

মূল বইয়ের অতিরিক্ত অংশ

সপ্তম অধ্যায়: তরঙ্গ ও শব্দ



পরীক্ষায় কমন পেতে আরও প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১ কোনো বেতারকেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভ 350 kHz-এ প্রতিদিন সকাল দশ ঘটিকার সময়ে পল্লীগীতির অনুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিওর তরঙ্গবেগ $3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$ । পানিতে সৃষ্ট অপর একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য রেডিও তরঙ্গটির এক শতাংশ এবং পানিতে শব্দের বেগ 1450ms^{-1} ।

◀ শিখনফল-৬/ঢা. বো. ২০১৬/

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

১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ উদ্দীপক হতে পাই,

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

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

রেডিও তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

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

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

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

'গ' অংশ হতে পাই, রেডিও তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,

$\lambda = 857.14 \text{m}$

উদ্দীপক অনুসারে, পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,

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

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

পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গের কম্পাঙ্ক f_w হলে,

$$v_w = f_w \lambda_w$$

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

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

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

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

প্রশ্ন ▶ ২ আনিকার ভোকাল কর্ড (Vocal Chord) এর কম্পাঙ্ক 700Hz. সে নদীর ঠিক মাঝখানে অবস্থানরত একজন মাঝিকে ডাকল। আনিকার সৃষ্ট শব্দ নদীর অপর পাড়ে প্রতিফলনের দরুন 1.6 সেকেন্ড পর আনিকা ঐ শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। ঐ সময়ে শব্দের গতিবেগ 350ms^{-1} ছিল।

◀ শিখনফল-৫ ও ৬/রা. বো. ২০১৬/

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

২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{350}{700}$$

$$= 0.5 \text{m (Ans.)}$$

উদ্দীপক হতে পাই,

কম্পাঙ্ক, $f = 700 \text{ Hz}$

শব্দের গতিবেগ, $v = 350 \text{ m/s}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

শব্দের বেগ, $v = 350 \text{ms}^{-1}$

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

নদীর প্রস্থ h হলে,

$$2h = vt$$

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

প্রতিফলক হতে মাঝির দূরত্ব, $d = \frac{h}{2} = \frac{280}{2} = 140 \text{m}$ । নৌকার মাঝিকে

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে $2d$ দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে। এ দূরত্ব অতিক্রম করতে t_1 সময় লাগলে,

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

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

$$= 0.8 \text{ s}$$

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

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

প্রশ্ন ৩ দুটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়লো। তিনি 1.5 s পর প্রথম প্রতিধ্বনি এবং 2 s পর দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনলেন। সেদিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C .

◀ শিখনফল-৫ (দি. বো. ২০১৬)

- ক. প্রতিধ্বনি কী? ১
খ. বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. ঐ ব্যক্তি তৃতীয় ও চতুর্থ প্রতিধ্বনি পৃথকভাবে শুনতে পারে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ দেওয়া আছে,

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

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

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

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

আমরা জানি,

$$2d_1 = vt_1$$

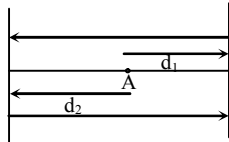
$$\text{বা, } d_1 = \frac{vt_1}{2} = \frac{350 \times 1.5}{2} = 262.5\text{ m}$$

আবার, $2d_2 = vt_2$

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

∴ পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = d_1 + d_2$
 $= 262.5 + 350$
 $= 612.5\text{ m (Ans.)}$

ঘ



ধরি, পাহাড়দ্বয়ের মাঝে ব্যক্তির অবস্থান A

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

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

এখানে, $d_1 < d_2$

শব্দ A হতে 1 m পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে পুনরায় A তে আসতে সময় লাগে, $t_1 = 1.5\text{ s}$

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

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

$$\begin{aligned} \therefore \text{৩য় প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়, } t_3 &= t_1 + t_2 \\ &= (1.5 + 2)\text{ s} \\ &= 3.5\text{ s} \end{aligned}$$

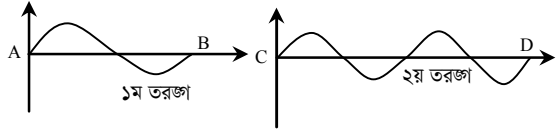
আবার, দ্বিতীয় পাহাড়ে প্রতিফলিত শব্দ 1 m পাহাড়ে প্রতিফলিত হয়ে আসলে ঐ ব্যক্তি ৪র্থ প্রতিধ্বনি শুনতে পারে।

$$\begin{aligned} \therefore \text{৪র্থ প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময়, } t_4 &= t_2 + t_1 \\ &= 2 + 1.5 \\ &= 3.5\text{ s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{তৃতীয় ও ৪র্থ প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান, } t &= t_4 - t_3 \\ &= 3.5 - 3.5 \\ &= 0\text{ s} < 0.1\text{ s} \end{aligned}$$

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

প্রশ্ন ৪



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

◀ শিখনফল-৬ (ক. বো. ২০১৬)

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

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে কম্পাঙ্ক সীমার মধ্যে মানুষ শব্দ শুনতে পায় তাকে শ্রাব্যতার পাল্লা বলে। মানুষের শ্রাব্যতার পাল্লা 20 Hz থেকে 20000 Hz ।

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

গ উদ্দীপক হতে পাই, 1 m তরঙ্গটির বেগ, $v = 300\text{ ms}^{-1}$

$$\text{সময়, } t = 10\text{ s}$$

$$\text{দূরত্ব, } s = ?$$

আমরা জানি, $s = vt$

$$= 300 \times 10 = 3000\text{ m (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

$$1\text{ম তরঙ্গের পর্যায়কাল, } T_1 = 0.05\text{ s}$$

$$2\text{য় তরঙ্গের পর্যায়কাল, } T_2 = \frac{0.08}{2} = 0.04\text{ s}$$

$$1\text{ম তরঙ্গের কম্পাঙ্ক} = f_1$$

$$2\text{য় তরঙ্গের কম্পাঙ্ক} = f_2$$

আমরা জানি, $f_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{0.05} = 20 \text{ Hz}$

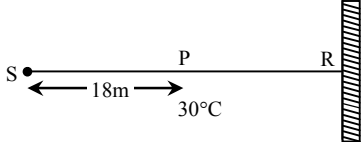
আবার, $f_2 = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{0.04} = 25 \text{ Hz}$

$$\therefore \frac{f_1}{f_2} = \frac{20}{25}$$

বা, $f_1 : f_2 = 4 : 5$

অতএব, তরঙ্গদ্বয়ের কম্পাংকের অনুপাত হবে $4 : 5$ ।

প্রশ্ন ৫



শিখনফল-৫ (সি. বো. ২০১৬)

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

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

আবার রাস্তা বেশি মসৃণ হলে রাস্তা প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বল যোগান দিতে পারে না বলে থামা অবস্থা হতে গাড়ি সামনের দিকে অগ্রসর হতে পারে না। অতএব রাস্তার মসৃণতা এমন হতে হবে যাতে রাস্তা প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বলের যোগান দিতে পারে।

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

আমরা জানি,

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

$$\therefore 30^\circ\text{C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়} = (30 \times 0.6) \text{ ms}^{-1} = 18 \text{ ms}^{-1}$$

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

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

আমরা জানি,

$$\text{প্রতিধ্বনি শূনার ক্ষেত্রে, } v = \frac{2d}{t}$$

বা, $2d = vt$

$$\therefore d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \times 0.2}{2}$$

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

এখানে,

শব্দের বেগ, $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

সময়, $t = 0.2 \text{ s}$

S ও R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = ?$

ঘ উদ্দীপক হতে পাওয়া যায়, S থেকে P এর দূরত্ব $= 18 \text{ m}$ আবার S এবং R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব $= 35 \text{ m}$

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

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

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

$$= 34 \text{ m}$$

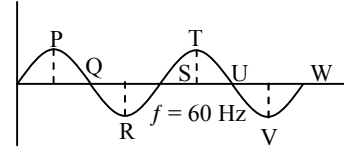
ধরা যাক, উৎপন্ন শব্দ P অবস্থানে হতে R প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার P অবস্থানে আসতে সময় লাগে $= t_1 \text{ s}$

$$\text{আমরা জানি, } v = \frac{2d_1}{t_1}$$

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

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

প্রশ্ন ৬



শিখনফল-৪ ও ৬ (সি. বো. ২০১৫)

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

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

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

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

কম্পাঙ্ক, $f = 60 \text{ Hz}$

বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, $\lambda_a = ?$

আমরা জানি, $v_a = f\lambda_a$

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

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

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

ঘ “গ” নং হতে পাই,

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

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

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

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

$$\text{বায়ুর ক্ষেত্রে, } d = \frac{332 \times 0.1}{2}$$

$$= 16.6\text{ m}$$

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

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

প্রশ্ন ▶ ৭ কাজল একটি পাহাড় থেকে 17m দূরে দাঁড়িয়ে জোরে শব্দ করেও কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পেল না। সে আরও কিছুটা পিছনে সরে এসে শব্দ করে এবং প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। ঐ দিন ঐ স্থানে শব্দের বেগ ছিল 350ms^{-1} এবং শব্দের কম্পাঙ্ক ছিল 1400Hz ।

◀ শিখনফল-৪ ও ৬/ঢা. বো. ২০১৫/

- ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১
খ. বাদুর রাতে চলতে স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উক্ত শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
ঘ. 1m অবস্থানে কাজলের পক্ষে প্রতিধ্বনি না শোনার কারণ গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

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

$$= \frac{350\text{ ms}^{-1}}{1400\text{ s}^{-1}}$$

$$= 0.25\text{m (Ans.)}$$

এখানে,
বায়ুতে শব্দের বেগ, $v = 350\text{ ms}^{-1}$
শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = 1400\text{ Hz} = 1400\text{ s}^{-1}$
শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

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

1m অবস্থান হতে পাহাড়ের (শব্দের প্রতিফলক) দূরত্ব, $d = 17\text{ m}$ শব্দ প্রতিফলিত হয়ে কাজলের কাছে ফিরে আসতে t পরিমাণ সময় লাগলে, $2d = vt$

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

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান কমপক্ষে 0.1 sec হতে হয় কিন্তু কাজলের 1m অবস্থানের জন্য মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান 0.1 sec অপেক্ষা কম। তাই 1m অবস্থানে কাজলের পক্ষে প্রতিধ্বনি শোনা সম্ভব হয় নি।

প্রশ্ন ▶ ৮ এক ব্যক্তি সিলেটে বেড়াতে গিয়ে একটি পাহাড় থেকে 17 মিটার দূরে থাকা অবস্থায় প্রতিধ্বনি শোনার জন্য জোরে শব্দ করল। উক্ত শব্দের বেগ ছিল 350 মিটার/সেকেন্ড এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ছিল 20 সেন্টিমিটার।

◀ শিখনফল-৪ ও ৬/দি. বো. ২০১৫/

- 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

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

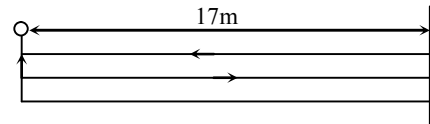
$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

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

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

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

ঘ



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

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

$$\text{আমরা জানি, } s = vt$$

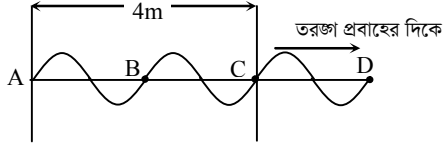
$$\text{বা, } t = \frac{s}{v} = \frac{34}{350}\text{ sec}$$

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

এখানে,
দূরত্ব, $s = 34\text{ m}$
শব্দের বেগ, $v = 350\text{ ms}^{-1}$

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

প্রশ্ন ৯



A হতে B তে পৌঁছাতে 0.1s সময় লাগে।

শিখনফল-৬/চ. বো. ২০১৫/

- 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 তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্কের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

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

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

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

ঘ উদ্দীপকে বর্ণিত অবস্থায়,

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

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

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

সুতরাং উদ্দীপকে বর্ণিত অবস্থায়,

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

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

অর্থাৎ পরিবর্তিত পরিস্থিতিতে, তরঙ্গবেগ, $v = 20 \text{ ms}^{-1}$

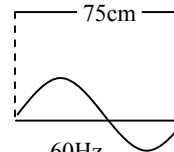
$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda' = \frac{\lambda}{2} = \frac{2\text{m}}{2} = 1\text{m}$$

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

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

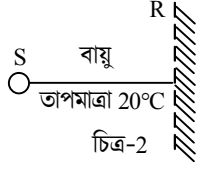
সুতরাং বিস্তার অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্ক পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ হয়ে যাবে।

প্রশ্ন ১০



60Hz

চিত্র-1



চিত্র-2

শিখনফল-৪ ও ৬/কৃ. বো. ২০১৫/

- ক. তরঙ্গ কাকে বলে? ১
 খ. চিত্র-১ এর তরঙ্গটি কোন ধরনের? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. চিত্র-১ এর তরঙ্গ বেগ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. চিত্র-২ এর "S" এবং "R" অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব কত হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে- উত্তরের যথার্থতা যাচাই কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

গ উদ্দীপকের চিত্র-১ হতে পাই,

অনুপ্রস্থ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda =$ একটি তরঙ্গশীর্ষ + একটি তরঙ্গপাদ $= 75\text{cm} = 0.75\text{m}$

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

বের করতে হবে তরঙ্গ বেগ, $v = ?$

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

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

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

\therefore উদ্দীপকে প্রদত্ত $T = 20^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = v_0 + T \times 0.6\text{ms}^{-1}/^\circ\text{C}$$

$$v = v_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

$$= 332 \times \sqrt{\frac{273+20}{273}}$$

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

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

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

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

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

প্রশ্ন ১১ 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.

