

১. একটি ছেলে আংশিক পানি পূর্ণ কুয়ার মুখে হাততালি দেওয়ার পর 0.12 sec এবং 0.15 sec পর দুটি শব্দ শুনতে পেল। শব্দটির কম্পাঙ্ক 1.2 kHz ছিল। বাতাসে ও পানিতে শব্দের বেগ যথাক্রমে 330 ms^{-1} এবং 1500 ms^{-1} ।

[ঢাকা বোর্ড-২০২৪]

- (ক) সলিনয়েড কী?
(খ) ট্রান্সফর্মার ডিসি ভোল্টেজে কাজ করেনা'- কেন? ব্যাখ্যা কর।
(গ) পানিতে শব্দটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।
(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের কুয়ার গভীরতা নির্ণয় কর।

১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সলিনয়েড হচ্ছে কাছাকাছি বা ঘন সন্নিবিষ্ট অনেকগুলো প্যাচযুক্ত লম্বা
(খ) ট্রান্সফর্মার তড়িত চৌম্বক আবেশ নীতিতে কাজ করে। এর মুখ্য কুণ্ডলীতে অঙ্গি ভোল্টেজ নেওয়া হলে কুণ্ডলীতে যে প্রবাহ পাওয়া যায় তা ট্রান্সফর্মারের মজ্জাকে চুম্বকিত করে চৌম্বক বলরেখা উৎপন্ন করে যা মুখ্য কুণ্ডলীতে একটি আবিষ্ট ভোল্টেজ বা তড়িচ্চালক শক্তি উৎপন্ন করে চৌম্বক বলরেখার কোনো কারণ না হলে গৌণ কুণ্ডলীর প্রতি পাকেও একই সংখ্যক বলরেখা সংযুক্ত হয়। ফলে গৌণ কুণ্ডলীতেও ভোল্টেজ আবিষ্ট হয়। কিন্তু ট্রান্সফর্মারে উঙ্গি ভোল্টেজ নেওয়া হলে এর একমুখী প্রবাহের কারণে কোনো আবিষ্ট ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় না। ফলে ট্রান্সফর্মার কাজ করে না।

- (গ) উদ্দীপক হতে, পানিতে শব্দের বেগ, $v_w = 1500 \text{ ms}^{-1}$
কম্পাঙ্ক, $f = 1.2 \text{ kHz} = 1200 \text{ Hz}$
তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500}{1200} \text{ m}$$

$$\therefore \lambda = 1.25 \text{ m}$$

সুতরাং, পানিতে শব্দটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.25m

- (ঘ) ধরি, বাতাসে অতিক্রান্ত দূরত্ব, s_1

এবং পানিতে অতিক্রান্ত দূরত্ব, s_2

উদ্দীপক, ১ম ক্ষেত্রে সময়, $t_1 = 0.12 \text{ s}$

২য় ক্ষেত্রে সময়, $t_2 = 0.15 \text{ s}$

বাতাসে শব্দের বেগ, $v_a = 330 \text{ ms}^{-1}$

পানিতে শব্দের বেগ, $v_w = 1500 \text{ ms}^{-1}$

আমরা জানি, $2s_1 = v_a t_1$

$$\text{বা, } s_1 = \frac{v_a t_1}{2} = \frac{330 \times 0.12}{2} \text{ m} = 19.8 \text{ m}$$

\therefore কুয়ার মুখ থেকে পানির উপরিতলের গভীরতা 19.8 m

১ম ও ২য় ক্ষেত্রে সময় ব্যবধান, $t_a = 0.15 \text{ s} - 0.12 \text{ s} = 0.03 \text{ s}$

আবার, $2s_2 = v_w t_3$

$$\text{বা, } s_2 = \frac{v_w t_3}{2} = \frac{1500 \times 0.03}{2} \text{ m} = 22.5 \text{ m}$$

\therefore পানির গভীরতা 22.5 m

\therefore কুয়ার গভীরতা = $(19.8 + 22.5) \text{ m} = 42.3 \text{ m}$

সুতরাং কুয়ার গভীরতা 42.3 m

২. একটি হাতুরি দিয়ে 40 m লম্বা ফাঁপা পাইপের এক প্রান্তে আঘাত করলে 0.107 সেকেন্ড সময় ব্যবধানে অপর প্রান্তে দুইটি শব্দ শোনা

যায়। ঐ সময় বায়ুর তাপমাত্রা 30°C । 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} । লোহা, তামা ও অ্যালুমিনিয়ামের শব্দের বেগ যথাক্রমে, 5130 ms^{-1} , 3970 ms^{-1} ও 6420 ms^{-1} ।

[যশোর বোর্ড-২০২৪]

- (ক) কম্পাঙ্ক কাকে বলে?
(খ) বস্তু কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয়-ব্যাখ্যা কর।
(গ) বায়ুতে উক্ত তাপমাত্রায় শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে ন্যূনতম দূরত্ব নির্ণয় কর।

- (ঘ) উদ্দীপকের পাইপটি কিসের তৈরি? গাণিতিক বিশ্লেষণের বেলনাকার পাইপের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর।

২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণার প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণতরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।
(খ) বস্তু কম্পিত হলে এট এর সংস্পর্শের বায়ুকে আন্দালিত করে, সেই আন্দোলন বায়ুর মধ্য দিয়ে আমাদের কানে প্রবেশ করল আমরা শব্দ শুনতে পাই। উদাহরণস্বরূপ একটি টিউনিং ফর্ককে রাবারের তৈরি হাতুরি দিয়ে আঘাত করলে টিউনিং ফর্কটি হাত দিয়ে ধরলে এর কম্পন বন্ধ হয়ে যায়, শব্দও সাথে সাথে থেমে যায়। এ থেকে সুস্পষ্টভাবে বুঝা যায় বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয়।

- (গ) এখানে, স্বাভাবিক তাপমাত্রা, $T_0 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{ K}$

0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v_0 = (273 + 30) \text{ k} = 330 \text{ ms}^{-1}$

বায়ুর তাপমাত্রা, $T = 30^\circ \text{C} = (273 + 30) \text{ K} = 303 \text{ K}$

30°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v = \sqrt{\frac{T}{T_0}} \times v_0 = \sqrt{\frac{303 \text{ K}}{273 \text{ K}}} \times 330 \text{ ms}^{-1} = 347.66 \text{ ms}^{-1}.$$

আমরা জানি,

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

$$\therefore 2d = vt$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2} = \frac{347.66 \text{ ms}^{-1} \times 0.1 \text{ s}}{2} = 17.383 \text{ m}$$

অতএব, উদ্দীপকের উক্ত তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে ন্যূনতম দূরত্ব 17.383m হতে হবে।

- (ঘ) এখানে, পাইপের দৈর্ঘ্য, $L = 40 \text{ m}$

'গ' হতে পাই,

30°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, $v = 347.66 \text{ ms}^{-1}$

ধরি, 40 m দূরত্ব অতিক্রম করতে বায়ু মাধ্যমে ও ধাতব মাধ্যমে যথাক্রমে t_1 ও t_2 সময় লাগে,

এখন, $L = vt_1$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{40 \text{ m}}{347.60 \text{ ms}^{-1}} = 0.115055 \text{ s}$$

ধাতব মাধ্যমে শব্দের বেগ v' হলে, $L = v't_2$

$$\text{বা, } t_2 = \frac{40}{v'}$$

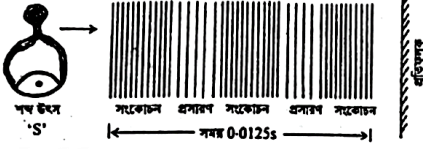
প্রশ্নমতে, $1_1 - 1_2 = 0.107$ Type equation here.

$$\text{বা, } 1_1 - 1_2 = 0.107$$

$$\text{বা, } 0.115055 - \frac{40}{v'} = 0.107$$

অতএব, উদ্দীপকের পাইপটি লোহার ছিল বলে আমরা ধরে নিতে পারি।

৩.



শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.7 m এবং উৎস হতে প্রতিফলকের দূরত্ব 16 m.

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২৪]

(ক) টিম্বার কাকে বলে?

(খ) পানি ও তামায় শব্দের বেগ ভিন্ন-ব্যাখ্যা কর।

(গ) শব্দ তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

(ঘ) 'S' উৎস থেকে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কি-না গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) ভিন্ন ভিন্ন বাদ্যযন্ত্র থেকে আসা শব্দেরা পার্থক্য যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে বোঝা

(খ) কোনো মাধ্যমে শব্দের বেগ মাধ্যমের ঘনত্বের উপর নির্ভর করে। কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশি। যেহেতু তামা কঠিন পদার্থ এবং পানি তরল পদার্থ সেহেতু তামার ঘনত্ব পানির ঘনত্ব অপেক্ষা নিশ্চিতভাবে বেশি। এ কারণে তামায় শব্দের বেগ পানি অপেক্ষা বেশি। অর্থাৎ পানি ও তামায় শব্দের বেগ ভিন্ন।

(গ) এখানে, $T + T + \frac{1}{2}T = 0.0125s$

$$\text{বা, } T = \frac{0.0125}{2.5}s = 5 \times 10^{-3}s$$

∴ তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক,

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{5 \times 10^{-3}s} = 200\text{Hz}$$

অতএব, উদ্দীপকের তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক 200Hz।

(ঘ) এখানে, শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 1.7m$

উৎস হতে প্রতিফলকের দূরত্ব, $d = 16m$

'গ' হতে পাই, শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = 200\text{Hz}$

∴ শব্দের বেগ,

$$v = f\lambda$$

$$= 1.7m \times 200\text{Hz} = 340\text{ms}^{-1}$$

মনে করি, S উৎস থেকে প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময় t

আমরা জানি,

$$2d = vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 16m}{340\text{ms}^{-1}} = 0.09412s$$

আমরা জানি, শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল, $t' = 0.1s$

যেহেতু $1 < 1'$ সেহেতু প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

অতএব, উদ্দীপকের S উৎস থেকে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

৪. একটি হাতুড়ি দিয়ে 40 m লম্বা ফাঁপা পাইপের এক প্রান্তে আঘাত করলে 0.107 s সময় ব্যবধানে অপর প্রান্তে দুইটি শব্দ শোনা যায়। ঐ সময়ে বায়ুর তাপমাত্রা 30°C । 0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 330ms^{-1} । লোহা, তামা ও অ্যালুমিনিয়ামে শব্দের বেগ যথাক্রমে 5130ms^{-1} , 3970ms^{-1} এবং 6420ms^{-1} ।

[সিলেট বোর্ড-২০২৪]

(ক) কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

(খ) বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয়-ব্যাখ্যা কর।

(গ) বায়ুতে উক্ত তাপমাত্রায় শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে ন্যূনতম দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) উদ্দীপকের পাইপটি কীসের তৈরি গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোনো কণার প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণতরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলে।

(খ) বস্তু কম্পিত হলে এট এর সংস্পর্শের বায়ুকে আন্দালিত করে, সেই আন্দোলন বায়ুর মধ্য দিয়ে আমাদের কানে প্রবেশ করল আমরা শব্দ শুনতে পাই। উদাহরণস্বরূপ একটি টিউনিং ফর্ককে রাবারের তৈরি হাতুরি দিয়ে আঘাত করলে টিউনিং ফর্কটি হাত দিয়ে ধরলে এর কম্পন বন্ধ হয়ে যায়, শব্দও সাথে সাথে থেমে যায়। এ থেকে সুস্পষ্টভাবে বুঝা যায় বস্তুর কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয়।

