্তিষ্কে থাকে। করিম শব্দ করতে করতে পাহাড়ের দিকে এগোলো তার এবং পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব যদি 17.5 m এর চেয়ে কম হয় তাহলে সে প্রতিধ্বনি শুনতে পারে না।

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায়, করিম এবং পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 17.5 m এর চেয়ে কম হলে সে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।