◀ শিখনফল-৬ ও ৭/সি. বো. ২০১৫/

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

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে তরঙ্গবেগের দিক এবং মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক পরস্পর লম্ব। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে তরঙ্গবেগের দিক এবং মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিক পরস্পর সমান্তরাল।
অনুপ্রস্থ তরঙ্গ মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চারিত হয়। অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ উৎপন্ন করে সঞ্চারিত হয়।

গ দেওয়া আছে,

ঐ দিন বাতাসের তাপমাত্রা ছিল, $T = 25^\circ\text{C}$

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

আমরা জানি, $v \propto \sqrt{T}$ [$T =$ পরম তাপমাত্রা]

$$\therefore v = v_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

$$= 332 \times \sqrt{\frac{273+25}{273}} = 347 \text{ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ মনে করি,

বাবলুর গতিবেগ ছিল $x \text{ms}^{-1}$

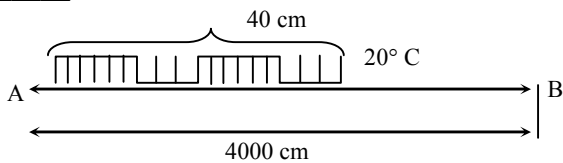
সুতরাং $t = 3 \text{ sec}$ সময়কালে বাবলু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব $= x \text{ms}^{-1} \times t$
 $= x \text{ms}^{-1} \times 3 \text{ sec} = 3x \text{ m}$

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

কিন্তু প্রতিধ্বনি শোনার জন্য 3 sec সময়কালে 2301 m অপেক্ষা বেশি দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে।

সুতরাং উদ্দীপকে প্রদত্ত উপাত্তসমূহ সঠিক নয়।

প্রশ্ন ১২



◀ শিখনফল-৬ ও ৭/সি. বো. ২০১৫/

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

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

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

গ দেওয়া আছে,

বায়ুর তাপমাত্রা, $\theta = 20^\circ\text{C}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda =$ একটি সংকোচন + একটি প্রসারণ

$$= \frac{২\text{টি সংকোচন} + ২\text{টি সম্প্রসারণ}}{2}$$

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

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

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

$$\therefore 20^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = v_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

$$= 332 \sqrt{\frac{273+20}{273}}$$

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

আবার, $v = f\lambda$

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

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

বায়ু মাধ্যমে 20°C তাপমাত্রায় 40m দূরত্ব অতিক্রম শব্দের সময় লাগে,

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

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

সুতরাং ধাতব তারে 20°C তাপমাত্রায় 40m দূরত্ব অতিক্রম শব্দের সময়

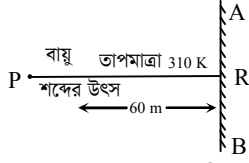
$$\text{লাগে, } t' = \frac{d}{v'} = \frac{40\text{m}}{5130\text{ms}^{-1}} = 0.0078 \text{ sec}$$

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

অর্থাৎ $t \neq t'$

সুতরাং উদ্দীপকের মাধ্যমটি যদি ধাতব তার হতো তবে দুই মাধ্যমে একই সময়ে শব্দ শুনতে পারবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৩



◀ শিখনফল-৪ ও ৭/ব. বো. ২০১৫/

- 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

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরঙ্গের উপরস্থ কোনো কণা একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে আবার একই দিক থেকে সেই বিন্দুতে ফিরে এলে তাকে একটি পূর্ণ স্পন্দন বলা হয়।

খ কম্পনশীল কোনো কণা প্রতি সেকেন্ডে যতটি পূর্ণকম্পন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাঙ্ক বলে। কম্পনশীল কণার একটি পূর্ণস্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে। অর্থাৎ t পরিমাণ সময়ে N সংখ্যক পূর্ণকম্পন সম্পন্ন করলে,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = \frac{N}{t} \text{ এবং পর্যায়কাল, } T = \frac{t}{N}$$

$$\therefore fT = \frac{N}{t} \cdot \frac{t}{N} = 1 \text{ বা, } f = \frac{1}{T} \text{ বা, } f \propto \frac{1}{T}$$

সুতরাং কম্পাঙ্ক পর্যায়কালের ব্যস্তানুপাতিক।

গ বায়ুমন্ডলের তাপমাত্রা, $T = 310 \text{ K} = (310 - 273)^\circ\text{C} = 37^\circ\text{C}$

$$37^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = 332 \text{ ms}^{-1} + 0.6 \times 37 \text{ ms}^{-1} = 354.2 \text{ ms}^{-1}$$

প্রতিধ্বনি শুনতে হলে মূলধ্বনি ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান হতে হবে, $t = 0.1 \text{ sec}$

সুতরাং শব্দের উৎস (P) এবং শব্দের প্রতিফলকের (AB) মধ্যকার ন্যূনতম দূরত্ব d হলে, $2d = vt$

$$\therefore d = \frac{vt}{2} = \frac{354.2 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ sec}}{2} = 17.71 \text{ m}$$

সুতরাং P ও AB এর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমপক্ষে 17.71m হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে। (Ans.)

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

উদ্দীপক মতে, শব্দের উৎস (P) হতে প্রতিফলকের (AB) দূরত্ব, $d = 60 \text{ m}$ প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দকে যে দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে তা হলো, $2d = 60 \text{ m} \times 2 = 120 \text{ m}$

পানির ক্ষেত্রে, শব্দ প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসতে t পরিমাণ সময় লাগলে, $2d = vt$

$$\therefore t = \frac{2d}{v} = \frac{120 \text{ m}}{1450 \text{ ms}^{-1}} = 0.0828 \text{ sec} < 0.1 \text{ sec}$$

যেহেতু প্রতিধ্বনি শুনতে হলে মূল ধ্বনি ও প্রতিধ্বনির মধ্যকার সময় ব্যবধান ন্যূনতম 0.1sec হতে হয়।

সুতরাং P হতে শব্দ উৎপন্ন হয়ে AB প্রতিফলকে বাধা পাওয়ার ঘটনাটি বায়ুর পরিবর্তে পানিতে ঘটলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৪ আবীর 30°C তাপমাত্রায় 17m গভীরতার একটি কূপের সামনে শব্দ সৃষ্টি করলো। সে এর কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পেল না।

◀ শিখনফল-৪

- ক. শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল কত? ১
 খ. সকল প্রতিফলিত শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায় না কেন? ২
 গ. শব্দকে পুনরায় উৎসে ফিরে আসতে কত সময় লাগবে তা উদ্দীপকের আলোকে নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. উল্লিখিত অবস্থায় প্রতিধ্বনি শুনতে না পাওয়ার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল 0.1s।

খ আমরা জানি, শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল 0.1s, এ সময় অপেক্ষা কম সময়ের মধ্যে কোনো শব্দের প্রতিধ্বনি এলে তা আলাদা করে বোঝা যায় না। তাই বলা যায়, যদি প্রতিবন্ধকের দূরত্ব এমন হয় যে, প্রতিফলিত শব্দ বা প্রতিধ্বনি 0.1s এর কম সময়ে উৎসের কাছে ফিরে আসে তবে প্রতিধ্বনি শোনা যায় না। আবার, যদি প্রতিধ্বনির উৎসের কাছে ফিরে আসতে 0.1s এর চেয়ে বেশি সময় লাগে, তাহলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

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

$$\therefore 30^\circ\text{C তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়} \\ = 0.6 \times 30 \text{ ms}^{-1} \\ = 18 \text{ ms}^{-1}$$

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

কূপের গভীরতা, $d = 17 \text{ m}$

সময়, $t = ?$

আমরা জানি, $v = \frac{2d}{t}$

$$\therefore t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 17}{350} = \frac{34}{350} = 0.097 \text{ s}$$

\therefore উদ্দীপকের আলোকে শব্দকে পুনরায় উৎসে ফিরে আসতে 0.097s সময় লাগবে।

ঘ “গ” প্রশ্নের উত্তর থেকে দেখা যায় কুয়ার তলদেশ থেকে প্রতিফলিত শব্দ আবীরের কাছে ফিরে আসতে সময় লেগেছে 0.097s যা শব্দানুভূতি স্থায়িত্বকাল 0.1s অপেক্ষা কম। সুতরাং আবীর প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

\therefore শব্দকে পুনরায় উৎসে ফিরে আসতে কমপক্ষে 0.1s সময় ব্যয় হলে প্রতিধ্বনি শোনা যায়।

$$\text{আমরা জানি, } d = \frac{v \times t}{2} = \frac{350 \times 0.1}{2} = 17.5 \text{ m}$$

এই দূরত্ব কুয়ার গভীরতার চেয়ে বেশি বলে প্রতিধ্বনি শোনা যায় না।

প্রশ্ন ▶ ১৫ একটি কূপের ভিতর একটি পাথর ছেড়ে দেওয়া হলো। পাথরটি পানির উপরিতলকে 29.4 ms^{-1} বেগে আঘাত করলো। পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার 3.33 s পর পানির শব্দ শোনা গেল। 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1} ।

◀ শিখনফল-৪

- ক. বাদুর কত হার্জ কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করতে পারে? ১
 খ. শূন্য মাধ্যমে শব্দ অগ্রসর হতে পারে না— ব্যাখ্যা কর। ২

- গ. কূপের গভীরতা কত? ৩
 ঘ. শব্দের গতিবেগের কোনো পরিবর্তন ঘটেছে কি? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- ক** বাদুর 100000 হার্জ কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরী করতে পারে।
খ শূন্য মাধ্যমে কোনো কম্পন হয় না বলে এ মাধ্যমে শব্দ অগ্রসর হতে পারে না।
 আমরা জানি, শব্দের উৎপত্তি হয় বস্তুর কম্পনের ফলে। শব্দ শোনার জন্য বস্তুর কম্পনকে আমাদের কানে পৌঁছাতে হবে। সুতরাং শব্দের উৎস ও কানের মাঝে একটি জড় স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের প্রয়োজন হয়, যার কণাগুলো পর্যায়ক্রমে কম্পিত হয়ে উৎসের কম্পন সামনের দিকে এগিয়ে দিবে। শূন্য মাধ্যমে উৎসের কম্পন কোনো আন্দোলন সৃষ্টি করতে পারে না। এ কারণে শূন্য মাধ্যমে শব্দ অগ্রসর হতে পারে না।

- গ** উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই, পাথরের শেষ বেগ, $v = 29.4 \text{ ms}^{-1}$
 আদি বেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

বের করতে হবে, গভীরতা, $h = ?$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2gh$

$$\begin{aligned} \text{বা, } h &= \frac{v^2}{2g} \quad [\because u = 0] \\ &= \frac{(29.4 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2}} \\ &= 44.1 \text{ m} \end{aligned}$$

অতএব কূপের গভীরতা 44.1 m। (Ans.)

- ঘ** উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই, পাথরের শেষ বেগ, $v = 29.4 \text{ ms}^{-1}$
 আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$
 অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

পাথরটি ছেড়ে দেয়ার মুহূর্ত হতে শুরু করে পানির উপরিতল স্পর্শ করতে

$$\begin{aligned} \text{সময় লাগে, } t &= \frac{v-u}{g} \quad [\because v = u + gt] \\ &= \frac{29.4 \text{ ms}^{-1} - 0 \text{ ms}^{-1}}{9.8 \text{ ms}^{-2}} \\ &= 3 \text{ s} \end{aligned}$$

‘গ’ প্রশ্নোত্তর হতে পাই, কূপের গভীরতা, $h = 44.1 \text{ m}$

উদ্দীপকের তথ্যানুসারে, পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার 3.33 s সময় পর পানির শব্দ শোনা যায়।

\therefore কূপের 44.1 m উচ্চতা অতিক্রম করতে শব্দের সময় লাগে,
 $t_1 = 3.33 \text{ s} - 3 \text{ s} = 0.33 \text{ s}$

$$\therefore \text{ এই সময় বায়ুতে শব্দের গতিবেগ, } v = \frac{h}{t_1} = \frac{44.1 \text{ m}}{0.33 \text{ s}} = 133.64 \text{ ms}^{-1}$$

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

সুতরাং উদ্দীপকের ঘটনায় শব্দের গতিবেগ পরিবর্তিত হয়েছে।

- প্রশ্ন ১৬** একটি কূপের ভিতর একটি পাথর ছেড়ে দেওয়া হল। পাথরটি পানির উপরিতলকে 29.4 ms^{-1} বেগে আঘাত করল। পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার 3.13 সে. পর পানির শব্দ শোনা গেল। 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1} ।

- ক. 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ কত? ১
 খ. দুই টুকরো বরফ এক সঙ্গে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায় কেন? ২

- গ. কূপটির গভীরতা নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. শব্দের গতিবেগে কোন পরিবর্তন ঘটেছে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

- ক** 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 332 ms^{-1} ।

খ দুই টুকরো বরফ এক সঙ্গে চেপে ধরলে জোড়া লেগে যায়। কারণ— বরফ টুকরো দুটোর স্পর্শতলে চাপ পড়ায় সেখানে, গলনাঙ্ক কমে যায় অর্থাৎ গলনাঙ্ক 0°C এর চেয়ে কম হয়। কিন্তু স্পর্শ তলের উষ্ণতা 0°C থাকে। তাই স্পর্শতলের বরফ গলে যায়। গলার জন্য প্রয়োজনীয় তাপ বরফ থেকে সংগৃহীত হবে। চাপ অপসারণে বরফের গলনাঙ্ক পুনরায় 0°C হয়। তাই স্পর্শ তলের বরফ গলা পানি জমে দুই টুকরো বরফ একটুকরো পরিণত হয়।

গ

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি,} & \quad \left\{ \begin{array}{l} u = 0 \\ v = 29.4 \text{ ms}^{-1} \\ g = 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ h = ? \end{array} \right. \\ v^2 = u^2 + 2gh & \end{aligned}$$

$$\text{বা, } (29.4)^2 = 0 + 2 \times 9.8 \times h$$

$$\text{বা, } h = \frac{(29.4)^2}{2 \times 9.8} = \frac{864.36}{19.6}$$

$$\therefore h = 44.1 \text{ m}$$

\therefore কূপের গভীরতা 44.1m. (Ans.)