(গ) তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, λ ও তাপমাত্রা, $T_0 = 0^\circ\text{C} = 273\text{K}$

$$0^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v_0 = (273 + 30)k = 330\text{ms}^{-1}$$

$$\text{বায়ুর তাপমাত্রা, } T = 30^\circ\text{C} = (273 + 30)K = 303K$$

$$30^\circ\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v = \sqrt{\frac{T}{T_0}} \times v_0 = \sqrt{\frac{303K}{273K}} \times 330\text{ms}^{-1} = 347.66\text{ms}^{-1}$$

আমরা জানি,

শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল, $t = 0.1s$

$$\therefore 2d = vt$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2} = \frac{347.66\text{ms}^{-1} \times 0.1s}{2} = 17.383m$$

অতএব, উদ্দীপকের উক্ত তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে ন্যূনতম দূরত্ব 17.383m হতে হবে।

(ঘ) এখানে, পাইপের দৈর্ঘ্য, $L = 40m$

'গ' হতে পাই,

$$30^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = 347.66\text{ms}^{-1}$$

ধরি, 40 m দূরত্ব অতিক্রম করতে বায়ু মাধ্যমে ও ধাতব মাধ্যমে যথাক্রমে t_1 ও t_2 সময় লাগে,

$$\text{এখন, } L = vt_1$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{40m}{347.60\text{ms}^{-1}} = 0.115055s$$

ধাতব মাধ্যমে শব্দের বেগ v' হলে, $L = v't_2$

$$\text{বা, } t_2 = \frac{40}{v'}$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } 1_1 - 1_2 = 0.107$$

$$\text{বা, } 1_1 - 1_2 = 0.107$$

$$\text{বা, } 0.115055 - \frac{40}{v'} = 0.107$$

অতএব, উদ্দীপকের পাইপটি লোহার ছিল বলে আমরা ধরে নিতে পারি।

৫. সুরশলাকা থেকে সৃষ্ট শব্দের X ও Y মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য যথাক্রমে 0.634 m ও 2.871 m এবং কম্পাঙ্ক 520 Hz।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২৪]

(ক) শব্দের তীব্রতা কাকে বলে?

(খ) শব্দের বেগ মাধ্যমের ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) তরঙ্গের পর্যায়কাল নির্ণয় কর।

(ঘ) X ও Y কোন ধরনের মাধ্যম-গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) শব্দ বিস্তারের আঁতমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দ শক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বলে।

(খ) আমরা জানি, শব্দ একটি অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ। এটি মাধ্যমের কণাগুলোকে এটির গতির দিকের সাথে সমান্তরালে আন্দোলিত করে। মাধ্যমের ঘনত্ব যত বেশি হয় এবং কণাগুলো তত কাছাকাছি সন্নিবিষ্ট হয় ফলে শব্দ তরঙ্গের মাধ্যমের কণাগুলোকে আন্দোলিত করে এক কণা থেকে পরের কণায় সঞ্চালন দ্রুত হয়। এ কারণে যে মাধ্যমের ঘনত্ব যত বেশি সেই মাধ্যমে শব্দের বেগ তত বেশি হয়।

(গ) এখানে, কম্পাঙ্ক, $f = 520\text{Hz}$

তরঙ্গের পর্যায়কাল, $T = ?$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{520\text{Hz}}$$

$$= 1.923077 \times 10^{-3}\text{s}$$

অতএব, উদ্দীপকের তরঙ্গের পর্যায়কাল $1.923077 \times 10^{-3}\text{s}$

(ঘ) এখানে, শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = 520\text{Hz}$

x মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_x = 0.634\text{m}$

y মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_y = 2.871\text{m}$

ধরি, x ও y মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে, v_x এবং v_y

এখন,

$$V_x = f\lambda_x$$

$$= 520\text{Hz} \times 0.634\text{m}$$

$$= 329.68\text{ms}^{-1}$$

$$\approx 330\text{ms}^{-1}$$

আবার,

$$v_y = f\lambda_y$$

$$= 520\text{Hz} \times 2.871\text{m} = 1492.92\text{ms}^{-1}$$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায় x মাধ্যমে শব্দের বেগ বায়ুতে শব্দের বেগের প্রায় সমান এবং y মাধ্যমে শব্দের বেগ পানিতে শব্দের বেগের প্রায় সমান।

অতএব, উদ্দীপকের x মাধ্যমটি বায়ু এবং y মাধ্যমটি পানি।

৬. রাফিয়া 15 cm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের শব্দ উৎপন্ন করে 10ms^{-1} বেগে প্রতিফলকের উল্টো দিকে দৌড়াতে শুরু করল এবং 0.5 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। বায়ুর তাপমাত্রা 30°C এবং 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 330ms^{-1} ।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২৪]

(ক) তরঙ্গদৈর্ঘ্য কাকে বলে?

(খ) ট্রাকের উচ্চ হর্ন মানুষের উপর কীরূপ প্রভাব ফেলে? ব্যাখ্যা কর।

(গ) তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

(ঘ) রাফিয়া যদি একই বেগে প্রতিফলকের দিকে দৌড়ায়, তাহলে সে প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কম্পমান বস্তুর একটি পূর্ণ কম্পনে যে সময় লাগে সেই সময়ে তরঙ্গ যতটুকু ভ্রমত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে।

(খ) ট্রাকের উচ্চ হর্ন যখন মানুষের সহনশীলতার মাত্রা ছাড়িয়ে যায় তখন স্বাস্থ্যের ক্ষতি সাধন করে। মানসিক উত্তেজনা বাড়ায় ও মেজাজ খিটখিটে করে। উচ্চ হর্নের কারণে বমি বমি ভাব, ক্ষুধা মন্দা, রক্তচাপ বৃদ্ধি, হৃৎপিণ্ড ও মস্তিষ্কের জটিল রোগ, অনিদ্রাজনিত অসুস্থতা, ক্রান্তি ও অবসাদ হয়ে পড়া, কর্মদক্ষতা হ্রাস, স্মৃতি শক্তি হ্রাস, মাথা ঘোরা প্রভৃতি সমস্যা দেখা দিতে পারে। এছাড়া মানুষের শ্রবণ শক্তি নষ্ট হতে পারে।

(গ) উদ্দীপক হতে,

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

$$\text{বায়ুর তাপমাত্রা, } T = 30^\circ\text{C} = (30 + 273)\text{K} = 303\text{K}$$

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

$$30^\circ\text{C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = ?$$

$$\text{শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 15\text{cm} = 0.15\text{m}$$

$$\text{শব্দের কম্পাঙ্ক, } f = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } v = \sqrt{\frac{T}{T_0}} \times v_0 = \sqrt{\frac{303\text{K}}{273\text{K}}} \times 330\text{ms}^{-1} =$$

$$347.66\text{ms}^{-1}$$

$$\text{আবার, } v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{347.66}{0.15}\text{Hz}$$

$$\therefore f = 2317.73\text{Hz}$$

$$\text{সুতরাং তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক } 2317.73\text{Hz}।$$

(ঘ) 'গ' হতে পাই,

$$\text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = 347.66\text{ms}^{-1}$$

$$\text{প্রতিধ্বনি শোনার সময়, } 1 = 0.5\text{s}$$

$$\text{রাফিয়ার বেগ, } v_R = 10\text{ms}^{-1}$$

উৎস থেকে প্রতিফলকের বিপরীতে রাফিয়ার অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$x = v_R t = 10 \times 0.5\text{m} = 5\text{m}$$

ধরি, প্রতিফলক থেকে রাফিয়ার প্রাথমিক অবস্থানের দূরত্ব s



আমরা জানি,

$$2s + x = vt$$

$$\text{বা, } 2s = 347.66 \times 0.5 - 5m$$

$$\text{বা, } s = \frac{168.83}{2} m = 84.415m$$

সুতরাং প্রতিফলক থেকে রাফিয়ার দূরত্ব, $s = 84.415 m$

ধরি, শব্দ করে প্রতিফলকের দিকে দৌড়ানোর t_1 s পর রাফিয়া B অবস্থানে শব্দ শুনতে পারবে।

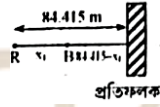
$$\text{এখন, } 2s - x_1 = vt_1$$

$$\text{বা, } 2 \times 84.415 - v_R t_1 = 347.66 t_1$$

$$\text{বা, } 168.83 - 10t_1 = 347.66 t_1$$

$$\text{বা, } 357.66 t_1 = 168.83 s$$

$$\therefore t_1 = 0.472 s$$



আমরা জানি, শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল, $t' = 0.1s$

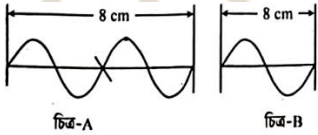
এখানে, $t_1 > t'$

অর্থাৎ, প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

সুতরাং, রাফিয়া $10ms^{-1}$ বেগে প্রতিফলকের দিকে দৌড়ালে $0.472 s$ পর প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

৭. দৃশ্যকল্প-১: একটি সরল দোলক, P এর সূতার দৈর্ঘ্য $99 cm$ । দোলকটিকে $9.8 ms^{-2}$ অভিকর্ষজ ত্বরণ সম্পন্ন স্থানে দুলতে দেয়া হলো।

দৃশ্যকল্প-২: কোন মাধ্যমে সঞ্চালিত দুটি উৎস কর্তৃক সৃষ্ট তরঙ্গ নিচে আলোকপাত করা হলো:



[ঢাকা বোর্ড-২০২৩]

(ক) শব্দের তীক্ষ্ণতা কাকে বলে?

(খ) সকল প্রতিফলিত শব্দের প্রতিধ্বনি শোনা যায় না কেন?

(গ) দৃশ্যকল্প-১ এর P এর দোলনকাল নির্ণয় করো।

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এর চিত্র A ও B এর পর্যায়কালের তুলনা করো।

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদ্যের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে শব্দের তীক্ষ্ণতা বলে।
- (খ) আমাদের শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল $0.1 s$ । কোনো উৎস থেকে সৃষ্ট শব্দ যদি দূরবর্তী কোনো মাধ্যমে বাঁধা পেয়ে যখন উৎসের কাছে ফিরে আসে তখন মূল ধ্বনির যে পুনরাবৃত্তি হয় তাকে শব্দের প্রতিধ্বনি বলে। প্রতিধ্বনি শেঁআনার 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) P এর দোলনকাল,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{0.99}{9.8}}$$

$$= 1.997s \quad \text{Ans.}$$

এখানে,

সূতার দৈর্ঘ্য,

$$l = 99 cm$$

$$= 0.99 m$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ, } g = 9.8ms^{-2}$$

$$P \text{ এর দোলনকাল, } T = ?$$

(ঘ) ধরি, ঐ মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ, v

চিত্র-A তে দুটি পূর্ণ তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব $8 cm$

$$\therefore \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_A = \frac{8}{2} = 4cm = 0.04m$$

$$\therefore \text{দোলনকাল, } T_A = \frac{\lambda_A}{v} = \frac{0.04}{v}$$

চিত্র-B তে একটি তরঙ্গের অতিক্রান্ত দূরত্ব $8 cm$

$$\therefore \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_B = 8cm = 0.08m$$

$$\therefore \text{দোলনকাল, } T_B = \frac{\lambda_B}{v} = \frac{0.08}{v}$$

$$\therefore \frac{T_A}{T_B} = \frac{\frac{0.04}{v}}{\frac{0.08}{v}} = \frac{1}{2}$$

$$\text{অর্থাৎ } T_A = \frac{T_B}{2}$$

\therefore A এর পর্যায়কাল B এর পর্যায়কালের $1/2$ গুণ।

৮. টুটুল একটি পাহাড় থেকে $17 m$ 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 $350 ms^{-1}$ এবং শব্দের কম্পাঙ্ক ছিল $1400 H$ ।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২৩]

(ক) প্রতিধ্বনি কাকে বলে?

(খ) ছেলেদের তুলনায় মেয়েদের কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

(গ) উক্ত শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

(ঘ) ১ম অবস্থানে টুটুলের পক্ষে প্রতিধ্বনি না শোনার কারণ গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যম ব্যাখ্যা কর।

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যখন প্রতিফলিত শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।
- (খ) মানুষের গলায় 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 ছেলেদের ভোকাল কর্ড বয়সের সঙ্গে সঙ্গে দৃঢ় হয়ে পড়ে। কিন্তু শিশু ও মেয়েদের ভোকাল কর্ড দৃঢ় থাকে না, ফলে ছেলেদের গলার স্বরের কম্পাঙ্ক কম এবং শিশু ও মেয়েদের স্বরের কম্পাঙ্ক বেশি হয়। তাই ছেলেদের তুলনায় মেয়েদের কণ্ঠস্বর তীক্ষ্ণ হয়।

(গ) আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

এখানে,

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f} = \frac{350}{1400} \\ = 0.25 \text{ m (Ans.)}$$

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

(ঘ) শব্দ টুটুল এর কাছ থেকে পাহাড়ে বাধা পেয়ে পুনরায় টুটুলের কাছে ফেরত আসতে প্রয়োজনীয় সময়,

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

এখানে,
 প্রতিফলকের দূরত্ব, $d = 17 \text{ m}$
 বাতাসে শব্দের বেগ,
 $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎপন্ন শব্দ প্রতিফলক হতে বাধা পেয়ে ফিরে আসতে কমপক্ষে 0.1 s সময় ব্যয় হতে হবে। টুটুলের প্রথম অবস্থানের ক্ষেত্রে এর কম থেকে কম সময়েই শব্দ ফেরত আসে। তাই সে প্রতিধ্বনি শুনতে পারে না।

৯.

মাধ্যম	তরঙ্গদৈর্ঘ্য (m)	তরঙ্গবেগ (ms^{-1})
A	0.4	160
B		240

বস্তুটি একটি নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কের কম্পনরত।

[রাজশাহী বোর্ড-২০২৩]

(ক) দশা কাকে বলে?

(খ) উৎস এবং প্রতিফলকের মধ্যবর্তী 16.5 m হওয়া সত্ত্বেও তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) A মাধ্যমে তরঙ্গটি পর্যায়কাল কত?

(ঘ) A মাধ্যমে যে সময়ে তরঙ্গটি 360 m অগ্রসর হবে সেই সময়ে B মাধ্যমে কতগুলো পূর্ণকম্পন দিবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো একটি তরঙ্গায়িত কণার যে কোনো মুহূর্তের গতি সামগ্রিক অবস্থা প্রকাশক রাশিকে তার দশা বলে।

(খ) প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস হতে শব্দ প্রতিফলকে গিয়ে পুনরায় প্রতিফলকে ফেরত আসতে ন্যূনতম 0.1 s সময় লাগতে হবে। 0°C তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} হওয়ায় প্রতিফলিত শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে শব্দের উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব হবে $\frac{330 \times 0.1}{2}$ বা 16.5 m । অন্যদিকে যদি বাতাসের তাপমাত্রা বাড়ে তাহলে শব্দ 0.1 s এ শব্দ আরো বেশি দূরত্ব অতিক্রম করবে ফলে ক্রম করবে ফলে 16.5 m হওয়া সত্ত্বেও তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

(গ) আমরা জানি,

$$\text{পর্যায়কাল, } T = \frac{\lambda}{v} = \frac{0.4}{160} \\ = 2.5 \times 10^{-3} \text{ s [Ans.]}$$

দেওয়া আছে,
 A মাধ্যমে তরঙ্গবেগ,
 $v = 160 \text{ ms}^{-1}$
 তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 0.4 \text{ m}$

(ঘ) আমরা জানি,

তরঙ্গের কম্পাঙ্ক,

$$f = \frac{v}{\lambda} \\ = \frac{160}{0.4} \\ = 400 \text{ Hz}$$

দেওয়া আছে,

A মাধ্যমে তরঙ্গবেগ,
 $v_A = 160 \text{ ms}^{-1}$
 তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_A = 0.4 \text{ m}$
 B মাধ্যমে তরঙ্গবেগ,
 $v_B = 240 \text{ ms}^{-1}$

যেহেতু বস্তুটি নির্দিষ্ট কম্পাঙ্কে কম্পনরত,

সুতরাং, B মাধ্যমে পর্যায়কাল, $T_B = \frac{1}{f} = \frac{1}{400} = 2.5 \times 10^{-3} \text{ s}$

A মাধ্যমে, 2.25 s এ পূর্ণ কম্পন সংখ্যা $= \frac{2.25}{2.5 \times 10^{-3}}$ টি $= 900$ টি।

অর্থাৎ যে সময়ে A মাধ্যমে তরঙ্গটি 360 m অগ্রসর হবে সেই সময়ে B মাধ্যমে তরঙ্গটি 900 টি পূর্ণ কম্পন দিবে।

১০. সুরশলাকা থেকে সৃষ্ট শব্দের বায়ু ও পানিতে বেগ যথাক্রমে 343 ms^{-1} ও 1493 ms^{-1} এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.5 m ও 6.51 m ।

[0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ 330 ms^{-1}]

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২৩; সিলেট বোর্ড-২০২৩]

(ক) তরঙ্গের বিস্তার কাকে বলে?

(খ) বাদুড় কর্তৃক সৃষ্ট শব্দ বাদুড় শুনলেও মানুষ শুনতে পায় না কেন-ব্যাখ্যা করো।

(গ) বায়ুর তাপমাত্রা কত ছিল?

(ঘ) উভয় ক্ষেত্রে সুরশলাকটি একই ছিল কিনা-গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) মানুষ শুধুমাত্র 20 Hz থেকে $20,000 \text{ Hz}$ কম্পাঙ্কের শব্দই শুনতে পারে। 20 Hz অপেক্ষা কম বা $20,000 \text{ Hz}$ কম্পাঙ্ক অপেক্ষা বেশি কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পায় না। বাদুড়ের তৈরীকৃত শব্দ আলট্রা সাউন্ড। এর কম্পাঙ্ক প্রায় 100 kHz অর্থাৎ $20,000 \text{ Hz}$ এর চেয়ে বেশি। তাই বাদুড় কর্তৃক সৃষ্ট শব্দ বাদুড় শুনলেও মানুষ শুনতে পায় না।

(গ) বায়ুর তাপমাত্রা T_2 হলে,

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

$$\text{বা, } \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{T_2}{T_1}$$

এখানে,

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

0°C এ বেগ

$$v_1 = 330 \text{ ms}^{-1}$$

বায়ুর তাপমাত্রায় বেগ, $v_2 =$

$$343 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } T_2 = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \times T_1 = \left(\frac{343}{330}\right)^2 \times 273$$

$$\text{বা, } T_2 = 294.93 \text{ K} = (294.93 - 273)^\circ \text{C}$$

$$\therefore T_2 = 21.93^\circ \text{C}$$

সুতরাং, উল্লেখিত স্থানে বায়ুর তাপমাত্রা, $T_2 =$

$$21.93^\circ \text{C (Ans.)}$$

(ঘ) সুরশলাকাটি যদি একই হয় তাহলে উভয়ক্ষেত্রে এর কম্পাঙ্ক একই হতে হবে।

বায়ুতে কম্পাঙ্ক,

$$f_A = \frac{v_a}{\lambda_a} = \frac{343}{1.5} = 228.67 \text{ Hz}$$

দেওয়া আছে,

$$\text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } v_a = 343 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_a = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{পানিতে শব্দের বেগ, } v_w = 1493 \text{ ms}^{-1}$$

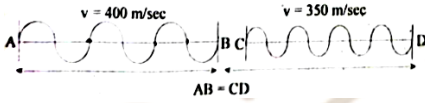
$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_w = 6.51 \text{ m}$$

পানিতে কম্পাঙ্ক,

$$f_w = \frac{v_w}{\lambda_w} = \frac{1493}{6.51} = 229.34 \text{ Hz} \neq 228.67 \text{ Hz}$$

∴ উভয় ক্ষেত্রে সুরশলাকা একই ছিল না।

১১. দৃশ্যকল্প-১:



দৃশ্যকল্প-২

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

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২৩]

(ক) শব্দের তীব্রতার সংজ্ঞা দাও।

(খ) শীতকালের চেয়ে গ্রীষ্মকালে বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি হয় কেন?

(গ) দৃশ্যকল্প-১ অনুসারে তরঙ্গদ্বয়েল পার্থক্য 250 Hz হলে, কম্পাঙ্কদ্বয় কত হবে নির্ণয় করো।

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বনাম কম্পাঙ্ক লেখচিত্রটি অঙ্কন করে গ্রাফ হতে এদের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) শব্দের বেগের উপর তাপমাত্রার প্রভাব রয়েছে। তাপমাত্রা বাড়লে শব্দের বেগ বাড়ে। এদের সম্পর্ক হলো শব্দের বেগ, পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ শব্দের বেগ v ও কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা T হলে, $v \propto \sqrt{T}$ । অর্থাৎ কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা 4 গুণ করলে শব্দের বেগ দ্বিগুণ হবে। গ্রীষ্মকালের বায়ুতে তাপমাত্রা শীতকালের চেয়ে বেশি থাকায় তাই গ্রীষ্মকালে বায়ুতে শব্দের বেগ বেশি হয়।

(গ) মনে করি,

মনে করি,

$$AB = CD = L$$

প্রথম তরঙ্গ 3টি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করে।

এখানে,

প্রথম তরঙ্গের বেগ,

$$v_1 = 400 \text{ ms}^{-1}$$

দ্বিতীয় তরঙ্গের বেগ,

$$\therefore \text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_1 = \frac{L}{3}$$

আমরা জানি,

$$v_1 = f_1 \lambda_1$$

$$\text{বা, } 400 = f_1 \frac{L}{3}$$

$$\text{বা, } f_1 = \frac{1200}{L} \dots \dots \dots (i)$$

$$v_2 = 350 \text{ ms}^{-1}$$

প্রথম তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, $f_1 = ?$

দ্বিতীয় তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, $f_2 = ?$

তরঙ্গদ্বয়ের কম্পাঙ্কের পার্থক্য,

$$f_2 \sim f_1 = 250 \text{ Hz}$$

দ্বিতীয় তরঙ্গের ক্ষেত্রে, 4টি পূর্ণ স্পন্দন সম্পাদিত হয়।

$$\therefore \text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_2 = \frac{L}{4}$$