ঘ

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি,} & \quad \left\{ \begin{array}{l} h = 44.1 \text{ m} \\ u = 0 \\ g = 9.8 \text{ ms}^{-2} \\ t = ? \end{array} \right. \\ h = ut + \frac{1}{2} gt^2 & \\ h = 0 + \frac{1}{2} gt^2 & \\ t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 44.1}{9.8}} & \end{aligned}$$

$$\therefore t = 3 \text{ s}$$

\therefore কূপে পাথর পরার পর শব্দ দিয়ে আসতে সময় লাগে = $3.13 \text{ s} - 3 \text{ s} = 0.13 \text{ s}$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি,} & \quad \left\{ \begin{array}{l} h = 44.1 \text{ m} \\ t = 0.13 \text{ s} \end{array} \right. \\ h = vt & \\ v = \frac{h}{t} = \frac{44.1}{0.13} = 339.23 & \end{aligned}$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, শব্দের গতিবেগের পরিবর্তন ঘটেছে। 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 332 ms^{-1} হয়। কিন্তু এক্ষেত্রে 339.231 ms^{-1} হয়েছে। সুতরাং বলা যায় ঐ স্থানে তাপমাত্রা 0°C থেকে বেশি ছিল।

প্রশ্ন ১৭ মনির পাহাড়ের কাছে গিয়ে একটি শব্দ উচ্চারণ করলো। সে লক্ষ্য করলো একটি ন্যূনতম দূরত্বের চেয়ে কম দূরত্বে শব্দটির পুনরাবৃত্তি হয় না। সে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে গিয়ে পুনরাবৃত্তি লক্ষ্য করলো। ঐ সময় বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C ।

- ক. 0°C তাপমাত্রার বাতাসে প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব ন্যূনতম কত হওয়া প্রয়োজন? ১
 খ. প্রতিধ্বনি প্রতিফলনের জন্যে ঘটে— ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. মনির ও পাহাড়ের মাঝে ন্যূনতম কত দূরত্ব হলে ঐ তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি সৃষ্টি হবে নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. 40°C তাপমাত্রায় মনির প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

◀ শিখনফল-৪ ও ৭

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক 0°C তাপমাত্রার বাতাসে প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব কমপক্ষে 16.6 মিটার হওয়া প্রয়োজন।

খ শব্দ তরঙ্গ তার চলার পথে বাধাপ্রাপ্ত হলে শব্দ তরঙ্গ পূর্বের মাধ্যমে ফিরে আসে। একে শব্দের প্রতিফলন বলে। প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসার ফলে শব্দটি পুনরায় শুনতে পাওয়া যায় যা প্রতিধ্বনি। শব্দ থেকে উৎপন্ন প্রতিধ্বনি শুনার জন্য প্রতিফলক পৃষ্ঠের দূরত্ব ও আকৃতির ওপর নির্ভর করতে হয়। তাই বলা যায় প্রতিধ্বনি প্রতিফলনের জন্যে ঘটে।

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

$$0^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি, } v_0 = 332\text{m/s}$$

$$30^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি, } v_T = 332 + 30 \times 0.6 = 350\text{m/s}$$

প্রতিধ্বনি শোনার জন্যে শব্দ ও প্রতিধ্বনি শোনার সময়ের ব্যবধান 0.1 সেকেন্ড হতে হয়।

$$\text{অর্থাৎ, } t = 0.1 \text{ s}$$

শব্দ প্রতিফলিত হয়ে পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসতে মূলশব্দের উৎস ও প্রতিফলকের দূরত্বের (d) দ্বিগুণ দূরত্ব অতিক্রম করে।

$$\text{তাই দূরত্ব, } s = 2d$$

$$\text{আমরা জানি, } s = 2d$$

$$\text{বা, } 2d = vt$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2} = \frac{350 \times 0.1}{2}$$

$$\text{বা, } 17.5\text{m}$$

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

\therefore ন্যূনতম দূরত্ব 17.5m (Ans.)

ঘ আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি, $v_0 = 332\text{ms}^{-1}$ এবং প্রতি 1°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শব্দের দ্রুতি 0.6ms^{-1} বৃদ্ধি পায়।

$$\therefore 40^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের দ্রুতি, } v_0 = (332 + 0.6 \times 40) \text{ms}^{-1} = 356\text{ms}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } s = v_T t$$

$$\text{বা, } 2d = v_T t$$

$$\text{বা, } = \frac{v_T t}{2} = \frac{356 \times 0.1}{2} = 17.8 \text{ m.}$$

‘গ’ অংশ হতে পাই 30°C তাপমাত্রায় মনির ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কম পক্ষে 17.5 m হলে প্রতিধ্বনি শোনা যায়। কিন্তু 40°C তাপমাত্রায় উক্ত দূরত্বে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না। এক্ষেত্রে মনির ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব ন্যূনতম 17.8m হলে মনির প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

প্রশ্ন 1৮ দুটির পাহাড়ের মাঝে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি জোরে 90 dB এ শব্দ উৎপন্ন করল। তিনি 2.25 sec পর প্রথম প্রতিধ্বনি ও 3.0 sec পর দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনতে পেলেন। ঐ দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 38°C ।

◀ শিখনফল-৪ ও ৭/রাজশাহী কলেজিয়েট স্কুল/

ক. দশা কাকে বলে?

১

- খ. তরঙ্গের তিনটি বৈশিষ্ট্য লিখ। ২
 গ. উদ্দীপকে দাঁড়ানো ব্যক্তি হতে দুই পাহাড়ের দূরত্ব কত? ৩
 ঘ. ঐ ব্যক্তি চতুর্থ ও পঞ্চম প্রতিধ্বনি কখন শুনতে পাবে এবং তিনি প্রতিধ্বনি দুটি পৃথকভাবে শুনতে পাবে কি-না বিশ্লেষণ করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

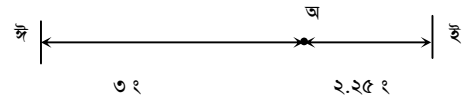
ক কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যেকোনো মুহূর্তের গতির সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে।

খ তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য:

তরঙ্গের মধ্যে নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলো পরিলক্ষিত হয়:

- মাধ্যমের কণার স্পন্দন গতির ফলে তরঙ্গ সৃষ্টি হয় কিন্তু মাধ্যমের কণা স্থানান্তরিত হয় না শুধুমাত্র আন্দোলন মাধ্যমের ভিতর দিয়ে তরঙ্গাকারে সঞ্চারিত হয়।
- তরঙ্গ বেগ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের বেগের থেকে আলাদা। মাধ্যমের সব জায়গায় তরঙ্গ বেগ একই থাকে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলো বিভিন্ন বেগে স্পন্দিত হয়। সাম্যাবস্থানে কণাগুলোর বেগ সবচেয়ে বেশি।
- সব তরঙ্গই শক্তি ও তথ্য সঞ্চারণ করে।

গ



ধরি, B ও C দুটি পাহাড় এবং লোকটি A বিন্দুতে দাঁড়িয়ে।

আমরা জানি,

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\text{বা, } v_2 = v_1 \times \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 332 \times \sqrt{\frac{311}{273}} \text{ms}^{-1} = 354.354 \text{ms}^{-1}$$

আবার,

$$v_2 = \frac{2AB}{t_{AB}}$$

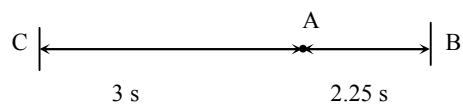
$$\text{বা, } AB = \frac{v_2 t_{AB}}{2} = \frac{354.354 \times 2.25}{2} \text{m} = 398.64 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } v_2 = \frac{2AC}{t_{AC}}$$

$$\text{বা, } AC = \frac{v_2 t_{AC}}{2} = \frac{354.354 \times 3}{2} \text{m} = 531.531 \text{ m}$$

সুতরাং, উদ্দীপকে দাঁড়ানো ব্যক্তি হতে ঐ দুই পাহাড়ের দূরত্ব যথাক্রমে 398.64 m এবং 531.53 m।

ঘ



সে প্রথম প্রতিধ্বনি 2.25 s এবং দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি 3 s পর শুনবে। AB – BA পথে আসা শব্দ AC – CA পথে এবং AC – CA পথে আসা শব্দ AB – BA পথ দিয়ে যাবে। এক্ষেত্রে নতুন প্রতিধ্বনিদ্বয়ের ক্ষেত্রে সময় লাগবে যথাক্রমে (2.25 + 3) s এবং (3 + 2.25) s। এভাবে হিসেব করে আমরা একটা সারণি বানাতে পারি।

প্রতিধ্বনির ক্রম	শব্দ উৎপন্ন করার পর থেকে সময় (s)
1	2.25
2	3
3	2.25 + 3 = 5.25
4	3 + 2.25 = 5.25
5	2.25 + 3 + 2.25 = 7.5
6	3 + 2.25 + 3 = 8.25

৩য় ও ৪র্থ শব্দ একই মুহূর্তে কানে প্রবেশ করায় এ দুটি আলাদাভাবে শোনা যায় না। এ দুটি মিলে ৩য় প্রতিধ্বনি তৈরি করবে। সুতরাং ঐ ব্যক্তি 4 এবং 5 নম্বর প্রতিধ্বনি শুনতে পাবেন 7.5 s ও 8.25 s পর।

প্রশ্ন ▶ ১৯ একটি স্থানে বাতাসে P ও Q উৎস থেকে উৎপন্ন শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 1000 Hz ও 1500 Hz এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.12 m। পানিতে শব্দ তরঙ্গের বেগ 1450 ms⁻¹।

◀ শিখনফল-৪ ও ৭

- ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১
খ. পর্যায়কাল ও কম্পাঙ্কের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। ২
গ. Q উৎসটি পানিতে কম্পিত হলে 50টি পূর্ণ কম্পনে সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩
ঘ. এ স্থানে বায়ুতে কোনো ব্যক্তি প্রতিফলক থেকে 17.5m দূরে দাঁড়িয়ে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

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

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

1 সেকেন্ডের এই স্পন্দন সংখ্যাই কম্পাঙ্ক।

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

গ দেওয়া আছে, Q উৎসের কম্পাঙ্ক, $f_Q = 1500 \text{ Hz}$

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

পূর্ণকম্পন সংখ্যা, $N = 50$

বের করতে হবে, অতিক্রান্ত দূরত্ব, $d = ?$

পানিতে Q উৎস কর্তৃক সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_{wQ} হলে,

$$v_w = f_Q \lambda_{wQ}$$

$$\therefore \lambda_{wQ} = \frac{v_w}{f_Q} = \frac{1450 \text{ ms}^{-1}}{1500 \text{ Hz}} = 0.967 \text{ m}$$

$$\therefore \text{নির্ণেয় দূরত্ব, } d = N \lambda_{wQ} = 50 \times 0.967 \text{ m} = 48.35 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

P ও Q উৎসের কম্পাঙ্ক যথাক্রমে $f_P = 1000 \text{ Hz}$ এবং $f_Q = 1500 \text{ Hz}$ এদের দ্বারা সৃষ্ট শব্দতরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য যথাক্রমে λ_P ও λ_Q হলে,

$$\text{বাতাসে শব্দের বেগ, } v_a = f_P \lambda_P = f_Q \lambda_Q$$

$$\text{বা, } 1000 \times \lambda_P = 1500 \times \lambda_Q$$

$$\therefore \lambda_P > \lambda_Q$$

$$\therefore \text{শর্তমতে, } \lambda_P - \lambda_Q = 0.12 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \frac{v_a}{f_P} - \frac{v_a}{f_Q} = 0.12 \text{ m}$$

$$\text{বা, } v_a \frac{f_Q - f_P}{f_P f_Q} = 0.12$$

$$\text{বা, } v_a = \frac{0.12 f_P f_Q}{f_Q - f_P} = \frac{0.12 \times 1000 \times 1500}{1500 - 1000} = 360 \text{ ms}^{-1}$$

প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস (তথা শ্রোতা) হতে প্রতিফলকের ন্যূনতম দূরত্ব d হলে $2d = vt$

$$\therefore t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 17.5 \text{ m}}{360 \text{ ms}^{-1}} = 0.0972 \text{ sec} < 0.1 \text{ sec}$$

যেহেতু প্রতিধ্বনি শোনার জন্য মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের সময়ের পার্থক্য ন্যূনতম 0.0972 sec হতে হয়, তাই ঐ স্থানে বাতাসে কোনো ব্যক্তি প্রতিফলক থেকে 17.5m দূরে দাঁড়িয়ে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না।

প্রশ্ন ▶ ২০ একটি ফাঁপা লোহার পাইপের এক প্রান্তে শব্দ করলে অপর প্রান্তে 0.35 সেকেন্ড সময় ব্যবধানে দুটি শব্দ শোনা যায়। লোহাতে শব্দের বেগ 5221 ms⁻¹।

◀ শিখনফল-৫ ও ৭/রহনপুর এ.বি. সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়।

- ক. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কাকে বলে? ১
খ. সব শব্দ শোনা যায় কি? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. পাইপের দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩
ঘ. বায়ুর তাপমাত্রা 20°C হলে কত সময় পর ২য় শব্দটি শোনা যাবে? নির্ণয় করো। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ সব শব্দ সব প্রাণী শুনতে পায় না। কোনো প্রাণী কেবলমাত্র ঐ শব্দই শুনবে যা তার শ্রাব্যতার সীমার ভিতরে। যেমন: মানুষের শ্রাব্যতার সীমা 20 Hz থেকে 20000 Hz পর্যন্ত। তাই মানুষ 20Hz থেকে কম কম্পাঙ্কের এবং 20000 Hz থেকে বেশি কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পায় না। শ্রাব্যতার সীমা বিভিন্ন প্রাণীর ক্ষেত্রে বিভিন্ন রকম রকম হয়। এছাড়া, কম্পাঙ্ক শ্রাব্যতার সীমার মধ্যে থাকলেও শব্দের তীব্রতা যদি খুবই কম হয়, তবে তা শোনা যায় না। যেমন: মশার ডানার শব্দ কানের খুব কাছ হতে শোনা গেলেও দূর হতে শোনা যায় না।

গ দুটি শব্দ শোনা যাবে কারণ শব্দ বায়ু মাধ্যম এবং লোহা মাধ্যমে পরিবাহিত হয় এবং এই দুই মাধ্যমে শব্দের বেগ আলাদা।

আমরা জানি,

$$v_a = \frac{l}{t_a}$$

$$\text{বা, } t_a = \frac{l}{v_a} \dots \dots \dots (i)$$

$$v_i = \frac{l}{t_i}$$

এখানে,

বায়ু মাধ্যমে শব্দ পরিবহনের সময় = t_a

লোহায় শব্দ পরিবহনের সময় = t_i

আমরা জানি,

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

দেওয়া আছে,

বা, $t_i = \frac{l}{v_i}$ (ii)

(i) – (ii) থেকে পাই,

$$t_a - t_i = l \left(\frac{1}{v_a} - \frac{1}{v_i} \right)$$

.....(iii)

বা, $0.35 = l \left(\frac{1}{332} - \frac{1}{5221} \right)$

বা, $l = \frac{0.35}{\frac{1}{332} - \frac{1}{5221}}$

= 124.1 m (Ans.)