আমরা জানি,

$$v_2 = f_2 \lambda_2$$

$$\text{বা, } 350 = f_2 \times \frac{L}{4}$$

$$\text{বা, } f_2 = \frac{1400}{L} \dots \dots \dots (ii)$$

(i) ÷ (ii) হতে পাই,

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{1200}{1400}$$

$$\text{বা, } f_1 = 0.857 f_2 \dots \dots \dots (iii)$$

আবার, শর্তানুসারে,

$$f_2 - f_1 = 250 [\because f_2 > f_1]$$

$$\text{বা, } f_2 - 0.857 f_2 = 250$$

$$\therefore f_2 = 1748.25 \text{ Hz}$$

(iii) হতে পাই,

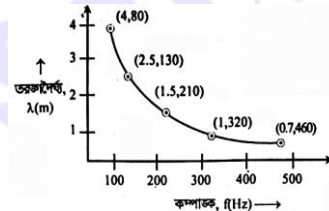
$$f_1 = 0.857 \times 1748.25$$

$$= 1498.25 \text{ Hz}$$

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ থেকে,

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

X অক্ষে কম্পাঙ্ক এবং Y অক্ষে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বসিয়ে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বনাম কম্পাঙ্ক লেখচিত্রটি নিম্নরূপ:



উপরের চিত্রে দেখা যায়, তরঙ্গদৈর্ঘ্য বনাম কম্পাঙ্ক লেখচিত্রটি একটি বক্ররেখা। কম্পাঙ্ক বেশি হলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য কমে, আবার কম্পাঙ্ক কম হলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বাড়ে। অর্থাৎ কম্পাঙ্ক (f) ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য (λ) পরস্পরের ব্যস্তানুপাতিক।

$$\therefore \text{গ্রাফ হতে এদের সম্পর্ক পাওয়া যায়, } f \propto \frac{1}{\lambda}$$

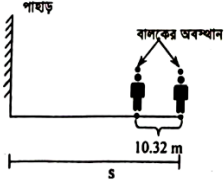
১২. একজন বালক একটি পাহাড় থেকে কিছু দূরে দাঁড়িয়ে একটি শব্দ করার 0.5 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। সেই স্থান থেকে 10.32 m এগিয়ে শব্দ করায় 0.44 s-এ প্রতিধ্বনি শুনতে পায়।

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২৩]

- (ক) তরঙ্গ কাকে বলে?
 (খ) আধানের মাত্রা বিশ্লেষণ দেখাও।
 (গ) বায়ুমন্ডলে শব্দের বেগ নির্ণয় করো।
 (ঘ) বালকটি শব্দ উৎপন্ন করার পর 70 m পাহাড়ের দিকে এগিয়ে গেলে প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

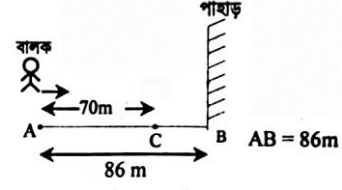
- (ক) যে পর্যায়বৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাকে তরঙ্গ বলে।
 (খ) আমরা জানি,
 আধান = তড়িৎ প্রবাহ \times সময়
 $Q = It$
 তড়িৎ প্রবাহের মাত্রা, $I = [I]$ এবং সময়ের মাত্রা, $[t] = T$
 \therefore আধানের মাত্রা, $[Q] = AT$
 (গ)



- ধরি,
 পাহাড় থেকে বালকের দূরত্ব, s এবং শব্দের বেগ, v
 \therefore শর্তানুসারে,
 $2s = vt_1$
 বা, $2s = 0.5v$
 বা, $s = 0.25v$
 এখানে,
 প্রথম ক্ষেত্রে প্রতিধ্বনি শোনার সময়,
 $t_1 = 0.5s$
 দ্বিতীয় ক্ষেত্রে প্রতিধ্বনি শোনার সময়,
 $t_2 = 0.44s$

- আবার, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে,
 $2 \times (s - 10.32) = vt_2$
 বা, $2 \times (0.25v - 10.32) = 0.44v$
 বা, $0.5v - 20.64 = 0.44v$
 বা, $0.5v - 0.44v = 20.64$
 $\therefore v = 344ms^{-1}$

- (ঘ) 'গ' থেকে পাই, শব্দের বেগ, $v = 344ms^{-1}$
 বালক হতে পাহাড়ের দূরত্ব
 ছিল,
 $s_1 = \frac{vt_1}{2}$
 $= \frac{344 \times 0.5}{2}$
 $= 86m$
 এখানে,
 সময়, $t_1 = 0.5s$



- বালকটি a বিন্দুতে শব্দ উৎপন্ন করে 70 m সামনে পাহাড়ের দিকে গিয়ে C বিন্দুতে থাকলে, দূরত্ব $BC = AB - AC = 86 - 70 = 16m$
 এখন, শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = AB + BC = 86 + 16 = 102m$
 প্রতিধ্বনি শোনার সময় t হলে,
 শর্তমতে, $s = vt$
 বা, $t = \frac{s}{v} = \frac{102}{344} = 0.297s > 0.1s$
 সুতরাং বলা যায়, বালকটি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।
 এখানে,
 দূরত্ব, $s = 102m$
 বেগ, $v = 344ms^{-1}$

১৩. বিদ্যুৎ চমক দেখার 0.5 sec পর মাটিতে দাঁড়ানো কোনো ব্যক্তি বজ্রের শব্দ শুনতে পায়। এর ঠিক 4 sec পর পানির তলদেশে অবস্থিত একটি মাছ বজ্রের শব্দ শুনতে পায়। বায়ুর গড় তাপমাত্রা $20^{\circ}C$ । পানিতে শব্দের দ্রুতি $1460 ms^{-1}$ । $0^{\circ}C$ তাপমাত্রার বাতাসে শব্দের বেগ $332 ms^{-1}$ ।

[যশোর বোর্ড-২০২৩]

- (ক) টিম্বার (Timbre) কাকে বলে?
 (খ) শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে শব্দ দ্রুত শোনা যায় কেন? ব্যাখ্যা করো।
 (গ) উক্ত তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় করো।
 (ঘ) শব্দের উৎপত্তিস্থল হতে ব্যক্তি ও মাছের দূরত্ব কত বিশ্লেষণ করো।

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) ভিন্ন ভিন্ন বাদ্যযন্ত্র থেকে আসা শব্দের পার্থক্য যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে বুঝা যায় তাকে টিম্বার (Timbre) বা সুরের গুণ বলে।
 (খ) শব্দের বেগ বায়ুর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতার উপর নির্ভর করে। শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে তাপমাত্রা সাধারণত বেশি থাকে। আর তাপমাত্রা বাড়লে বাতাসে শব্দের গতিবেগ বেড়ে যায়। তাছাড়া শীতকালে অপেক্ষা বর্ষাকালে বাতাসের আর্দ্রতাও বেশি থাকে। বাতাসে জলীয়বাষ্প থাকলে বাতাসের ঘনত্ব কমে যায়, সে জন্য শব্দের বেগ বেড়ে যায়। তাই আর্দ্রতা বাড়লে বাতাসে শব্দের বেগ বেড়ে যায়। ফলে শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে বাতাসে শব্দের বেগ বেশি থাকে। একারণে শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে শব্দ দ্রুত শোনা যায়।
 (গ) আমরা জানি,

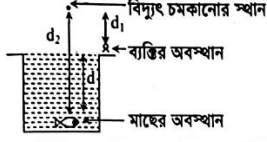
- $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$
 বা, $v_2 = v_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$
 $= 332 \times \sqrt{\frac{293}{273}}$
 $= 343.95ms^{-1}$
 এখানে,
 তাপমাত্রা, $T_1 = 0^{\circ}C = 273K$
 এবং তাপমাত্রা,
 $T_2 = 20^{\circ}C = (273 + 20)K = 293K$
 $0^{\circ}C$ তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,

(ঘ)

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

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

$$v_2 = 2$$



‘গ’ থেকে পাই, 20°C এ বায়ুতে শব্দের বেগ, $v_1 = 343.95 \text{ ms}^{-1}$
ধরি, শব্দের উৎপত্তিস্থল থেকে ব্যক্তির দূরত্ব d_1 , মাছের দূরত্ব d_2 এবং মাছটি পানিতে d গভীরতায় আছে।

এখন,

$$d_1 = v_1 t_1$$

$$= 343.95 \times 0.5$$

$$= 171.975 \text{ m}$$

এখানে,

$$v_2 = 1460 \text{ ms}^{-1}$$

এরপর শব্দটি পানি মাধ্যমে

$$t_2 = 4 \text{ s}$$

গিয়ে মাছের কাছে পৌঁছায়।

পানিতে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$d = v_2 t_2 = 1460 \times 4 = 5840 \text{ m}$$

\therefore শব্দের উৎপত্তিস্থল থেকে মাছের দূরত্ব,

$$d_2 = d_1 + d$$

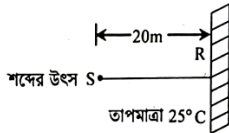
$$= (171.975 + 5840) \text{ m}$$

$$= 6011.975 \text{ m}$$

সুতরাং, শব্দের উৎপত্তিস্থল থেকে ব্যক্তির দূরত্ব 171.975 m এবং মাছের দূরত্ব 6011.975 m ।

১৪. দৃশ্যকল্প-১: P মাধ্যমে শব্দের বেগ Q মাধ্যমের শব্দের বেগের চেয়ে ৩ গুণ বেশি। Q মাধ্যমে একটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 15 cm । উভয় মাধ্যমে শব্দের উৎস একই।

দৃশ্যকল্প-২:



$[0^\circ \text{C}$ তাপমাত্রার বায়ুতে শব্দের বেগ 330 ms^{-1}]

[বরিশাল বোর্ড-২০২৩]

(ক) শব্দের পিচ কাকে বলে?

(খ) শব্দ একটি যান্ত্রিক তরঙ্গ-ব্যাখ্যা করো।

(গ) দৃশ্যকল্প-১ হতে P মাধ্যমে শব্দ উৎসের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এ S অবস্থান হতে প্রতিধ্বনি শোনা সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদ্যের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাই পীচ।

(খ) শব্দ এক প্রকার যান্ত্রিক তরঙ্গ। কেননা, কোনো মাধ্যম না থাকলে শব্দ সঞ্চালিত হতে পারে না। শব্দ তরঙ্গ মাধ্যমের সংকোচন প্রসারণের মাধ্যমে প্রবাহিত হয়। একটা পূর্ণ তরঙ্গে মাধ্যমের প্রতিটি অংশকে একবার সংকুচিত এবং একবার প্রসারিত করে। কোনো মাধ্যম না থাকলে শব্দ তরঙ্গ সামনে অগ্রসর হতেই পারবে না। ফলে শব্দ তার উৎসেই আবদ্ধ থাকবে। যেমন চাঁদে শব্দ তৈরি করলে শোনা যাবে না।



চিত্র: শব্দ সঞ্চালনের পথে

তাই বলা যায় যে, শব্দ একটি যান্ত্রিক তরঙ্গ।

(গ) শর্তমতে,

P মাধ্যমের শব্দের বেগ,	এখানে,
v_P	Q মাধ্যমের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য,
Q মাধ্যমের শব্দের বেগ,	$\lambda_Q = 15 \text{ cm}$
v_Q	P মাধ্যমে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_P = ?$

শব্দের উৎস একই হলে, মাধ্যম ভেদে কম্পাঙ্ক ধ্রুব থাকবে।

\therefore শব্দের বেগ \propto তরঙ্গদৈর্ঘ্য

$$\therefore \frac{v_P}{v_Q} = \frac{\lambda_P}{\lambda_Q}$$

$$\text{বা, } 3 = \frac{\lambda_P}{15}$$

$$\therefore \lambda_P = 45 \text{ cm (Ans.)}$$

(ঘ) আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{330}{v_2} = \sqrt{\frac{273}{298}}$$

$$\therefore v_2 = 344.8 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,

$$0^\circ \text{C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,}$$

$$v_1 = 330 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তাপমাত্রা,}$$

$$T_2 = 25^\circ \text{C}$$

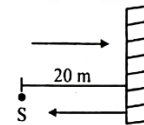
$$= 25 + 273 = 298 \text{ K}$$

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

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

$$v_2 = ?$$

ধরি, উৎস হতে উৎপন্ন শব্দ t সময় পার প্রতিধ্বনি আকারে ফিরে আসে,



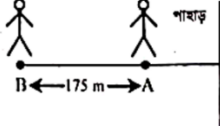
শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব $s = 20 + 20 = 40 \text{ m}$

$$\text{সুতরাং, } t = \frac{s}{v_2} = \frac{40}{344.8} = 0.116 \text{ s.}$$

আমরা জানি, ধ্বনি শোনার মধ্যে সময় ব্যবধান ন্যূনতম 0.1 s হতে হবে।

যেহেতু $t > 0.1 \text{ s}$, সুতরাং প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

১৫.



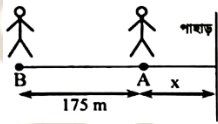
B অবস্থানে দাঁড়ানো ব্যক্তি শব্দ করলে 1.0857 s পর তার প্রতিধ্বনি শুনতে পায়।

[ঢাকা বোর্ড-২০২২]

- (ক) বিস্তার কাকে বলে?
 (খ) শব্দের বেগ বায়ুর আর্দ্রতার উপর নির্ভরশীল কেন? ব্যাখ্যা করো।
 (গ) পাহাড় থেকে A অবস্থানে দাঁড়ানো ব্যক্তির দূরত্ব নির্ণয় করো।
 (ঘ) A অবস্থানে দাঁড়ানো ব্যক্তি উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কি? গাণিতিকভাবে যুক্তি দাও।

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সাম্যাবস্থান থেকে যে কোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে বিস্তার বলে।
 (খ) বায়ুতে শব্দের বেগ সরাসরি বায়ুর ঘনত্বের ওপর নির্ভর করে। বায়ুর ঘনত্ব বাড়লে শব্দের বেগ হ্রাস পায় এবং কমলে বেগ বৃদ্ধি পায়। যেহেতু বায়ুতে আর্দ্রতার পরিবর্তন ঘটলে বায়ুর ঘনত্ব পরিবর্তিত হয়, তাই বায়ুতে শব্দের বেগও পরিবর্তিত হয়। একারণে শব্দের বেগ বায়ুর আর্দ্রতার ওপর নির্ভরশীল।
 (গ)



ধরি, পাহাড় থেকে A অবস্থানে দাঁড়ানো ব্যক্তির দূরত্ব = x মি.
 যেহেতু প্রশ্নে তাপমাত্রা উল্লেখ নেই, ধরি, তাপমাত্রা 30°C
 30°C এ শব্দের বেগ v_2 হলে, আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } \frac{v_2}{330} = \sqrt{\frac{303}{273}}$$

$$\therefore v_2 = \sqrt{\frac{303}{273}} \times 330$$

$$= 347.66 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,
 $T_1 = 0^\circ\text{C} = 273\text{K}$
 $T_2 = 30^\circ\text{C} = 303\text{K}$
 0°C এ শব্দের বেগ,
 $v_1 = 330 \text{ ms}^{-1}$
 30°C এ শব্দের বেগ, v_2 ?

চিত্রে, পাহাড় থেকে B অবস্থানে ব্যক্তির দূরত্ব,

$$d = 175 + x$$

আমরা জানি,

$$2d = v_2 t$$

$$\text{বা, } d = \frac{v_2 t}{2}$$

এখানে,
 বেগ, $v_2 = 347.66 \text{ ms}^{-1}$
 সময়, $t = 1.0857 \text{ s}$

$$\text{বা, } 175 + x = \frac{347.66 \times 1.0857}{2}$$

$$\text{বা, } 175 + x = 188.73$$

$$\therefore x = 13.73 \text{ m}$$

\therefore পাহাড় থেকে A অবস্থানের ব্যক্তির দূরত্ব 13.73 m (Ans.)

- (ঘ) ধরা যাক, উৎপন্ন শব্দ A অবস্থান হতে পাহাড়ে বাধা পেয়ে আবার A অবস্থানে আসতে সময় লাগে = $t_1 \text{ s}$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } t_1 = \frac{2d_1}{v} = \frac{2 \times 13.73}{347.66}$$

$$= 0.078 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$$

এখানে,

‘গ’ হতে প্রাপ্ত বেগ,

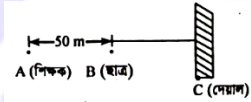
$$v = 347.66 \text{ ms}^{-1}$$

A হতে পাহাড়ের দূরত্ব,

$$d_1 = 13.73 \text{ m}$$

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

১৬.



AB = BC এবং বাতাসে শব্দের বেগ 350 ms^{-1} । শিক্ষক ছাত্রকে উচ্চ শব্দে ডাকলেন। শিক্ষকের ভোকাল কর্ডের কম্পাঙ্ক 700 Hz.

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২২]

- (ক) শব্দের তীক্ষ্ণতা কাকে বলে?
 (খ) পরিবেশের সকল শব্দ আমরা শুনতে পাইনা কেন?
 (গ) শিক্ষকের ডাকা শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।
 (ঘ) শিক্ষকের ডাকা শব্দের প্রতিধ্বনি কে কত সময় পর শুনতে পাবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাকে শব্দের তীক্ষ্ণতা বলে।
 (খ) আমরা সকল কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পাই না। মানুষের শ্রাব্যতার সীমা হলো 20 Hz থেকে 20,000 Hz। অর্থাৎ কোনো শব্দ শুনতে হলে তার কম্পাঙ্ক 20 Hz থেকে 20,000 Hz এর মধ্যে হতে হবে। তাই পরিবেশে শব্দ উৎপন্ন হলেও শব্দের কম্পাঙ্ক 20 Hz এর কম বা 20,000 Hz এর চেয়ে বেশি হয় তাহলে সেই শব্দ আমরা শুনতে পাই না। উদাহরণস্বরূপ বাদুরের উচ্চ কম্পাঙ্কের শব্দ কিংবা ভূমিকম্পের আগে সৃষ্ট কম কম্পাঙ্কের শব্দ আমরা শুনতে পাই না।

- (গ) আমরা জানি,

$$v = f \lambda$$

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

$$0.5 \text{ m}$$

(Ans.)

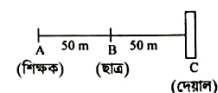
এখানে,

শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = 700 \text{ Hz}$

বেগ, $v = 350 \text{ ms}^{-1}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

- (ঘ)



যেহেতু, AB = BC \therefore BC = 50m

$$AC = 50 + 50 = 100m$$

শিক্ষকের ডাকা শব্দের প্রতিধ্বনি যদি শিক্ষক t_1 s পর শুনতে পায়, তাহলে,

$$2d = vt_1$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{2d}{v}$$

$$= \frac{2 \times 100}{350} = 0.57s$$

এখানে,

শিক্ষক ও দেয়ালের দূরত্ব,

$$d = AC = 100m$$

শব্দের বেগ, $v = 350ms^{-1}$

$$t_1 = ?$$

আবার, ছাত্র এই শব্দের প্রতিধ্বনি যদি t_2 s পর শুনতে পায়, তাহলে,

$$2d_1 = vt_2$$

$$\text{বা, } t_2 = \frac{2d_1}{v}$$

$$= \frac{2 \times 50}{350} = 0.286s$$

এখানে,

ছাত্র ও দেয়ালের দূরত্ব,

$$d_1 = BC = 50m$$

শব্দের বেগ, $v = 350ms^{-1}$

$$t_2 = ?$$

অর্থাৎ শিক্ষকের ডাকা শব্দের প্রতিধ্বনি ছাত্র 0.286 s পর ও শিক্ষক 0.57 s পর শুনতে পাবে।

১৭. 2.45 kg ভরের দোলক ঘড়ির দন্ডের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 100 cm। ঘড়িটিকে 900 km উচ্চতায় নিয়ে যাওয়া হলো। $R = 6000$ km, $g = 9.8 ms^{-2}$ ও $\pi = \frac{22}{7}$

[রাজশাহী বোর্ড-২০২২]

(ক) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ কাকে বলে?

(খ) নভোচারীরা মহাকাশে নভোযানে ভেসে থাকে কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে ভূ-পৃষ্ঠে দোলক ঘড়িটির স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে মহাকাশে একদিনে ঘড়িটি কত সময় ধীরে চলবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) নভোচারীরা নভোযানে করে পৃথিবীকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় বৃত্তাকার কক্ষপথে পদক্ষিপ্ত করে। এই বৃত্তাকার গতির জন্য নভোযানে কেন্দ্রমুখী ত্বরণের সৃষ্টি হয়, যা পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর সমান ও বিপরীতমুখী। এ অবস্থায় $g - g = 0$ । ফলে নভোচারীরা মহাকাশে নভোযানের কোনো ওজন অনুভব করে না এবং ভেসে থাকে।

(গ) আমরা জানি, সরল দোলকের দোলনকাল, $T =$

$$2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \dots \dots \dots (1)$$

আবার, দোলকের ভর m ও স্প্রিং ধ্রুবক k হলে,

$$\text{দোলনকাল, } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \dots \dots \dots (2)$$

(1) ও (2) থেকে,

$$2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

এখানে,

ভর, $m = 2.45$ kg

ভূপৃষ্ঠে, $g = 9.8 ms^{-2}$

$$\text{বা, } \sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\text{বা, } \frac{l}{g} = \frac{m}{k}$$

$$\text{বা, } k = \frac{mg}{l} = \frac{2.45 \times 9.8}{1} = 24.01 Nm^{-1}$$

\therefore ভূপৃষ্ঠে দোলক ঘড়িটির স্প্রিং ধ্রুবক $24.01 Nm^{-1}$ (Ans.)