ঘ) আমরা জানি,

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

বা, $v_2 = v_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$
 $= 332 \times \sqrt{\frac{293}{273}} \text{ ms}^{-1}$
 $= 343.95 \text{ ms}^{-1}$

(গ) এর (iii)নং সমীকরণ থেকে লেখা যায়—

$$t_a - t_i = l \left(\frac{1}{v_a} - \frac{1}{v_i} \right)$$

$$= 124.1 \left(\frac{1}{343.95} - \frac{1}{5221} \right) \text{ s}$$

$$= 0.337 \text{ s}$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল যে, বায়ুর তাপমাত্রা 20°C হলে প্রথম শব্দ শোনার 0.337 s পর দ্বিতীয় শব্দটি শোনা যাবে।

প্রশ্ন ▶ ২১ স্টেশনে দাঁড়ানো ট্রেনটি চলতে শুরু করার 2 সেকেন্ড পরে গাছে বসা এক ব্যক্তি শব্দটি শুনতে পায়। ট্রেন থেকে 2km দূরে রেল লাইনের উপর কান পেতে শুয়ে থাকা ব্যক্তি একই শব্দ শুনতে পায়। ঐ সময়ে ঐ স্থানের তাপমাত্রা ছিল 30°C।

- ক. সরল দোলকের গতি কোন ধরনের গতি? ১
 খ. বাদুড় রাতে চলাচল করতে স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে কেন? ২
 গ. শব্দ উৎস স্টেশন থেকে গাছে বসা ব্যক্তির দূরত্ব কত? ৩
 ঘ. কোনো ব্যক্তি আগে শব্দ শুনতে পাবে- উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি।

খ) বাদুড় চোখে দেখে না। তাই শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করে প্রতিফলনের সাহায্যে অবস্থান নিশ্চিত করে পথ চলে। রাতে প্রকৃতি অনেকটা নিস্তব্ধ থাকে, তাই বাদুড়ের প্রতিধ্বনি শুনতে সুবিধা হয়। এজন্য বাদুড় রাতে চলাচল করতে স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে।

গ) আমরা জানি, 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v_0 = 332 \text{ m/s}$
 $\therefore 30^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v = (332 + 0.6 \times 30) \text{ m/s}$
 $= 350 \text{ m/s}$

স্টেশন থেকে শ্রোতা পর্যন্ত শব্দ পৌঁছাতে সময় লাগে, $t = 2 \text{ sec}$

সুতরাং স্টেশন থেকে গাছে বসা ব্যক্তির দূরত্ব, $s = vt = 350 \times 2$
 $= 700 \text{ m (Ans.)}$

লোহায় শব্দের বেগ, $v_i = 5221 \text{ ms}^{-1}$
 এবং $t_a - t_i = 0.35 \text{ s}$
 পাইপের দৈর্ঘ্য, $l = ?$

এখানে,
 প্রাথমিক তাপমাত্রা,
 $T_1 = 273 \text{ K}$
 শব্দের বেগ, $v_1 = 332 \text{ ms}^{-1}$
 চূড়ান্ত তাপমাত্রা,
 $T_2 = (273 + 20)\text{K} = 293\text{K}$
 শব্দের বেগ = v_2
 পাইপের দৈর্ঘ্য, $l = 124.1 \text{ m}$
 লোহায় শব্দের বেগ,
 $v_i = 5221 \text{ ms}^{-1}$
 দুই শব্দ শুনার মধ্যবর্তী
 সময়, $t_a - t_i = ?$

ঘ) আমরা জানি, ট্রেন-লাইনে ব্যবহার করা হয় লোহার পাত। লোহাতে শব্দের বেগ প্রায় 5221 m/s

অর্থাৎ $v = 5221 \text{ m/s}$

শুয়ে থাকা ব্যক্তির দূরত্ব, $s = 2 \text{ km} = 2000 \text{ m}$

মনে করি, শুয়ে থাকা ব্যক্তির শব্দ শুনতে সময় লাগবে $t \text{ sec}$

আমরা জানি, $s = vt$

বা, $t = \frac{s}{v}$

বা, $t = \frac{2000}{5221}$

বা, $t = 0.383 \text{ sec}$

কিন্তু গাছে বসা ব্যক্তির শব্দ শুনতে সময় লাগে 2 sec

সুতরাং শুয়ে থাকা ব্যক্তি আগে শব্দ শুনতে পাবে।

প্রশ্ন ▶ ২২ কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কালকে যথাক্রমে f ও T দিয়ে প্রকাশ করা হয়। এ দুটি রাশির মধ্যে সুনির্দিষ্ট সম্পর্ক বিদ্যমান। কোনো নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কে কম্পনরত একটি বস্তু A মাধ্যমে 20cm তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং 160 m/s বেগ সম্পন্ন তরঙ্গ উৎপন্ন করে। বস্তুটি B মাধ্যমে 240 m/s বেগের তরঙ্গ উৎপন্ন করে।

◀ শিখনফল-৬

- ক. কম্পাঙ্কের মাত্রা লিখ। ১
 খ. কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কাল কীভাবে সম্পর্কিত — ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. B মাধ্যমে তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. A মাধ্যমে যে সময়ে তরঙ্গটি 320m অগ্রসর হবে সেই সময়ে B মাধ্যমে তরঙ্গটি কতগুলো পূর্ণ স্পন্দন দিবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কম্পাঙ্কের মাত্রা, $[f] = T^{-1}$ ।

খ) কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কালকে যথাক্রমে f ও T দিয়ে প্রকাশ করা হয়। একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে কম্পনশীল বস্তুর যে সময় লাগে তাকে পর্যায়কাল বলে।

এখন, T সেকেন্ডে সম্পন্ন হয় 1টি কম্পন।

সুতরাং, 1 সেকেন্ডে সম্পন্ন হয় $\frac{1}{T}$ টি কম্পন।

কম্পাঙ্কের সংজ্ঞানুসারে, $f = \frac{1}{T}$

অর্থাৎ, কম্পাঙ্ক পর্যায়কালের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

গ) আমরা জানি, $v = f\lambda$

এখানে, A মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_A = 20\text{cm} = 0.2\text{m}$

A মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ, $v_A = 160 \text{ ms}^{-1}$

B মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ, $v_B = 240 \text{ ms}^{-1}$

বের করতে হবে, B মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_B = ?$

মনে করি, তরঙ্গের কম্পাঙ্ক f যা উভয় মাধ্যমে একই থাকে।

A মাধ্যমে বেগ, $v_A = f\lambda_A$

বা, $f = \frac{v_A}{\lambda_A} = \frac{160 \text{ ms}^{-1}}{0.2 \text{ m}}$

$\therefore f = 800 \text{ Hz}$

B মাধ্যমে বেগ, $v_B = f\lambda_B$ বা, $\lambda_B = \frac{v_B}{f} = \frac{240 \text{ ms}^{-1}}{800 \text{ s}^{-1}} = 0.3\text{m}$

\therefore B মাধ্যমের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 0.3m। (Ans.)

ঘ) A মাধ্যমে শব্দের বেগ, $v_A = 160\text{m/s}$

আমরা জানি, $v = \frac{s}{t}$

$$\text{বা, } t = \frac{s}{v}$$

∴ 320 m দূরত্ব অতিক্রম করতে সময়, $t = \frac{s}{v} = \frac{320}{160} = 2\text{s}$

আবার,

B মাধ্যমে শব্দের বেগ, $v_B = 240\text{ m/s}$

∴ B মাধ্যমে 1s এ অগ্রসর হয় = 240m

∴ B মাধ্যমে 2s এ অগ্রসর হয় = $240 \times 2 = 480\text{m}$

যেহেতু B মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_B = 0.3\text{m}$ সেহেতু

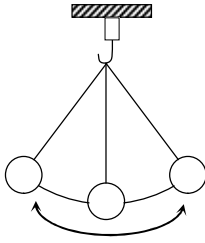
0.3m অতিক্রমে পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে = 1 টি

∴ 1m অতিক্রমে পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে = $\frac{1}{0.3}$ টি

∴ 480m অতিক্রমে পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে = $\frac{480 \times 1}{0.3} = 1600$ টি

∴ B মাধ্যমে তরঙ্গটি 1600টি পূর্ণ স্পন্দন দিবে।

প্রশ্ন ▶ ২৩



চিত্রে প্রদর্শিত দোলকটি অল্প বিস্তারে দুলছে এবং দোলকটি 10sec-এ 25টি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করে।

◀ পিখনফল-৬

- ক. পর্যায়কাল কাকে বলে? ১
 খ. সরল দোলগতি বলতে কী বোঝায়? ২
 গ. চিত্রে প্রদর্শিত দোলকটির পর্যায়কাল নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. প্রতি ঘণ্টায় উদ্দীপকের দোলকের পর্যায়কাল 10% করে বাড়তে থাকলে সময় গণনার 24 তম ঘণ্টায় কয়টি দোলন দিবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি পূর্ণ স্পন্দনের সময়কে পর্যায়কাল বলে।

খ কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল বল যদি সর্বদা বস্তুর গতিপথের মধ্য বিন্দুর অভিমুখী হয় এবং ঐ বিন্দু থেকে বস্তুর সরণ সমানুপাতিক হয় তবে সেই বলের অধীনে বস্তুর গতিকে সরল দোলগতি বলে। যেমন-স্বল্প বিস্তারের সরল দোলকের গতি।

গ আমরা জানি, এখানে, সময়, $t = 10\text{ sec}$

$$T = \frac{t}{N}$$

দোলন সংখ্যা, $N = 25$ টি

$$= \frac{10}{25} = 0.4\text{ sec}$$

পর্যায়কাল, $T = ?$

∴ নির্ণয়ে চিত্রে প্রদর্শিত দোলকের দোলনকাল 0.4 sec (Ans.)

ঘ 1 ঘণ্টা শেষে পর্যায়কাল হবে = $T + T$ এর $10\% = \frac{11}{10} T$

2 ,, ,, ,, ,, = $\frac{11}{10} T + \frac{11}{10} T$ এর 10%

$$= \left(\frac{11}{10}\right)^2 T$$

সুতরাং 23 ঘণ্টা শেষে বা 24 তম ঘণ্টায় পর্যায়কাল হবে,

$$T' = \left(\frac{11}{10}\right)^{23} T$$

$$= \left(\frac{11}{10}\right)^{23} \times 0.4 = 3.58\text{ sec}$$

24 তম ঘণ্টায় সময়কাল, $t = 1\text{ hr} = 3600\text{ s}$

দোলন সংখ্যা, $N = ?$

আমরা জানি, একটি কম্পন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে, তা-ই হলো পর্যায়কাল।

সুতরাং $T' = \frac{t}{N}$

$$\therefore N = \frac{t}{T'} = \frac{3600\text{ s}}{3.58\text{ s}}$$

$$= 1005.6$$

$$\approx 1006\text{ সংখ্যক}$$

সুতরাং সময় গণনার 24 তম ঘণ্টায় দোলনটি 1006 সংখ্যক বার দোলন দিবে।

প্রশ্ন ▶ ২৪ 8:15 A.M. এর ক্লাসের ঘণ্টা শূনে একজন ছাত্র ক্লাস থেকে 500m দূরে থাকা অবস্থায় তার বাড়ির সময় 8:15 A.M. ঠিক করল। সেই সময়ের তাপমাত্রা ছিল 22°C ও ঘণ্টার শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 40cm।

◀ পিখনফল-৬

- ক. ডিজিটাল সংকেত কী? ১
 খ. মাধ্যমের প্রকৃতির উপর শব্দের বেগের নির্ভরশীলতা ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. ঘণ্টার শব্দের কম্পাঙ্ক কত? ৩
 ঘ. ছাত্রটির বাড়ির সময় কি সঠিক ছিল নাকি ভুল? ব্যাখ্যা কর। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যোগাযোগ সংকেত শুধু কিছু নির্দিষ্ট মান গ্রহণ করতে পারে তাকে ডিজিটাল সংকেত বলে।

খ শব্দের বেগ মাধ্যমের স্থিতিস্থাপকতাও ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল। বায়ু, পানি এবং লোহাতে শব্দের বেগ ভিন্ন। 20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 344ms^{-1} , পানিতে 1450ms^{-1} এবং লোহাতে 5130ms^{-1} । সাধারণভাবে বলা যায়, বায়ুতে শব্দের বেগ কম, তরলে তার চেয়ে বেশি আর কঠিন পদার্থে সবচেয়ে বেশি।

গ দেওয়া আছে,

বায়ুর তাপমাত্রা 22°C

শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 40\text{ cm} = 0.4\text{m}$

মনে করি,

$$\begin{aligned} \text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } v &= v_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}} \\ &= 332 \sqrt{\frac{273 + 22}{273}} \\ &= 345.12\text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = ?$

আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

$$\text{বা, } f = \frac{345.12}{0.4}$$

$$\text{বা, } f = 863 \text{ Hz (Ans.)}$$

ঘ মনে করি,

শব্দটি ছাত্রের কাছে পৌঁছাতে t সময় লাগবে,

উদ্দীপক হতে পাই, ঘন্টার দূরত্ব, $s = 500 \text{ m}$

‘গ’ অংশ হতে পাই, 22°C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ, $v = 345.2 \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি,