(ঘ) ভূপৃষ্ঠে ঘড়ির দোলনকাল,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times \sqrt{\frac{1}{9.8}}$$

$$= 2.0079s \approx 2s$$

মহাকাশে 900 km উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ g' হলে,

$$g' = \frac{GM}{(R+r)^2}$$

$$= \frac{gR^2}{(R+r)^2} [\because g = \frac{GM}{R^2}]$$

$$\text{বা, } gR^2 = GM]$$

$$= \frac{g}{\left(\frac{R+r}{R}\right)^2} = \frac{g}{\left(1+\frac{r}{R}\right)^2}$$

$$= \frac{9.8}{\left(1+\frac{900 \times 10^3}{6000 \times 10^3}\right)^2} = 7.41 ms^{-2}$$

মহাকাশে দোলনকাল,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g'}}$$

$$= 2 \times \frac{22}{7} \times \sqrt{\frac{1}{7.41}}$$

$$= 2.309s$$

ধরি, মহাকাশে একদিনে ঘড়িটি n s ধীরে চলবে।

$$\text{আমরা জানি, 1 দিন} = 24hr = (24 \times 3600)s = 86400s$$

এখন, n s ধীরে চলায়,

$$(86400 - n) \text{ টি অর্ধদোলন দেয় } 86400 s \text{ এ}$$

$$\text{বা, 1 টি অর্ধদোলন দেয় } \frac{86400}{2} s \text{ এ}$$

$$\text{বা, 2টি অর্ধদোলন দেয় } \frac{86400 - n}{2} s \text{ এ}$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } 2.309 = \frac{2 \times 86400}{86400 - n}$$

$$\text{বা, } 86400 - n = \frac{2 \times 86400}{2.309} = 74837.6$$

$$\text{বা, } n = 86400 - 74837.6 = 11562.4s$$

$$\therefore n = 11562.4s = \frac{11562.4}{60 \times 60} hr = 3.2hr$$

সুতরাং, মহাকাশে ঘড়িটি একদিনে 3.2hr ধীরে চলবে।

১৮. এক ব্যক্তি একটি উঁচু দালানের সামনে দাঁড়িয়ে 250 Hz কম্পাংকবিশিষ্ট শব্দ উৎপন্ন করলো। ঐ দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 35° সেলসিয়াস। শব্দ উৎপন্ন হওয়ার স্থান হতে দালানের দূরত্ব 17.5 m।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২২]

- (ক) তরঙ্গ কাকে বলে?
 (খ) বায়ু মাধ্যমে শব্দের বেগের তারতম্য হয় কেন?
 (গ) উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।
 (ঘ) ঐ ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কি-না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) প্রথমত: তাপমাত্রার তারতম্যের দরুণ বায়ু মাধ্যমে শব্দের বেগের তারতম্য হয়।

আমরা জানি, বায়ুতে শব্দের বেগ কেলভিন তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ

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

অর্থাৎ তাপমাত্রা যত বেশি
 হবে, বায়ুতে শব্দের বেগ
 তত বেশি হবে।

দ্বিতীয়ত: আর্দ্রতার তারতম্যের দরুণ বায়ুতে শব্দের বেগের তারতম্য হয়। কারণ, বায়ুতে শব্দের বেগ এর ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

যেহেতু বায়ুতে জলীয়বাষ্প থাকলে এর ঘনত্ব কমে যায়, সে কারণে তখন বায়ুতে শব্দের বেগ বেড়ে যায়।

(গ) 20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, v_2 হলে,

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

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

$$= 330 \sqrt{\frac{308}{273}}$$

$$= 350.516 \text{ m/s}$$

অর্থাৎ,
 $v =$ শব্দের বেগ
 $T =$ কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা

অর্থাৎ,
 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,
 $v_1 = 330 \text{ m/s}$
 তাপমাত্রা,
 $T_1 = 0^{\circ}\text{C}$
 $= (0 + 273)\text{K}$
 $= 273\text{K}$
 তাপমাত্রা,
 $T_2 = 35^{\circ}\text{C}$
 $= (35 + 273)\text{K}$
 $= 308\text{K}$

উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ হলে,

$$\lambda = \frac{v_2}{f}$$

$$= \frac{350.516}{250}$$

$$= 1.4 \text{ m} \quad (\text{Ans.})$$

অর্থাৎ,
 শব্দের বেগ,
 $v_2 = 350.516 \text{ m/s}$
 কম্পাঙ্ক, $f = 250 \text{ Hz}$

(ঘ) এখানে, শব্দ উৎপন্ন হওয়ার স্থান থেকে দালানের দূরত্ব,
 $d = 17.5 \text{ m}$. এবং বায়ুতে শব্দের বেগ, $v = 350.516 \text{ ms}^{-1}$
 [‘গ’ থেকে]।

আমরা জানি, পরপর দুটি শব্দের মধ্যে সময়ের ব্যবধান ন্যূনতম 0.1 s হলে মানুষ প্রতিধ্বনি শুনতে পায়।

শব্দের উৎস হতে প্রতিফলকে বাধা পেয়ে শব্দ পুনরায় উৎপত্তিস্থলে আসতে সময় t হলে,

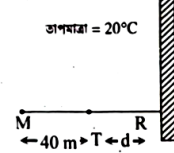
$$2d = vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{2d}{v} = \frac{2 \times 17.5}{350.516} = 0.09985 \text{ s}$$

দেখা যাচ্ছে, $t < 0.1 \text{ s}$

অর্থাৎ, ঐ ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে না।

১৯. নিচের চিত্রটি লক্ষ্য করো এবং সংশ্লিষ্ট প্রশ্নের উত্তর দাও:



‘M’ অবস্থানে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি শব্দ সৃষ্টি করল এবং 0.5 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। $[0^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রার শব্দের বেগ 330 ms^{-1}]

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২২]

- (ক) কম্পাঙ্ক কাকে বলে?
 (খ) শব্দের বেগের উপর বাতাসের ঘনত্বের প্রভাব ব্যাখ্যা করো।
 (গ) ‘M’ অবস্থান থেকে R প্রতিফলকের দূরত্ব নির্ণয় করো।
 (ঘ) ‘T’ অবস্থানে দাঁড়িয়ে থাকা কোনো ব্যক্তি উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কি না-গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও।

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) শব্দের বেগ বাতাসের ঘনত্বের বর্গমূলের ওপর ব্যস্তানুপাতিকভাবে নির্ভর করে। বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বাড়লে বাতাসের ঘনত্ব কমে যায়, সে জন্য শব্দের বেগ বেড়ে যায় এবং জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমলে শুষ্ক বাতাসের ঘনত্ব বেড়ে যায়, সে জন্য শব্দের বেগ কমে যায়।

(গ) আমরা জানি,

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

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

$$= \sqrt{\frac{293}{273}} \times 330$$

$$= 341.87 \text{ ms}^{-1}$$

অর্থাৎ,
 $T_1 = 0^{\circ}\text{C} = 273\text{K}$
 $T_2 = 20^{\circ}\text{C} = 293\text{K}$
 0°C এ শব্দের বেগ,
 $v_1 = 330 \text{ ms}^{-1}$
 20°C এ শব্দের বেগ, $v_2 = ?$

আমরা জানি,
 প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে,

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

$$\text{বা, } 2d = vt$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2}$$

$$= \frac{341.87 \times 0.5}{2}$$

$$= 85.5 \text{ m} \quad (\text{Ans.})$$

(ঘ) উদ্দীপক হতে পাওয়া যায়, M থেকে T এর দূরত্ব = 40 m
 আবার

M এবং R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব = 85.5 m

∴ R এবং T এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d_1 = 85.5 - 40 = 45.5\text{m}$

এখানে, শব্দের বেগ, $v = 341.87\text{ms}^{-1}$

শব্দ T অবস্থানে হতে R প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার T অবস্থানে আসলে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$2d_1 = (2 \times 45.5)\text{m} = 91\text{m}$$

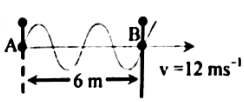
ধরা যাক, উৎপন্ন শব্দ T অবস্থানে হতে R প্রতিফলকে বাধা পেয়ে আবার T অবস্থানে আসতে সময় লাগে = $t_1\text{s}$

∴ আমরা জানি,

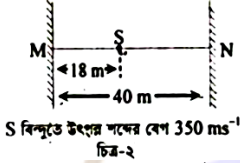
$$v = \frac{2d_1}{t_1} = \frac{2d_1}{v} = \frac{91}{341.87} = 0.266\text{s} > 0.1\text{s}$$

শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎপন্ন শব্দ প্রতিফলক হতে বাধা পেয়ে ফিরে আসতে কমপক্ষে 0.1 s সময় ব্যয় হতে হবে। এক্ষেত্রে T অবস্থানে শব্দ ফিরে আসতে 0.1 s এর বেশি সময় লাগে। তাই T অবস্থানে প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে।

২০.



চিত্র-১: তরঙ্গ



S বিন্দুতে উৎপন্ন শব্দের বেগ 350 ms⁻¹

চিত্র-২

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২২]

(ক) কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

(খ) প্রতিধ্বনি শোনার জন্য একটা ন্যূনতম দূরত্ব প্রয়োজন কেন?

(গ) চিত্র-১ এর আলোকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করো।

(ঘ) চিত্র-২ অনুসারে S অবস্থানে দাঁড়িয়ে শব্দ করলে ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পারে কি? গাণিতিক যুক্তি দাও।

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) কোনো শব্দ শোনার পর 0.1 সেকেন্ড পর্যন্ত এর রেশ আমাদের মস্তিষ্কে থাকে। প্রতিধ্বনি শোনার জন্য মূল ধ্বনি ও প্রতিধ্বনি শোনার মধ্যবর্তী সময়ের পার্থক্য 0.1 সেকেন্ড হওয়া প্রয়োজন। এর কম হলে মূলধ্বনি থেকে প্রতিধ্বনি আলাদা করা যাবে না। 0.1 সেকেন্ড সময়ের পার্থক্য হওয়ার জন্য শব্দকে একটি নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম করতে হয়। গাণিতিকভাবে দেখা যায় 0°C তাপমাত্রায় উৎস এবং প্রতিফলকের মধ্যে দূরত্ব 16.5 মিটার হলে মূল শব্দ ও প্রতিধ্বনির মধ্যবর্তী সময় 0.1 সেকেন্ড হয়। তাই 16.5 মিটারের কম দূরত্বে শব্দ উৎপন্ন হলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না। তাই প্রতিধ্বনি শোনার জন্য একটা ন্যূনতম দূরত্ব প্রয়োজন।

(গ) আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

$$= \frac{12}{3}$$

$$= 4\text{Hz} \quad (\text{Ans.})$$

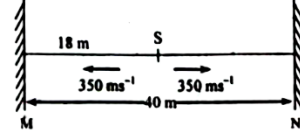
এখানে,

$$\text{তরঙ্গের বেগ, } v = 12\text{m/s}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = \frac{6}{2} = 3\text{m}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = ?$$

(ঘ) যেহেতু M ও N দুইটি প্রতিফলক পৃষ্ঠ বিদ্যমান, তাই নিকটতম প্রতিফলক পৃষ্ঠ M থেকে বাধা পেয়ে S অবস্থানে শব্দ আগে পৌঁছাবে।



M প্রতিফলকের জন্য-

$$2d_1 = vt_1$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{2d_1}{v}$$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{2 \times 18}{350}$$

$$\therefore t_1 = 0.103\text{s} > 0.1\text{s}$$

∴ শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে হলে উৎপন্ন শব্দ প্রতিফলক হতে বাধা পেয়ে ফিরে আসতে কমপক্ষে 0.1 s ব্যয় হতে হবে। এক্ষেত্রে S অবস্থানে শব্দ ফিরে আসতে 0.1 s এর বেশি সময় লাগে, অর্থাৎ প্রতিধ্বনি শুনতে পারে।

২১. P ও Q মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে 350ms^{-1} এবং 400ms^{-1} । মাধ্যমদ্বয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.4 m।

[সিলেট বোর্ড-২০২২]

(ক) তরঙ্গ কী?

(খ) 'পানির ঢেউ আড় তরঙ্গ'-ব্যখ্যা করো।

(গ) P মাধ্যমে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় করো।

(ঘ) P ও Q মাধ্যমে শব্দটির 40 কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য কত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) যে পর্যায়বৃত্ত আন্দোলন মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চারিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলো স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না, তাই তরঙ্গ।

(খ) পানির ঢেউ আড় তরঙ্গ। কারণ এই তরঙ্গ পানির কণার স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় এবং তরঙ্গের পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ থাকে।

(গ) প্রশ্নমতে,

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

আমরা জানি,

$$v_Q = f_Q \lambda_Q$$

$$\text{বা, } v_P = f_P \lambda_P$$

$$\therefore v_Q - v_P = f \lambda_Q - f \lambda_P$$

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

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

$$= \frac{400 - 350}{0.4} \text{Hz}$$

$$= 125\text{Hz}$$

$$\text{এখন, } v_P = f \lambda_P$$

$$\text{বা, } \lambda_P = \frac{v_P}{f} = \frac{350}{125} \text{m} = 2.8\text{m} (\text{Ans.})$$

(ঘ) প্রশ্নমতে,

এখানে,

P মাধ্যমে শব্দের বেগ,

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

Q মাধ্যমে শব্দের বেগ,

$$v_Q = 400\text{ms}^{-1}$$

ধরি,

শব্দের কম্পাঙ্ক f

P মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_P

Q মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_Q

$$\lambda_0 - \lambda_p = 0.4m$$

$$\text{বা, } \lambda_0 = \lambda_p + 0.4m$$

$$= (2.8 + 0.4)m = 3.2m$$

এখানে,
P মাধ্যমের শব্দের
তরঙ্গদৈর্ঘ্য,
 $\lambda_p = 2.8m$
Q মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য
 λ_0

P মাধ্যমে 40 টি কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব,
 $= 40\lambda_p = 40 \times 2.8m = 112m$
Q মাধ্যমে 40 টি কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব,
 $= 40\lambda_0 = 40 \times 3.2m = 128m$
 \therefore P ও Q মাধ্যমে শব্দটি 40 কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য,
 $= (128 - 112)m = 16m$ (Ans.)

২২. একটি কূপের গভীরতা 100 মিটার। গভীরতার এক চতুর্থাংশ পানি দ্বারা পূর্ণ। $0^\circ C$ তাপমাত্রার শব্দের বেগ 330 ms^{-1} । কূপের উপরের পৃষ্ঠে শব্দ সৃষ্টি করা হলো এবং 0.44 সেকেন্ড পর প্রতিধ্বনি শোনা গেল। কূপের ব্যাসার্ধ 2 মিটার।

[যশোর বোর্ড-২০২২]

- (ক) প্রতিধ্বনি কাকে বলে?
(খ) শব্দের তীব্রতা 10 Wm^{-2} বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা করো।
(গ) কূপের এলাকার তাপমাত্রা নির্ণয় করো।
(ঘ) দিনের তাপমাত্রা $30^\circ C$ হলে প্রতিধ্বনি শোনার উপযোগী করে কূপটিতে সর্বোচ্চ কত কেজি পানিপূর্ণ করা যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যখন প্রতিফলিত শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন ঐ প্রতিফলিত শব্দকে প্রতিধ্বনি বলে।
(খ) শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দ শক্তি প্রবাহিত হয় তাই শব্দের তীব্রতা। সুতরাং, শব্দের তীব্রতা 10 Wm^{-2} বলতে বুঝায় যে 1 m^2 ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 10 J শব্দ শক্তি প্রবাহিত হচ্ছে।

- (গ) এখানে,
 $2d = vt$
বা, $v = \frac{2d}{t} = \frac{2 \times 75}{0.44}$
 $= 340.9 \text{ ms}^{-1}$
আমরা জানি,
 $\frac{v_0}{v} = \sqrt{\frac{T_0}{T}}$
বা, $T = T_0 \times \left(\frac{v}{v_0}\right)^2$
বা,
 $273 \times \left(\frac{340.9}{330}\right)^2$
 $= 291.33 \text{ K}$

এখানে,
পানির পৃষ্ঠ থেকে কূপের উপরের
পৃষ্ঠের দূরত্ব,
 $d = 100 \times \left(1 - \frac{1}{4}\right)$
 $= 100 \times \frac{3}{4} = 75m$
 $T_0 = 0^\circ C = 273K$
তাপমাত্রায়
শব্দের বেগ, $v_0 = 330 \text{ ms}^{-1}$
সৃষ্ট শব্দ এবং তার প্রতিধ্বনি
শোনার মধ্যবর্তী সময়, $t = 0.44 \text{ s}$
কূপের এলাকার তাপমাত্রা, $T =$

?
তাপমাত্রা 291.33 K বা,
 $18.33^\circ C$ (Ans.)

(ঘ) আমরা জানি,

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

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

$$= 330 \times \sqrt{\frac{303}{273}}$$

$$= 347.66 \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি,

প্রতিধ্বনি শোনার জন্য সর্বনিম্ন সময়ের ব্যবধান, $t = 0.1 \text{ s}$

$\therefore 30^\circ C$ তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনার জন্য ন্যূনতম দূরত্ব d হলে,

$$2d = vt$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt}{2} = \frac{347.66 \times 0.1}{2} = 17.383m$$

দেওয়া আছে, কূপের গভীরতা = 100 m

\therefore সর্বোচ্চ $h = (100 - 17.383) = 82.617 \text{ m}$ পর্যন্ত উচ্চতায় পানি থাকতে পারবে।

\therefore এ উচ্চতা পর্যন্ত কূপের
আয়তন,
 $V = \pi r^2 h$
 $= 3.1416 \times 2^2 \times 82.617$
 $= 1038.198 \text{ m}^3$

দেওয়া আছে,
কূপের ব্যাসার্ধ, $r = 2 \text{ m}$
আমরা জানি,
পানির ঘনত্ব,
 $p = 1000 \text{ kgm}^{-3}$
প্রয়োজনীয় পানির ভর,
 $m = ?$

আমরা জানি,

$$p = \frac{m}{V}$$

$\therefore m = pV = 1000 \times 1038.198 = 1.038 \times 10^6 \text{ kg}$
অতএব, কুয়াটিকে সর্বোচ্চ $1.038 \times 10^6 \text{ kg}$ পানি পূর্ণ করা যাবে।

২৩. একজন বালক পাহাড় হতে 18 m দূরে দাঁড়িয়ে উচ্চ স্বরেশ্বদ করলো যার তরঙ্গদৈর্ঘ্য 22 cm. বালকটির 2 m সামনে দাঁড়ানো তার বন্ধুকে বললো, আমি প্রতিধ্বনি শুনেছি, তুমি কী শুনেছো? শব্দের বেগ 344 ms^{-1} ।

[বরিশাল বোর্ড-২০২২]

- (ক) টিম্বার কাকে বলে?
(খ) দুই বন্ধু পরস্পর কথা বলার সময় তাদের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ভিন্ন ভিন্ন হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।
(গ) বালকটির সৃষ্ট শব্দের পর্যায়কাল নির্ণয় করো।
(ঘ) বালকটির প্রশ্নের উত্তরে তার বন্ধুর সঠিক জবাব কী হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) ভিন্ন ভিন্ন বাদ্যযন্ত্র থেকে আসা শব্দের পার্থক্য যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে বুঝা যায়

তাকে টিম্বার বা সুরের গুণ বলে।

(খ) মানুষের গলার স্বরযন্ত্রে দু'টো পর্দা আছে, যা স্বরযন্ত্র বা ভোকাল কর্ড নামে পরিচিত। এই ভোকাল কর্ডের কম্পনের ফলে গলা থেকে শব্দ নির্গত হয় এবং মানুষ কথা বলে। প্রত্যেক মানুষের ভোকাল কর্ডের কম্পাঙ্ক অন্যদের চেয়ে আলাদা। এখন, শব্দের কম্পাঙ্ক f এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে, শব্দের বেগ, $v = f\lambda$ । আমরা জানি, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় ও নির্দিষ্ট মাধ্যমে শব্দের বেগ স্থির থাকে। সুতরাং শব্দের বেগ একই থাকলে যদি কম্পাঙ্ক পরিবর্তিত হয় তাহলে তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও পরিবর্তিত হবে। তাই দুই বন্ধু কথা বলার সময় শব্দের কম্পাঙ্কের পার্থক্যের কারণে তাদের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ভিন্ন ভিন্ন হয়।

(গ) আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

$$= \frac{344}{0.22}$$

$$= 1563.63\text{Hz}$$

এখানে,
শব্দের বেগ, $v = 344 \text{ m/s}$
শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য,
 $\lambda = 22\text{cm} = 0.22\text{m}$
শব্দের কম্পাঙ্ক, $f = ?$
শব্দ তরঙ্গের পর্যায়কাল,
 $T = ?$

আবার,

শব্দ তরঙ্গটির পর্যায়কাল T হলে,

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1563.63} = 6.395 \times 10^{-4} \text{ sec (Ans.)}$$

(ঘ) আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য ন্যূনতম সময়ের ব্যবধান $t = 0.1 \text{ s}$

প্রতিফলক হতে বাধা পেয়ে শব্দ আসতে প্রয়োজনীয় সময় t হলে,

$$2d = vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 16}{344}$$

$$= 0.093 \text{ s} < 0.1 \text{ s}$$

এখানে,
পাহাড় হতে বন্ধুর দূরত্ব,
 $d_2 = 18 - 2 = 16\text{m}$
শব্দের বেগ, $v = 344\text{ms}^{-1}$

যেহেতু ন্যূনতম সময়ের ব্যবধানের আগে শব্দ পৌছাবে তাই বালকের বন্ধু প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না। অর্থাৎ তার সঠিক জবাব হবে “না, আমি শুনতে পাইনি”।

২৪. একজন শরবত বিক্রেতা গরমের সময় 15°C তাপমাত্রার শরবত তৈরির জন্য 35°C তাপমাত্রার 20 kg পানিতে 0°C তাপমাত্রার কিছু পরিমাণ বরফ মিশায়। [বরফ গলনের আপেক্ষিক সুগুতাপ $3.36.000 \text{ Jkg}^{-1}$, পানির আপেক্ষিক তাপ $4200 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$]

[ঢাকা বোর্ড-২০২০]

(ক) দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ কাকে বলে?

(খ) একটি গ্লাস ও একটি বালতির ভিতরের একই পরিমাণ পানি রাখলে কোনটির পানি দ্রুত বাষ্পায়িত হবে?