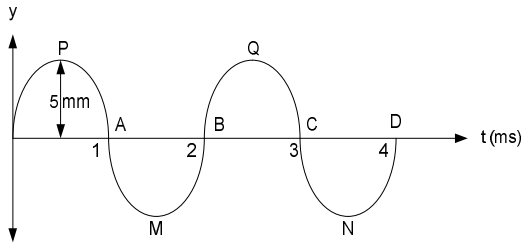
$$s = vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{500}{345.2}$$

$$\text{বা, } t = 1.45 \text{ s}$$

অর্থাৎ, ছাত্রটির ঘড়ি সঠিকভাবে সময় প্রদর্শন করবে না। সেটি সঠিক সময় হতে 1.45s পিছিয়ে থাকবে।

প্রশ্ন ▶ ২৫



- ক. তরঙ্গ কত প্রকার? ১
- খ. অনুপ্রস্থ তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য আলোচনা করো। ২
- গ. 300 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

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরঙ্গ ২ প্রকার। অনুপ্রস্থ তরঙ্গ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

খ অনুপ্রস্থ তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গের দিকের সাথে লম্বদিকে স্পন্দিত হয়। ফলে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ মাধ্যমে তরঙ্গাংশীর্ণ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চারিত হয়। একটি তরঙ্গাংশীর্ণ ও একটি তরঙ্গপাদ মিলে একটি তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠন করে।

গ চিত্র হতে দেখি, তরঙ্গটি 2 ms এ একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে।

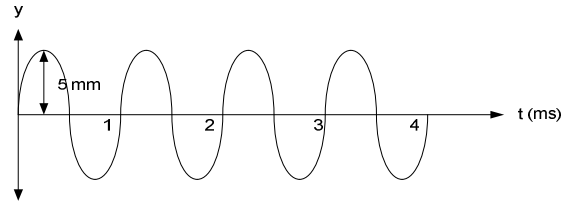
$$\text{এখানে } T = 2\text{ms} = \frac{2}{1000} \text{ s} = 0.002\text{s} \text{ এবং } f = \frac{1}{T}$$

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

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

$$\therefore \text{তরঙ্গটি } t = 300 \text{ s এ পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করবে } ft = 500 \times 300 = 1.5 \times 10^5 \text{ টি}$$

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



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

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

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

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

প্রশ্ন ▶ ২৬ ঘটনা-১

একটি সুরশলাকা দ্বারা সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের ক্ষেত্রে নিচের ছকটি লক্ষ্য কর:

মাধ্যম	তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (m)	বেগ (ms^{-1})
A	0.046	—
B	0.2	1500

ঘটনা-২

বায়ু মাধ্যমে দুটি উৎস দ্বারা সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্কের পার্থক্য 32 Hz এবং উৎস দুটির একটির তরঙ্গ 9টি কম্পন দিয়ে এবং অপরটির তরঙ্গ 10টি পূর্ণ কম্পন দিয়ে একই দূরত্ব অতিক্রম করে।

- ক. পর্যায়কাল কাকে বলে? ১
- খ. শব্দ তরঙ্গ একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. ঘটনা-১ এর তথ্য হতে A মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. ঘটনা-২ এ উৎস দুটির কম্পাঙ্ক কত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সময়ে তরঙ্গের উপরস্থ কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন হয় তাকে পর্যায়কাল বলে।

খ যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিকের সাথে সমান্তরালভাবে অগ্রসর হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। শব্দ তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর সামনে-পেছনে স্পন্দন গতির সমান্তরালে প্রবাহিত হয়। মাধ্যমে একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ নিয়ে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত। তাই শব্দ একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

গ দেওয়া আছে,

$$B \text{ মাধ্যমে শব্দের বেগ, } v_B = 1500 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_B = 0.2\text{m}$$

$$\therefore \text{সুরশলাকার কম্পাঙ্ক, } f = \frac{v_B}{\lambda_B} = \frac{1500 \text{ ms}^{-1}}{0.2\text{m}} = 7500 \text{ Hz}$$

আবার, A মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_A = 0.046\text{m}$

$$\therefore A \text{ মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের বেগ, } v = f\lambda_A = 7500 \text{ Hz} \times 0.046 = 345 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ মনে করি, শব্দ উৎস দুটির কম্পাঙ্ক যথাক্রমে f_1 ও f_2

এদের তরঙ্গদৈর্ঘ্য যথাক্রমে λ_1 ও λ_2 হলে প্রশ্নমতে,

$$9\lambda_1 = 10\lambda_2$$

$$\text{বা, } 9 \frac{v}{f_1} = 10 \frac{v}{f_2}$$

$$\text{বা, } \frac{f_2}{f_1} = \frac{10}{9}$$

$$\therefore f_2 > f_1$$

$$\therefore f_2 - f_1 = 32 \text{ Hz [প্রদত্ত উপাত্ত মতে]}$$

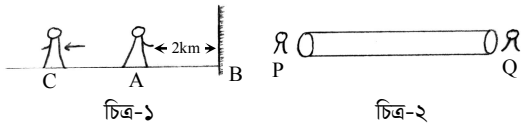
$$\text{বা, } \frac{10}{9} f_1 - f_1 = 32$$

$$\text{বা, } f_1 = 32 \times 9 = 288 \text{ Hz}$$

$$f_2 = \frac{10}{9} \times 288 \text{ Hz} = 320 \text{ Hz}$$

সুতরাং, শব্দ উৎস দুটির কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 288 Hz ও 320 Hz।

প্রশ্ন ২৭



চিত্র-১ এ ব্যক্তিটি গুলি করে AC পথে দৌড় দেয় এবং 11.5 সেকেন্ড পর প্রতিধ্বনি শুনতে পান। দিনের তাপমাত্রা 30°C।

চিত্র-২ এ লোহার পাইপের এক পাশ থেকে P ব্যক্তিটি ঘণ্টা বাজালো। Q ব্যক্তিটি ২ সেকেন্ড সময় ব্যবধানে দুটি শব্দ শুনতে পেল। লোহাতে শব্দের বেগ 5200 ms⁻¹ এবং দিনের তাপমাত্রা ছিল 50°C।

শিখনফল-৬ ও ৭

- ক. তরঙ্গ কী? ১
- খ. শব্দ দূষণ কী ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. চিত্র-১ এ ব্যক্তিটি কত বেগে দৌড় দিয়েছিল। ৩
- ঘ. চিত্র-২ এ লোহার পাইপের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চারিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তা-ই তরঙ্গ।

খ বিভিন্ন উৎস থেকে জোরালো এবং অপ্রয়োজনীয় শব্দ যখন মানুষের সহনশীলতার মাত্রা ছড়িয়ে বিরক্তি ঘটায় এবং স্বাস্থ্যের ক্ষতিসাধন করে তখন তাকে শব্দ দূষণ বলে। অর্থাৎ মানুষের সহনীয় শ্রবণ সীমার উপরের কোনো শব্দ মানুষের কানে যন্ত্রণার সৃষ্টি করে। মাইকের অবাধ ব্যবহার, পটকা ফোটার আওয়াজ, কলকারখানার শব্দ, গাড়ির হর্নের আওয়াজ, উড়োজাহাজ ও জঙ্গী বিমানের তীব্র শব্দের কারণে শব্দ দূষণ হয়।

গ এখানে, 30°C তাপমাত্রার শব্দের বেগ,

$$v = v_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

$$= 332 \sqrt{\frac{273+30}{273}}$$

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

লোকটির প্রতিধ্বনি শুনতে সময় নেয়, $t = 11.5 \text{ s}$

$$\therefore \text{শব্দ কর্তৃক মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = vt$$

$$= 350 \times 11.5$$

$$= 4025 \text{ m}$$

গুলি করার স্থান থেকে প্রতিফলকের দূরত্ব = 2000 m

$$\therefore \text{লোকটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, } d = (4025 - 2 \times 2000) \text{ m}$$

$$= 25 \text{ m}$$

$$\therefore \text{লোকটির বেগ, } v = \frac{d}{t}$$

$$= \frac{25}{11.5} \text{ ms}^{-1}$$

$$= 2.17 \text{ ms}^{-1}$$

অর্থাৎ চিত্র-১ ব্যক্তিটি 2.17 ms⁻¹ বেগে দৌড় দিয়েছিল (Ans.)

ঘ দেওয়া আছে,

$$\text{লোহাতে শব্দের বেগ, } v_1 = 5200 \text{ ms}^{-1}$$

$$50^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v_2 = (332 + 0.6 \times 50)$$

$$= 362 \text{ ms}^{-1}$$

মনে করি, লোহার পাইপের দৈর্ঘ্য = L

লোহাতে শব্দ শুনতে প্রয়োজনীয় সময় t_1 ও বাতাসে শুনতে প্রয়োজনীয় সময় t_2 হলে,

প্রশ্নমতে, $t_2 - t_1 = 2$

$$\text{বা, } \frac{L}{v_2} - \frac{L}{v_1} = 2$$

$$\text{বা, } L \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right) = 2$$

$$\text{বা, } L \left(\frac{1}{362} - \frac{1}{5200} \right) = 2$$

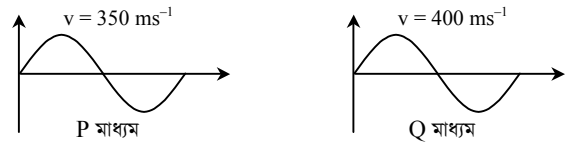
$$\text{বা, } L \times 2.57 \times 10^{-3} = 2$$

$$\text{বা, } L = \frac{2}{2.57 \times 10^{-3}}$$

$$= 778.17 \text{ m}$$

\therefore লোহার পাইপের দৈর্ঘ্য = 778.17 m

প্রশ্ন ২৮



P ও Q মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.4 m।

শিখনফল-৬ ও ৭

- 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 শব্দটির 30 টি কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য কত হবে? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে তরঙ্গ মাধ্যমের কম্পনের দিকের সাথে সমান্তরালভাবে অগ্রসর হয় তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।

খ বায়ু অপেক্ষা পানির ঘনত্ব বেশি হওয়ায় পানিতে শব্দের বেগ বেশি।

আমরা জানি, শব্দ সঞ্চারনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন এবং বায়ুর তুলনায় পানির স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম অনেক বেশি। তাই একই কম্পাঙ্কের শব্দ যখন বায়ু ও পানির মধ্য দিয়ে গমন করে, তখন বায়ুর তুলনায় পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃহত্তর মানের হয়। তাই $v = f\lambda$ সূত্রানুসারে কম্পাঙ্ক (f) ধ্রুব থাকায় বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

গ উদ্দীপকের তথ্যানুসারে,

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

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

P ও Q মাধ্যমে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য, $\lambda_P \sim \lambda_Q = 0.4 \text{ m}$
যেহেতু $v_Q > v_P$ এবং কম্পাঙ্ক (f) ধ্রুবমানের

$$\therefore v = f\lambda \text{ সূত্রানুসারে, } \lambda_Q > \lambda_P$$

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

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

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

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

$$\therefore f = \frac{50 \text{ ms}^{-1}}{0.4 \text{ m}} = 125 \text{ Hz} = 125 \text{ s}^{-1}$$

$$\therefore Q \text{ মাধ্যমে শব্দের পর্যায়কাল, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{125 \text{ s}^{-1}} = 0.008 \text{ s (Ans.)}$$

ঘ P ও Q মাধ্যমে একই ধরনের তরঙ্গ সঞ্চারিত হওয়ায় এ তরঙ্গদ্বয়ের কম্পাঙ্ক একই। মাধ্যমদ্বয়ে শব্দের বেগ ভিন্ন হওয়ায় এদের তরঙ্গদৈর্ঘ্যে পার্থক্য হবে।

P মাধ্যমে শব্দের 30 টি কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব = $30\lambda_P$

এবং Q মাধ্যমে শব্দের 30 টি কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব = $30\lambda_Q$

\therefore P ও Q মাধ্যমে শব্দের 30 টি কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্বের

$$\text{পার্থক্য} = 30\lambda_Q - 30\lambda_P$$

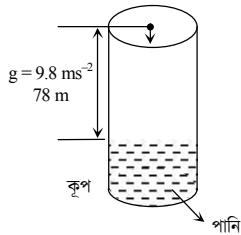
$$= 30(\lambda_Q - \lambda_P)$$

$$= 30 \times 0.4 \text{ m [উদ্দীপক হতে, } \lambda_Q - \lambda_P = 0.4 \text{ m]}$$

$$= 12 \text{ m}$$

অতএব, P ও Q মাধ্যমে শব্দটির 30টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য 12 m।

প্রশ্ন ২৯ নমিতা একটি থামা ঘড়ির সাহায্যে কুপের মুখ থেকে বস্তুটি ফেলে দেয়ার মুহূর্ত থেকে বস্তুটির পানিতে পতনের শব্দ কানে আসা পর্যন্ত সময় রেকর্ড করল 4.21s



ক. শব্দের প্রতিধ্বনি কী? ১

খ. শব্দদূষণ বলতে কী বুঝ? বর্ণনা কর। ২

গ. কত সময়ে পাথর বস্তুটি পানিকে স্পর্শ করবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্য থেকে ঐ স্থানের সঠিক তাপমাত্রা নির্ণয় সম্ভব কি- না গাণিতিক যুক্তিসহ উপস্থাপন কর। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ বিভিন্ন উৎস থেকে উৎপন্ন জোরালো এবং অপ্রয়োজনীয় শব্দ যখন মানুষের সহনশীলতার মাত্রা ছাড়িয়ে বিরক্তি ঘটায় ও স্বাস্থ্যের ক্ষতিসাধন করে তখন তাকে শব্দ দূষণ বলে। শব্দ দূষণের ফলে স্বাস্থ্যজনিত মারাত্মক সমস্যার সৃষ্টি হতে পারে।

গ মনে করি, পাথর খন্ডটি t sec পর পানিকে স্পর্শ করে।

আমরা জানি,

$$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$\text{বা, } 78 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$$

$$\text{বা, } 78 = 4.9 t^2$$

$$\therefore t = 3.99 \text{ sec}$$

সুতরাং, পাথর খন্ডটি 3.99 sec এ পানিকে স্পর্শ করে। (Ans.)

ঘ এখানে,

পাথরটি পানিতে পতিত হতে প্রয়োজনীয় সময়, $t' = 3.99 \text{ s}$

পাথর পতিত হতে ও শব্দ কানে আসতে মোট প্রয়োজনীয় সময়, $t'' = 4.21 \text{ s}$

$$\therefore \text{শব্দ কানে আসতে প্রয়োজনীয় সময়, } t = t'' - t' = (4.21 - 3.99) \text{ s} = 0.22 \text{ s}$$

শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 78 \text{ m}$

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

আমরা জানি,

$$s = vt$$

$$\text{বা, } v = \frac{s}{t}$$

$$\text{বা, } v = \frac{78}{0.22}$$

$$\therefore v = 354.55 \text{ ms}^{-1}$$

আবার, 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ $v' = 332 \text{ ms}^{-1}$

মনে করি, ঐ স্থানের তাপমাত্রা $T(\text{K})$

আমরা জানি, $V \propto \sqrt{T}$

$$\therefore \frac{V}{V_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

$$\text{বা, } \frac{T}{T_0} = \left(\frac{V}{V_0}\right)^2$$

$$\therefore T = T_0 \left(\frac{V}{V_0}\right)^2$$

$$= 273 \times \left(\frac{354.55}{332}\right)^2$$

$$= 311.3 \text{ K}$$

$$= (311.3 - 273) \text{ K}$$

$$= 38.3^\circ\text{C}$$

\therefore ঐ স্থানের তাপমাত্রা = 38.3°C

সুতরাং, উদ্দীপকের তথ্য হতে ঐ স্থানের সঠিক তাপমাত্রা নির্ণয় সম্ভব এবং তা 38.3°C .

প্রশ্ন ৩০ 134 ms^{-1} গতিবেগে অনুভূমিক রেখা বরাবর উড়ন্ত একটি বিমান থেকে বুলেট ছোড়া হল। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে প্রতিফলিত প্রতিধ্বনি 4s পর পাইলট শুনতে পারে। বায়ুতে শব্দের বেগ 341 ms^{-1} ।

ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

১

- খ. সকল স্পন্দন গতিই পর্যায়বৃত্ত গতি, কিন্তু সকল পর্যায়বৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয়। ২
- গ. ঐ স্থানে ঐ সময়কাল তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের তথ্য থেকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে বিমানের উচ্চতা নির্ণয় করা সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো স্পন্দনরত কণা প্রতি সেকেন্ডে যে কয়টি পূর্ণস্পন্দন সম্পন্ন করে তাকে কম্পাংক বলে।

খ সকল স্পন্দন গতিই পর্যাবৃত্ত গতি, কারণ স্পন্দন গতি সম্পন্ন বস্তুকণা নির্দিষ্ট সময় পরপর এর গতিপথের নির্দিষ্ট বিন্দুকে একই দিক হতে একই বেগে অতিক্রম করে। তবে স্পন্দন গতি হতে হলে গতিপথ সরলরৈখিক হতে হবে। পর্যাবৃত্ত সকল বস্তুর গতিপথ সরল রৈখিক হয় না, যেমন সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি পর্যাবৃত্ত হলেও এটি সরল রৈখিক নয়। তাই বলা হয়, সকল স্পন্দন গতিই পর্যাবৃত্ত গতি, কিন্তু সকল পর্যাবৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয়।

গ দেওয়া আছে,

বায়ুতে শব্দের বেগ, $v = 341 \text{ ms}^{-1}$

বেগ করতে হবে, তাপমাত্রা, $T = ?$

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

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

তাহলে $T^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, $v = v_0 + 0.6 \times T$

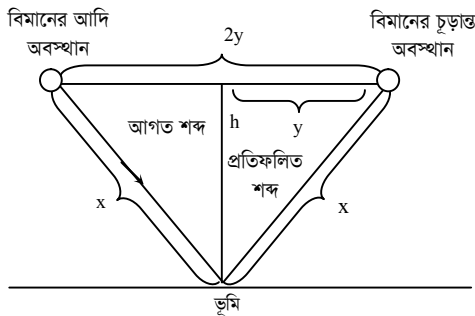
শর্ত মতে, $v_0 + 0.6 \times T = 341$

বা, $332 + 0.6 \times T = 341$

বা, $0.6 \times T = 341 - 332 = 9$

$\therefore T = \frac{9}{0.6} = 15^\circ\text{C}$ (Ans.)

ঘ



ওপরোক্ত চিত্রানুসারে, $2y = \text{বিমানের গতিবেগ} \times \text{সময়কাল}$
 $= 134 \text{ ms}^{-1} \times 4 \text{ sec} = 536 \text{ m}$

$\therefore y = \frac{536 \text{ m}}{2} = 268 \text{ m}$

$x + x = 2x = \text{শব্দ কর্তৃক মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব}$

$= \text{শব্দের গতিবেগ} \times \text{সময়কাল}$

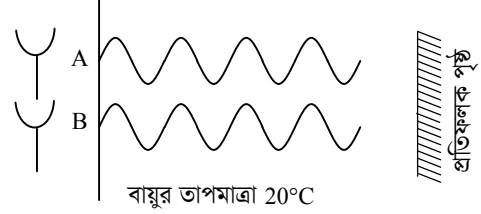
$= 341 \text{ ms}^{-1} \times 4 \text{ sec} = 1364 \text{ m}$

$\therefore x = \frac{1364 \text{ m}}{2} = 682 \text{ m}$

\therefore ভূমি হতে বিমানের উচ্চতা, $h = \sqrt{x^2 - y^2}$
 $= \sqrt{682^2 - 268^2} = 627.14 \text{ m}$

সুতরাং উদ্দীপকের তথ্য থেকে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে বিমানের উচ্চতা নির্ণয় করা সম্ভব।

প্রশ্ন ৩১



চিত্রে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য যথাক্রমে λ_1 ও λ_2 এবং এদের কম্পাংকের পার্থক্য 6 Hz. A তে শব্দের প্রতিধ্বনি শোনার সময় 0.11 সেকেন্ড।

◀ শিখনফল-৬ ও ৭ [ফরিদপুর জিলা স্কুল]

- ক. তীক্ষ্ণতা কাকে বলে? ১
- খ. শব্দের বেগ ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। ২
- গ. A থেকে প্রতিফলকের দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের কোনটি থেকে সৃষ্ট শব্দ মানুষের পক্ষে শোনা সম্ভব? গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ একটি পূর্ণকম্পন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে সেটিই পর্যায়কাল (T) এবং সেই সময়ে তরঙ্গ যেটুকু দূরত্ব অতিক্রম করে সেটাই হচ্ছে তরঙ্গদৈর্ঘ্য (λ)। আবার, প্রতি সেকেন্ডে একটা তরঙ্গ যেটুকু দূরত্ব অতিক্রম করে সেটাই হচ্ছে তরঙ্গের বেগ (v)
 T সেকেন্ডে তরঙ্গ অতিক্রম করে λ দূরত্ব

\therefore 1 সেকেন্ডে তরঙ্গ অতিক্রম করে $\frac{\lambda}{T}$ দূরত্ব

আবার, বেগের সংজ্ঞানুসারে 1 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্বই হলো বেগ।

অর্থাৎ $v = \frac{\lambda}{T}$; কিন্তু কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T}$

$\therefore v = f\lambda$; কম্পাঙ্ক ধ্রুব হলে, $v \propto \lambda$

অর্থাৎ, শব্দের বেগ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক।

গ

আমরা জানি,

$$v \propto \sqrt{T}$$

$$\text{বা, } \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\text{বা, } v_2 = v_1 \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$= 332 \times \sqrt{\frac{293}{273}}$$

$$= 343.95 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,

$$\text{প্রমাণ তাপমাত্রা, } T_1 = 0^\circ\text{C} \\ = 273 \text{ K}$$

পরিবর্তিত তাপমাত্রা,

$$T_2 = 20^\circ\text{C}$$

$$= 293 \text{ K}$$

0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,

$$v_1 = 332 \text{ ms}^{-1}$$

20°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v_2 = ?$

আবার,

আমরা জানি,

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

$$= \frac{343.95 \times 0.11}{2}$$

$$= 18.917 \text{ m (Ans.)}$$

আবার এখানে,

শব্দের বেগ, $v = 343.95 \text{ ms}^{-1}$
 প্রতিধ্বনি শোনার সময়, $t = 0.11 \text{ s}$
 প্রতিফলকের দূরত্ব, $s = ?$

ঘ মনে করি, A এর শব্দের কম্পাঙ্ক, f_1

এবং B এর শব্দের কম্পাঙ্ক, f_2

উদ্দীপকের চিত্র হতে পাই, $4\lambda_1 = 3\lambda_2$

$$\text{বা, } \lambda_1 = \frac{3}{4} \lambda_2$$

যেহেতু $\lambda_1 < \lambda_2$, সুতরাং $f_1 > f_2$

$$\therefore f_1 - f_2 = 6 \text{ Hz} \dots\dots\dots (i)$$

আবার, $\lambda_1 = \frac{3}{4} \lambda_2$

$$\text{বা, } \frac{v}{f_1} = \frac{3}{4} \times \frac{v}{f_2} \left[\because v = f\lambda \text{ বা } \lambda = \frac{v}{f} \right]$$

$$\text{বা, } \frac{f_2}{f_1} = \frac{3}{4}$$

$$\text{বা, } f_2 = \frac{3}{4} f_1 \dots\dots\dots (ii)$$

f_2 এর মান (i) এ বসিয়ে পাই,

$$f_1 - \frac{3}{4} f_1 = 6$$

$$\text{বা, } \frac{f_1}{4} = 6$$

$$\therefore f_1 = 24 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং } f_2 = \frac{3}{4} \times 24 = 18 \text{ Hz}$$

এখানে, $f_1 > 20 \text{ Hz}$ কিন্তু $f_2 < 20 \text{ Hz}$

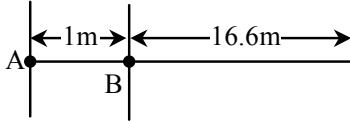
সুতরাং, উদ্দীপকের A হতে উৎপন্ন শব্দ মানুষের পক্ষে শোনা সম্ভব হবে কিন্তু B হতে সৃষ্টি শব্দ মানুষের পক্ষে শোনা সম্ভব নয়।



সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

প্রশ্ন ৩২



বায়ুর তাপমাত্রা = 40°C
 শব্দের কম্পাঙ্ক = 1200 Hz

শিখনফল-২ ও ৪ [রংপুর ক্যাডেট কলেজ]

- কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১
- পানির ঢেউ কেন অনুপ্রস্থ তরঙ্গ? ব্যাখ্যা করো। ২
- শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। ৩
- A বিন্দু থেকে শব্দ উৎপন্ন করলে B বিন্দুতে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ তোমার মতামত দাও। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ পানির ঢেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। কারণ এই তরঙ্গ পানির কণার স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় এবং তরঙ্গে পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ থাকে।

সুপার টিপস: প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্য অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে শব্দের বেগ কীরূপে বৃদ্ধি পায়?

ঘ প্রতিধ্বনি শোনার জন্য শর্ত কী?

প্রশ্ন ৩৩ পুকুরের স্থির পানিতে একজন বালক একটি বল হতে ধরে পানিতে একই জায়গায় দাড়িয়ে বার বার উঠানামা করাচ্ছে। বলটি উঠানামা করানোর জায়গায় যে আলোড়ন সৃষ্টি হয় তা ঐ জায়গায়

আবম্ব না থেকে চারিদিকে পড়ে এবং কালক্রমে পুকুরের সমগ্র অংশে বিস্তৃত হয়। বল উঠানামা করার স্থান থেকে আগত ঢেউগুলো এবং পরে ধাক্কা খেয়ে ফিরে আসা ঢেউগুলো পরস্পর মিলিত হয়ে একটি লম্বি প্রতিক্রিয়া সৃষ্টি করে। পানিতে বল উঠানামার সময় যে শব্দের সৃষ্টি হয় তার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 8.75 cm । উল্লেখ্য বায়ু ও পানিতে শব্দের তরঙ্গ দ্রুতি 332 ms^{-1} ও 1452.5 ms^{-1} ।

শিখনফল-৩

- শব্দের কম্পনের সীমা কত? ১
- পুকুরের স্থির পানিতে ঢিল ছোঁড়া হলে উৎপন্ন তরঙ্গ কী ধরনের ব্যাখ্যা কর। ২
- বল কর্তৃক সৃষ্টি শব্দের (বাতাসে) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- বালক কর্তৃক সৃষ্টি তরঙ্গ একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ-এর যথার্থতা নিরূপণ কর। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শব্দের কম্পনের সীমা হচ্ছে 1 Hz থেকে 20 Hz ।

খ পুকুরের পানিতে ঢিল ফেলা হলে উৎপন্ন তরঙ্গ হলো অনুপ্রস্থ তরঙ্গ। এক্ষেত্রে পানির কণার স্পন্দন হয় উল্লম্ব বরাবর কিন্তু তরঙ্গ আনুভূমিকভাবে সঞ্চারিত হয়। অর্থাৎ মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দন ও তরঙ্গ সঞ্চারনের দিক পরস্পর লম্ব। সুতরাং এ ধরনের তরঙ্গ হলো অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

সুপার টিপস: প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্য অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ বায়ু ও পানিতে শব্দের তরঙ্গ দ্রুতি 332 ms^{-1} ও 1452.5 ms^{-1} । পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 8.75 cm হলে বায়ুতে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

ঘ অনুপ্রস্থ তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য লেখ।

প্রশ্ন ▶ ৩৪ অভি দুপুরে স্কুল থেকে ফেরার পথে পিপসায় কাতর হয়ে পড়ল। সে একটি কুয়ার ধারে একটি রশি ও বালতি দেখতে পেল। রাশিটি 40 মিটার লম্বা। পানি উত্তোলনের জন্য যখন সে বালতিটিকে কুয়ার মধ্যে ফেলতে গেল তখন সেটি কুয়ার মুখে ধাক্কা লেগে শব্দ হল এবং 0.6 সেকেন্ড পরে সেই শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা গেল। ঐ সময় তাপমাত্রা ছিল 30° সে.।

◀ শিখনফল-৪

- ক. তরঙ্গ শীর্ষ কী? ১
খ. শব্দ কী ধরনের তরঙ্গ? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. কুয়ার গভীরতা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. যদি শব্দ 0.2 সেকেন্ড পর ফিরে আসে তাহলে পানি উত্তোলনের জন্য তাকে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করতে হবে? ৪

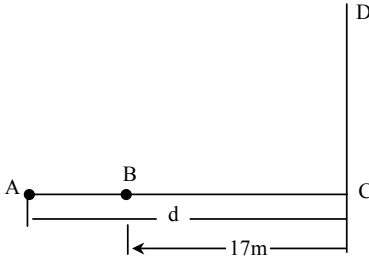
৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সর্বোচ্চ বিন্দুকে তরঙ্গশীর্ষ বলে।
খ শব্দ মাধ্যম ছাড়া সঞ্চারিত হতে পারে না। সুতরাং এটি একটি যান্ত্রিক তরঙ্গ। তদুপরি, শব্দ মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ উৎপন্ন করে সঞ্চারিত হয় এবং শব্দতরঙ্গের দিক মাধ্যমের কণাগুলোর স্পন্দনের দিকের সমান্তরাল। তাই এটি একটি যান্ত্রিক অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ। এরূপ তরঙ্গের ক্ষেত্রে একটি সংকোচন ও একটি প্রসারণ মিলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য গঠিত হয়।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

- গ** 30°C তাপমাত্রায় শব্দ 0.6 sec এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় কর।
ঘ 30°C তাপমাত্রায় একটি শব্দ একটি কুয়ার পানিতে প্রতিফলিত হয় 0.2 sec এ ফিরে আসে। কুয়ার গভীরতা কত?

প্রশ্ন ▶ ৩৫



চিত্রে A ও B দুইটি নির্দিষ্ট স্থান এবং CD একটি উঁচু পাহাড়। A অবস্থানে দাঁড়িয়ে প্রতিধ্বনি শুনার জন্য একজন বালক জোরে চিৎকার করল এবং 2s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। এবার পাহাড়ের দিকে একটু এগিয়ে গিয়ে B অবস্থানে দাঁড়িয়ে একইভাবে জোরে চিৎকার দিল। কিন্তু এবার প্রতিধ্বনি শুনতে পেল না। উলে-খ্য ঐ সময়ে ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 30°C।

◀ শিখনফল-৪ ও ৬

- ক. প্রতিধ্বনি কেন সৃষ্টি হয়? ১
খ. শব্দোত্তর ও শব্দতর তরঙ্গ বলতে কি বুঝ? ২
গ. A অবস্থানে হতে C অবস্থানের দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. B অবস্থানে দাঁড়িয়ে বালকটির প্রতিধ্বনি শুনতে না পারার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক শব্দের প্রতিফলনের কারণে প্রতিধ্বনি সৃষ্টি হয়।
খ উৎসের কম্পাঙ্ক 20Hz থেকে 20,000 Hz এর মধ্যে সীমিত থাকলেই কেবল আমরা শব্দ শুনতে পাই। একে শ্রাব্যতার পাল্লা বলে।

তরঙ্গের পাল্লা 20,000 Hz এর চেয়ে বেশি হলে তাকে শব্দোত্তর তরঙ্গ বলে এবং পাল্লা 20 Hz এর কম হলে তাকে শব্দতর তরঙ্গ বলে।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

- গ** 30°C তাপমাত্রায় ন্যূনতম কত দূরত্বে শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।
ঘ 30°C তাপমাত্রায় শব্দের প্রতি ধ্বনি শুনতে ন্যূনতম দূরত্ব 17.5m হওয়া প্রয়োজন বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন ▶ ৩৬

তরঙ্গদৈর্ঘ্য (m)	0.7	1.0	1.5	2.5	4.0
কম্পাঙ্ক (Hz)	460	320	210	130	80

একটি ফ্যান্টারির অ্যালার্মের উৎস হতে 120m দূরে অবস্থিত এক ব্যক্তি তার ঘড়ির সময় ঠিক করলো। ঐ দিনের তাপমাত্রা 30°C

◀ শিখনফল-৬

- ক. প্রতিধ্বনি কাকে বলে? ১
খ. শব্দের তীব্রতা 2 Wm^{-2} বলতে কী বোঝায়? ২
গ. ফ্যান্টারীর ঘড়ির তুলনায় ঐ ব্যক্তির ঘড়ির সময়ে কত সেকেন্ড ত্রুটি থাকবে নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্ভীপকের আলোকে 'তরঙ্গদৈর্ঘ্য বনাম কম্পাঙ্ক' লেখচিত্রটি অংকন কর। এবং 200Hz কম্পাঙ্কের জন্য শব্দের বেগ নির্ণয় কর। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ শব্দের তীব্রতা 2 Wm^{-2} বলতে বুঝায়, শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা 1 m^2 ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে 1s এ 2J পরিমাণ শব্দ শক্তি প্রবাহিত হয়।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ একটি ফ্যান্টারির অ্যালার্মের উৎস হতে 120m দূরে অবস্থিত এক ব্যক্তি তার ঘড়ির সময় ঠিক করলে তার ঘড়ির সময়ে কত সেকেন্ড ত্রুটি থাকবে। নির্ণয় করো।

ঘ শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বনাম কম্পাঙ্ক লেখচিত্র অঙ্কন কর। একটি শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.6m ও কম্পাঙ্ক 200Hz হলে শব্দের বেগ কত হবে?

প্রশ্ন ▶ ৩৭ নিম্নে দুটি রেডিও স্টেশনের স্পিকার হতে উৎপন্ন শব্দতরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও কম্পাঙ্ক দেওয়া হল -

রেডিও স্টেশন	তরঙ্গদৈর্ঘ্য (λ)	কম্পাঙ্ক (f)
A	2.15 m	480Hz
B	7.25 cm	300 Hz

◀ শিখনফল-৬

- ক. অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সর্বনিম্ন বিন্দুকে কী বলে? ১
খ. সকল স্পন্দনই পর্যায়বৃত্ত গতি কিন্তু সকল পর্যায়বৃত্ত গতিই স্পন্দন নয়- ব্যাখ্যা করো। ২
গ. রেডিও স্টেশন-A এর পর্যায়কাল নির্ণয় করো। ৩
ঘ. রেডিও স্টেশন A- এবং রেডিও স্টেশন B-এর উৎপন্ন তরঙ্গ বেগের তুলনা কর। ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- ক** অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সর্বনিম্ন বিন্দুকে তরঙ্গ পাদ বলে।
- খ** 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 পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। পর্যায়বৃত্ত গতি বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার বা সরলরৈখিক হতে পারে। যেমন ঘড়ির কাঁটার গতি, বৈদ্যুতিক পাখার গতি। কিন্তু যদি কোনো পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন বস্তু পর্যায়কালের অর্ধেক সময় যে কোনো একদিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় বিপরীত দিকে চলে তবে এ ধরনের গতিকে স্পন্দন গতি বলে। যেমন— সরলদোলকের গতি।

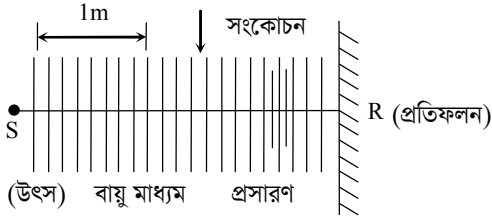
সুতরাং উপরের তথ্যের আলোকে বলা যায় যে, সকল স্পন্দনই পর্যায়বৃত্ত গতি কিন্তু সকল পর্যায়বৃত্ত গতিই স্পন্দন নয়।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ 300Hz কম্পাংক বিশিষ্ট তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1.15m হলে পর্যায়কাল কত?

ঘ 480 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একটি সুর শলাকা বাতাসে কোন এক সময়ে 72.5 cm তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট তরঙ্গ সৃষ্টি করে। ঐ সময়ে বাতাসে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

প্রশ্ন ▶ ৩৮



তাপমাত্রা 253K

- ক.** তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কাকে বলে? ১
- খ.** আইসি ব্যবহারের সুবিধা কি? ২
- গ.** উদ্দীপকের তথ্য হতে শব্দের কম্পাংক নির্ণয় কর। ৩
- ঘ.** S ও R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 50m হলে বায়ু, পানি, লোহাতে প্রতিধ্বনি শোনার সম্ভাব্যতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তরঙ্গ সঞ্চারকারী কোনো কণা যে সময়ে একটি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করে ঐ সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে।

খ বর্তমানে একটি একক আইসি চিপ লক্ষ লক্ষ উপাংশ ধারণ করতে পারে যা বহু জটিল ডিভাইস বা যন্ত্র চালাতে ব্যবহৃত হয়। আইসি'র সুবিধাগুলো হল—

- আকারে অত্যন্ত ক্ষুদ্র।
- অতি সামান্য তাপশক্তি উৎপন্ন করে।
- লক্ষ লক্ষ হিসাব নিকাশ এক সেকেন্ড করে দিতে পারে।
- দামে অত্যন্ত সস্তা।

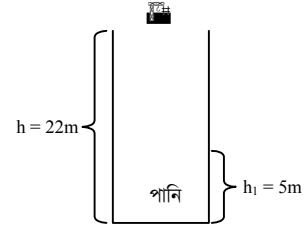
সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ 30° C তাপমাত্রায় বাতাসে সৃষ্টি 2 cm তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

ঘ উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব 18.4 m হলে প্রতিধ্বনি শুনতে চাইলে বাতাসের তাপমাত্রা সর্বোচ্চ কত থাকতে পারে— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

▶ অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

প্রশ্ন ▶ ৩৯



চিত্রে একটি কুপ দেখানো হলো এবং ওপর হতে কোনো যন্ত্র দ্বারা শব্দ সৃষ্টি করা হচ্ছে। ঐ দিনের তাপমাত্রা 30°C।

- ক.** তরঙ্গ পাদ কাকে বলে? ১
- খ.** সকল স্পন্দন গতিই পর্যায়বৃত্ত গতি কিন্তু সকল পর্যায়বৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয়— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ.** প্রদত্ত চিত্রে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কি-না নির্ণয় কর। ৩
- ঘ.** যদি h_1 হ্রাস বৃদ্ধি হয় তবে কী কী শর্ত আরোপ করলে সর্বদাই প্রায় প্রতিধ্বনি শোনা যাবে মতামত দাও। ৪

প্রশ্ন ▶ ৪০ তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে শব্দের দ্রুতি বেড়ে যায়। পরীক্ষা করে দেখা গেছে 1°C বা 1K তাপমাত্রার বৃদ্ধি বা হ্রাসের ফলে শব্দের দ্রুতি প্রায় 0.6 ms^{-1} বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়। এক ব্যক্তি 4 ms^{-1} সমবেগে দৌড়াতে দৌড়াতে একটি পর্বত হতে 2 km দূরে থাকার সময় বন্দুক হতে গুলি ছুঁড়ে। ঐ স্থানের গড় তাপমাত্রা 25°C।

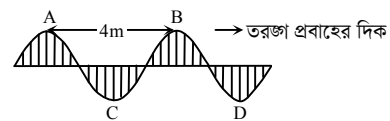
- ক.** 0°C তাপমাত্রায় স্বাভাবিক চাপে শুষ্ক বায়ুতে শব্দের দ্রুতি কত? ১
- খ.** শব্দের দ্রুতি বনাম তাপমাত্রা লেখ অঙ্কন করলে কিরূপ লেখ পাওয়া যাবে? ২
- গ.** উক্ত তাপমাত্রায় ঐ স্থানে শব্দের দ্রুতি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ.** ব্যক্তিটি কখন এবং কোথায় শব্দের প্রতিধ্বনি শুনবে বিশ্লেষণ কর। ৩

প্রশ্ন ▶ ৪১ কুপে নিষ্ফিষ্ট একটি পাথর পানির উপরিতলে 29.4 ms^{-1} বেগে আঘাত করে। পাথরটি নিষ্ফেপের 3.33 s পরে পানির শব্দ শোনা গেলো। উল্লেখ্য যে 0°C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ 332 ms^{-1} ।

▶ শিখনফল-৫ [রাজশাহী কলেজিয়েট স্কুল]

- ক.** যান্ত্রিক তরঙ্গ কী? ১
- খ.** বায়ু মাধ্যম অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি কেন? ২
- গ.** কুপের গভীরতা নির্ণয় করো। ৩
- ঘ.** উদ্দীপকের ঘটনায় শব্দের গতিবেগের কোনো পরিবর্তন ঘটেছে কী? বিশ্লেষণ করো। ৪

প্রশ্ন ▶ ৪২

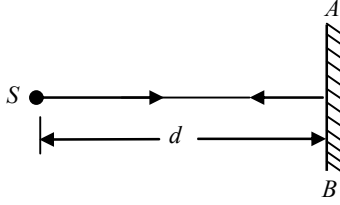


- ক.** শব্দ কোন ধরনের তরঙ্গ? ১
- খ.** তরঙ্গটির দশা ব্যাখ্যা কর। ২

▶ শিখনফল-৬

- গ. তরঙ্গটি 2sec ও 435m দূরত্ব অতিক্রম করলে কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. তরঙ্গটির বিস্তার একই রেখে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে তরঙ্গটির বেগ ও কম্পাঙ্কের বেগ ও কম্পাঙ্কে কি পরিবর্তন হবে বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন ৪৩



S = শব্দ উৎস

AB = প্রতিফলক

d = S থেকে AB প্রতিফলকের দূরত্ব

শিখনফল-৬ ও ৭

- ক. শব্দের তীক্ষ্ণতা কী? ১
- খ. মূলধ্বনি ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য 0.1sec এর কম হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না কেন? ২
- গ. 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 332ms^{-1} হলে S ও AB এর দূরত্ব ন্যূনতম কত হলে শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যাবে নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. 40°C তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শুনতে হলে কি ব্যবস্থা নিতে হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪



নিজেকে যাচাই করি

সময়: ২৫ মিনিট

১. তরঙ্গ সঞ্চারকরী কোন কণার পর্যায়কাল বৃদ্ধি পেলে কি ঘটবে?
 - ক) কম্পাংক বাড়বে
 - খ) কম্পাংক কমবে
 - গ) কম্পাংক সমান থাকবে
 - ঘ) কম্পাংক থেমে যাবে
২. কোনো রেডিও তরঙ্গের সঞ্চারনের দিকের সাথে এই তরঙ্গের কোনো কণার কম্পনের দিক কত ডিগ্রি কোণ তৈরি করে?
 - ক) 45°
 - খ) 90°
 - গ) 0°
 - ঘ) 30°
৩.

উপরের তরঙ্গটির সমদশা সম্পন্ন বিন্দুগুলো হল —

 - ক) A, B
 - খ) B, D
 - গ) A, E
 - ঘ) C, E
৪. চাঁদের মধ্যে শব্দের বেগ কেমন হবে?
 - ক) সর্বোচ্চ
 - খ) সর্বনিম্ন
 - গ) শূন্য
 - ঘ) 332 ms^{-1}
৫. তরঙ্গ স্থানান্তরিত করে—
 - ক) বায়ুর কণা
 - খ) বস্তু
 - গ) বল
 - ঘ) শক্তি
৬. বাদুড় এর শ্রাব্যতার সর্বোচ্চ সীমা কত?
 - ক) 20000 Hz
 - খ) 35000 Hz
 - গ) 45000 Hz
 - ঘ) 100000 Hz
৭. A ও B সুরশলাকা দুটির বাতাসে কম্পাংক যথাক্রমে 384 Hz এবং 128 Hz। A ও B সুরশলাকা দুটির বাতাসে উৎপন্ন তরঙ্গের দৈর্ঘ্যের অনুপাত কত?
 - ক) 2:5
 - খ) 1:3
 - গ) 5:2
 - ঘ) 3:1
৮. শব্দের কোনটি বেশি হলে সুর চড়া হয়?
 - ক) বিস্তার
 - খ) তরঙ্গদৈর্ঘ্য
 - গ) পর্যায়কাল
 - ঘ) কম্পাংক
৯. 303K তাপমাত্রায় শূন্য স্থানে শব্দের বেগ কত?
 - ক) 0 ms^{-1}
 - খ) 332 ms^{-1}
 - গ) 350 ms^{-1}
 - ঘ) 1450 ms

পদার্থবিজ্ঞান

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১০. নিচের কোন তরঙ্গটির চলাচলের জন্য কোনো মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না?
 - ক) শব্দ তরঙ্গ
 - খ) যান্ত্রিক তরঙ্গ
 - গ) তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গ
 - ঘ) পানি তরঙ্গ
১১. ভূমিকম্পের ফলে এবং নিউক্লিয়ার বিস্ফোরণে কোন ধরনের তরঙ্গ উৎপন্ন হয়?
 - ক) শব্দতর
 - খ) শব্দোত্তর
 - গ) 333Hz শব্দ
 - ঘ) বল তীব্রতার শব্দ
১২. তরঙ্গ কত প্রকার?
 - ক) 2
 - খ) 3
 - গ) 4
 - ঘ) 5
১৩. আলোর তরঙ্গ তত্ত্বের উদ্ভাবন করেন—
 - ক) স্নেল
 - খ) হাইগেন
 - গ) রবার্ট হুক
 - ঘ) ভন গুয়েরিক
১৪. তরঙ্গ শীর্ষ বিন্দুতে তরঙ্গ বেগ কত?
 - ক) সর্বোচ্চ
 - খ) সর্বনিম্ন
 - গ) মধ্যম
 - ঘ) শূন্য
১৫. একটি বস্তু বাতাসে যে শব্দ সৃষ্টি করে তার কম্পাঙ্ক 1700 Hz হলে পর্যায়কাল কত?
 - ক) $5.88 \times 10^{-4} \text{ s}$
 - খ) $5.88 \times 10^{-9} \text{ s}$
 - গ) $2.88 \times 10^4 \text{ s}$
 - ঘ) $3.89 \times 10^{-4} \text{ s}$
১৬. বস্তুর কোন ঘটনার জন্য শব্দ উৎপন্ন হয়?
 - ক) সংকোচন
 - খ) প্রসারণ
 - গ) কম্পন
 - ঘ) পানিতে ডুবা
১৭. 20°C তাপমাত্রায় শূন্যমাধ্যমে শব্দের বেগ কত?
 - ক) 332 ms^{-1}
 - খ) 0 ms^{-1}
 - গ) 344 ms^{-1}
 - ঘ) $.332 \text{ ms}^{-1}$
১৮. সংকোচন প্রসারণের মাধ্যমে অগ্রসর হয় —
 - i. পানির তরঙ্গ
 - ii. শব্দ তরঙ্গ
 - iii. স্প্রিং এর তরঙ্গ

নিচের কোনটি সঠিক?

 - ক) i ও ii
 - খ) ii ও iii
 - গ) i ও iii
 - ঘ) i, ii ও iii
১৯. শব্দ তরঙ্গের—
 - i. প্রবাহের দিক এবং কম্পনের দিক একই
 - ii. তীব্রতা তরঙ্গের বিস্তারের সমানুপাতিক
 - iii. প্রতিফলন, প্রতিসরণ ও উপরিপাতন সম্ভব

নিচের কোনটি সঠিক?

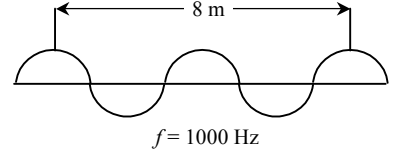
 - ক) i ও ii
 - খ) i ও iii
 - গ) ii ও iii
 - ঘ) i, ii ও iii

বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

মান-২৫

নিচের তথ্যের আলোকে ২০-২১ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



২০. উপরোক্ত তরঙ্গটির পর্যায়কাল কত?

- ক) 8000 s
- খ) 250 s
- গ) 125 s
- ঘ) 0.001 s

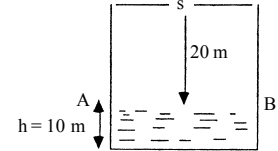
২১. তরঙ্গটি—

- i. একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ
- ii. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 8 m
- iii. বেগ 4000 ms^{-1}

নিচের কোনটি সঠিক?

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

নিচের চিত্রে S একটি শব্দ উৎস এবং AB পানির পৃষ্ঠতল। শব্দের বেগ 332 ms^{-1} ধরে নিয়ে এবং তথ্য ও চিত্রের ভিত্তিতে ২২ ও ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



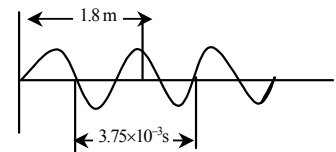
২২. পানির উচ্চতা h এর মান সর্বোচ্চ কত পর্যন্ত প্রতিধ্বনি শোনা যাবে?

- ক) 3.4 cm
- খ) 3.4 m
- গ) 13.40 m
- ঘ) 13.40 cm

২৩. প্রদত্ত চিত্রের ক্ষেত্রে প্রতিধ্বনি শুনতে কত সময় প্রয়োজন হবে?

- ক) 0.10 s
- খ) 0.12 s
- গ) 0.14 s
- ঘ) 0.18 s

চিত্রটি লক্ষ কর এবং ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:



২৪. তরঙ্গটির কম্পাংক কত?

- ক) 200 Hz
- খ) 300 Hz
- গ) 400 Hz
- ঘ) 500 Hz

২৫. 1480m দূরত্ব অতিক্রমকালে তরঙ্গটির কতটি পূর্ণ তরঙ্গের প্রয়োজন হবে?

- ক) 2018
- খ) 1028
- গ) 1802
- ঘ) 1280

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

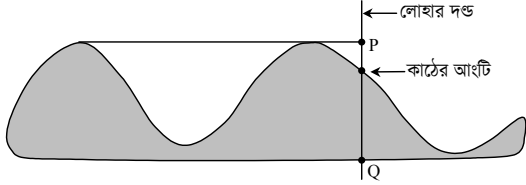
১	৩	৬
---	---	---

সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্ন

মান-৫০

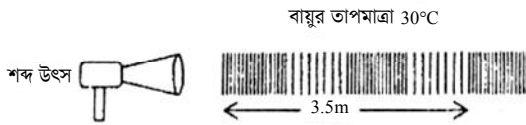
১.▶



পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষক ক্লাশে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বুঝাতে গিয়ে ছাত্র-ছাত্রীদেরকে বিদ্যালয়ের পুকুরের ঘাটে নিয়ে গেলেন। শিক্ষক পুকুরের মধ্যে লম্বভাবে একটি লোহার দণ্ড পুতে দিলেন। লোহার দণ্ডে একটি কাঠের আংটি পড়িয়ে দিলেন। আংটিটি পুকুরের ঢেউ এর সাথে সাথে দণ্ডের মধ্যে উপর নিচে দুলতে থাকলো।

- ক. শব্দ কোন ধরনের তরঙ্গ? ১
 খ. প্রতিধ্বনি প্রতিফলনের জন্য ঘটে— বুঝিয়ে লিখো। ২
 গ. তরঙ্গটির বিস্তার কত? (P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 5.0cm) ৩
 ঘ. কাঠের আংটির গতির অবস্থা থেকে কীভাবে প্রমাণ করবে যে পানির ঢেউ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ? ৪

২.▶ প্রবালের স্বর্গরাজ্য বাংলাদেশের সেন্টমার্টিন দ্বীপ। শিক্ষা সফরে একটি শিক্ষার্থী দল সেন্টমার্টিন যায়। সমুদ্র সৈকতে ভ্রমণের সময় তারা 2km দূরে পর্যটকদের নিয়ে আসা একটি জাহাজের সাইরেন শুনতে পায়, যার তরঙ্গ চিত্র নিম্নরূপ—



- ক. প্রতিধ্বনি কী? ১
 খ. শব্দের বেগ কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. যদি তাপমাত্রা 10°C এ নেমে আসে তবে সাইরেন বাজার কত সময় পর শিক্ষার্থীরা শব্দ শুনতে পাবে? তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩.▶ কবিতা ও মৌমিতা একটি দেয়ালের সামনে যথাক্রমে 10m এবং 18m দূরত্বে দাঁড়িয়ে আছে। হঠাৎ করে তারা আকাশে মেঘের গর্জন শুনতে পেল।

- ক. শূন্য মাধ্যমে শব্দের দ্রুতি কত? ১
 খ. কবিতা ও মৌমিতার মধ্যে কে প্রতিধ্বনি শুনবে এবং কেন শুনবে? ২
 গ. ঐ দিনের তাপমাত্রা কত হলে উভয়ে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে? ৩
 ঘ. আমাদের জীবনে শব্দের প্রতিধ্বনি ব্যবহারের গুরুত্ব মূল্যায়ন করো। ৪

৪.▶ একজন বালক একটি পাহাড়ের সামনে শব্দ তৈরি করে সাথে সাথে গাড়িতে যাত্রা শুরু করল পাহাড়ের দিকে। সে 1.25s পর শব্দটির প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। গাড়িটি 100kmh⁻¹ বেগে চলছিল। শব্দটি প্রতি 50 m দূরত্বে যেতে 1000 বার কাপে।

- ক. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কী? ১
 খ. শব্দদূষণ ক্ষতিকর কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. শব্দটির পর্যায়কাল কত যদি ওই দিনের তাপমাত্রা 30°C হয়? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৩

ঘ. বালকটির প্রথম অবস্থান থেকে পাহাড়ের দূরত্ব কত হবে? গাণিতিকভাবে বের করো। ৪

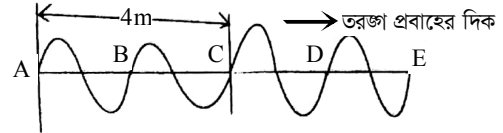
৫.▶ কোন একস্থানে বাতাসের তাপমাত্রা 30°C। ঐ স্থানে পানিতে শব্দের বেগ বাতাসের চারগুণ। ওখানে পানিতে একটি লোহার পাইপের এক প্রান্তে আঘাত করলে অপর প্রান্তে 0.2 s সময়ের ব্যবধানে দুটি শব্দ শোনা যায়। লোহাতে শব্দের বেগ 5130ms⁻¹।

- ক. শ্রাব্যতার পাল্লা কাকে বলে? ১
 খ. প্রতিধ্বনির সাথে 0.1 সেকেন্ডের সম্পর্ক কী? ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. লোহার পাইপের দৈর্ঘ্য কত? ৩
 ঘ. পাইপটি বাতাসে রেখে শব্দ করলে অপর প্রান্তে একই সময়ের ব্যবধানে দুটি শব্দ শোনা যাবে কি? উত্তরের পক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৬.▶ একটি শব্দ উৎপন্ন হয়ে 293K তাপমাত্রার বাতাসে সংকোচন প্রসারণের মাধ্যমে চলে উৎস হতে 50 m দূরে প্রতিফলক তলে বাধা পেল। প্রতিটি সংকোচনের দৈর্ঘ্য 1m।

- ক. সুরযুক্ত শব্দ কাকে বলে? ১
 খ. সরল দোলগতি বলতে কী বোঝ? ২
 গ. উৎপন্ন শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. উক্ত ঘটনা পানিতে ঘটলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কী না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৭.▶



A হতে B তে পৌঁছাতে 0.1s সময় লাগে।

- ক. কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১
 খ. বায়ু অপেক্ষা পানিতে শব্দের বেগ বেশি কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. বিস্তার অপরিবর্তিত রেখে তরঙ্গটির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অর্ধেক করা হলে কম্পাঙ্কের কি পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৮.▶ একটি ফাঁপা লোহার পাইপের একপ্রান্তে শব্দ করলে 0.15sec ব্যবধানে ২টি শব্দ শোনা গেল। পাইপের মধ্যে তাপমাত্রা 20°C এবং লোহাতে শব্দের বেগ 5130ms⁻¹।

- ক. শ্রুতিপূর্ব কম্পন কাকে বলে? ১
 খ. শব্দোত্তর শব্দের 3টি ব্যবহার লেখ। ২
 গ. পাইপটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. পাইপটি কেটে অর্ধেক করলে কি প্রান্তে ২টি শব্দ শোনা যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

নিজেকে যাচাই করি: বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১	খ	২	গ	৩	ঘ	৪	গ	৫	গ	৬	গ	৭	খ	৮	ক	৯	গ	১০	খ	১১	ঘ	১২	ক	১৩	ক
১৪	ক	১৫	খ	১৬	ঘ	১৭	খ	১৮	গ	১৯	গ	২০	গ	২১	খ	২২	ক	২৩	খ	২৪	খ	২৫	ক		