(গ) পানি ও শরবতে শব্দের বেগের অনুপাত নির্ণয় করো।

(ঘ) উক্ত মিশ্রণের তাপমাত্রায় লোকটি শরবত তৈরিতে 6 kg বরফ ব্যবহার করলে সম্পূর্ণ বরফ গলবে কি-না-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) 1 m দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের দন্ডের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধির ফলে যতটুকু দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় তাকে ঐ দন্ডের উপাদানের দৈর্ঘ্য প্রসারণ সহগ বলে।

(খ) একটি গ্লাস ও বালতির ভিতরে একই পরিমাণ (ভর) পানি রাখলে বালতির পানি দ্রুত বাষ্পায়িত হবে। কারণ বাষ্পায়নের হার নির্ভর করে তরলের উপরিতলের ক্ষেত্রফলের উপর, ক্ষেত্রফল যত বেশি হবে বাষ্পায়ন তত দ্রুত হবে। বালতিতে রাখা পানির মুক্ততলের ক্ষেত্রফল গ্লাসের তুলনায় বেশি হওয়ায় বালতির পানি দ্রুত বাষ্পায়িত হবে।

(গ) এখানে মূলত: 35°C তাপমাত্রার পানি এবং 15°C তাপমাত্রার পানিতে শব্দের বেগের অনুপাত বের করতে হবে। তবে তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে তরলের শব্দের বেগ কীরূপ পরিবর্তিত হয়, তা পাঠ্যবইয়ের আলোচনা বহির্ভূত, কারণ $v \propto \sqrt{T}$ সূত্রটি কেবল গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। প্রশ্নে ‘পানি’র বদলে ‘বায়ু’ বা ‘গ্যাস’ উল্লেখ থাকলে সমাধান প্রক্রিয়া হতো নিম্নরূপ:

আমরা জানি,

বায়ুতে T_1 ও $T_2\text{K}$ তাপমাত্রায় শব্দের বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 হলে,

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

$$\text{বা, } \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{308}{288}}$$

$$\text{বা, } \frac{v_1}{v_2} = 1.034$$

$$\therefore v_1 : v_2 = 1.034 : 1 \text{ (Ans.)}$$

(ঘ) লোকটি চেয়েছিল যাতে তার শরবত বা মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা 15°C হয়। মনে করি, ব্যবহৃত 6 kg বরফের মধ্যে $m \text{ kg}$ বরফ গলেই মিশ্রণের চূড়ান্ত তাপমাত্রা 15°C হবে।

20 kg পানির তাপমাত্রা

35°C হতে কমিয়ে 15°C এ

আনতে বর্জিত তাপ,

$$Q_1 = m_w s_w \Delta\theta$$

$$= 20 \times 4200 \times 20$$

$$= 1680000\text{J}$$

এখানে,

পানির ভর, $m_w = 20\text{kg}$

পানির আপেক্ষিক তাপ,

$$s_w = 4200\text{Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

তাপমাত্রার পার্থক্য,

$$= (35 - 15)^\circ\text{C} =$$

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

$$= 20\text{K}$$

আবার, 0°C তাপমাত্রায় $m \text{ kg}$ বরফ গলতে গৃহীত তাপ,

$$Q_2 = m l_f$$

$$= 336000\text{mJ}$$

এখানে,

বরফ গলনের সুগুতাপ,

$$l_f = 336000\text{Jkg}^{-1}$$

বরফ গলা পানির তাপমাত্রা 0°C হতে বেড়ে 15°C এ আসতে গৃহীত তাপ,

$$Q_3 = m s_w \Delta\theta = m \times 4200 \times 15$$

$$= 63000\text{mJ}$$

ক্যালরিমিতির মূলনীতি অনুযায়ী, $Q_2 + Q_3 = Q_1$

$$\text{বা, } 336000\text{m} + 63000\text{m} = 1680000$$

$$\therefore m = \frac{1680000}{336000+63000} = 4.21\text{kg} < 6\text{kg}$$

সুতরাং 15°C তাপমাত্রায় শরবত তৈরিতে কেবল 4.21 kg বরফ গলানোই যথেষ্ট, 6 kg বরফ সম্পূর্ণ গলানোর প্রয়োজন নেই।

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

দৃশ্যকল্প-২: একটি পানিপূর্ণ লোহার নলের দৈর্ঘ্য 513 m । পানি ও লোহা শব্দের বেগ যথাক্রমে 1440 ms^{-1} ও 530 ms^{-1} ।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২০]

(ক) প্রতিধ্বনি কাকে বলে?

(খ) সুরশলাকার কম্পমান বাহুর গতি একটি স্পন্দন গতি-ব্যাখ্যা করো।

(গ) দৃশ্যকল্প-১ এর আলোকে পর্যায়কাল নির্ণয় করো।

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এর নলটির কোনো প্রান্তে একবার আঘাত করলে অপর প্রান্তে একাধিকবার শব্দ শুনার কারণ বিশ্লেষণ করো।

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

(খ) আমরা জানি, পর্যায়বৃত্ত গতি সম্পন্ন 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। কম্পনের সময় সুরশলাকার যেকোনো বাহু কম্পনের পর্যায়কালের অর্ধেক সময় যেদিকে গমন করে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে গমন করে। ফলে স্পন্দন গতির সংজ্ঞানুসারে, কম্পনশীল সুরশলাকার গতি স্পন্দন গতি।

(গ) 20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, v_2 হলে,

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

$$\therefore v_2 = v_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \quad 0^{\circ}\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,}$$

$$= 330 \sqrt{\frac{308}{273}} \quad v_1 = 330\text{m/s}$$

$$= 350.516\text{m/s} \quad \text{তাপমাত্রা,}$$

$$\quad T_1 = 0^{\circ}\text{C}$$

$$\quad = (0 + 273)\text{K}$$

$$\quad = 273\text{K}$$

$$\quad \text{তাপমাত্রা,}$$

$$\quad T_2 = 35^{\circ}\text{C}$$

$$\quad = (35 + 273)\text{K}$$

$$\quad = 308\text{K}$$

উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ হলে,

$$\lambda = \frac{v_2}{f} \quad \text{এখানে,}$$

$$= \frac{350.516}{250} \quad \text{শব্দের বেগ,}$$

$$= 1.4\text{m} \quad (\text{Ans.}) \quad v_2 = 350.516\text{ m/s}$$

$$\quad \text{কম্পাঙ্ক, } f = 250\text{ Hz}$$

(ঘ) পানি মাধ্যমে,

$$t_w = \frac{d}{v_w} \quad \text{এখানে,}$$

$$= \frac{513}{1440} \quad \text{নলের দৈর্ঘ্য, } d = 513$$

$$= 0.36\text{s} \quad \text{পানিতে শব্দের বেগ,}$$

$$\quad v_w = 1440\text{ms}^{-1}$$

লোহায় শব্দের বেগ,

$$v_l = 5130\text{ms}^{-1}$$

পানি মাধ্যমে শব্দ যেতে সময়,

$$t_w = ?$$

লোহা মাধ্যমে শব্দ যেতে সময়,

$$t_l = ?$$

লোহা মাধ্যমে

$$t_l = \frac{d}{v_l}$$

$$= \frac{513}{5130} = 0.1\text{ s}$$

$$\therefore \text{সময়ের পার্থক্য, } \Delta t = t_w - t_l$$

$$\text{বা, } \Delta t = 0.36 - 0.1$$

$$\therefore \Delta t = 0.26\text{ s} > 0.1\text{ s}$$

অর্থাৎ পানি মাধ্যম ও লোহা মাধ্যমে শব্দ যেতে সময়ের পার্থক্য মানুষের শ্রবণাভূতির স্থায়ীত্বকাল (0.1 s) অপেক্ষা বেশি হওয়ায় অপর প্রান্তে একাধিকবার (দুটি) শব্দ শুনা যাবে।

২৬..

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

[রাজশাহী বোর্ড-২০২০]

(ক) শব্দের তীক্ষ্ণতা কাকে বলে?

(খ) বায়ু মাধ্যমে শব্দের বেগের তারতম্য হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) উল্লেখিত স্থানে বায়ুর তাপমাত্রা নির্ণয় করো।

(ঘ) 'A' থেকে উৎপন্ন শব্দের দরুণ 'B' অবস্থানে থাকা শ্রোতা প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কিনা-গাণিতিক যুক্তি দাও।

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রবালের খাদের সুর ও চড়া সুরের পার্থক্য

(খ) প্রথমত: তাপমাত্রার তারতম্যের দরুণ বায়ু মাধ্যমে শব্দের বেগের তারতম্য হয়।

আমরা জানি, বায়ুতে শব্দের বেগ কেলভিন তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ

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

অর্থাৎ তাপমাত্রা যত বেশি

হবে, বায়ুতে শব্দের বেগ

তত বেশি হবে।

দ্বিতীয়ত: আর্দ্রতার তারতম্যের দরুণ বায়ুতে শব্দের বেগের তারতম্য হয়। কারণ, বায়ুতে শব্দের বেগ এর ঘনত্বের বর্গমূলে ব্যস্তানুপাতিক। যেহেতু বায়ুতে জলীয়বাষ্প থাকলে এর ঘনত্ব কমে যায়, সে কারণে তখন বায়ুতে শব্দের বেগ বেড়ে যায়।

(গ) আমরা জানি,

শব্দের প্রতিধ্বনির ক্ষেত্রে,

$$2 = v_2 t$$

[যেখানে, $v_2 =$ উল্লেখিত

স্থানে বায়ুতে শব্দের বেগ,

এখানে,

$v =$ শব্দের বেগ

$T =$ কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা

তত বেশি হবে।

প্রমাণ বা আদর্শ তাপমাত্রা,

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

0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,

$$v = \text{শব্দের বেগ}$$

$$T = \text{কেলভিন স্কেলে তাপমাত্রা}$$

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

$$0^{\circ}\text{C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ,}$$

$$\therefore v_2 = \frac{2d}{t}$$

$$= \frac{2 \times 25}{0.143}$$

$$= 349.65 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$\text{বা, } \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2 = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\text{বা, } T_2 = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \times T_1 = \left(\frac{349.65}{330}\right)^2 \times 273$$

$$= 306.48 \text{ K} = (306.48 - 273)^\circ \text{C} = 33.48^\circ \text{C} (\text{Ans.})$$

(ঘ) A থেকে উৎপন্ন মূল শব্দ B অবস্থানে দাঁড়িয়ে থাকা শ্রোতা শুনতে পাবে। এরপর শব্দটি প্রতিফলক R এর দিকে অগ্রসর হবে এবং প্রতিফলিত হয়ে শ্রোতার কাছে ফিরে আসবে। মূল শব্দ শোনা ও প্রতিফলিত শব্দ শোনার মধ্যকার সময় ব্যবধান 0.1 sec অপেক্ষা ক্ষুদ্রতর না হলে শ্রোতা প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

আমরা জানি, $2d = vt$

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

$$= \frac{2 \times 15 \text{ m}}{349.65 \text{ ms}^{-1}}$$

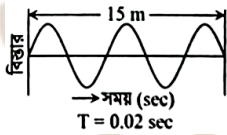
$$= 0.086 \text{ sec}$$

$$< 0.1 \text{ sec}$$

এখানে,
শ্রোতা হতে প্রতিফলকের
দূরত্ব,
 $d = 25 \text{ m} - 10 \text{ m} = 15 \text{ m}$
বায়ুতে শব্দের বেগ,
 $v = 349.65 \text{ ms}^{-1}$
সময় ব্যবধান, $t = ?$

সুতরাং, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল, 'A' থেকে উৎপন্ন শব্দের জন্য 'B' অবস্থানে থাকা শ্রোতা প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে না।

২৭.



[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২০]

- (ক) শব্দের তীব্রতা কাকে বলে?
(খ) সকল প্রতিফলিত শব্দই প্রতিধ্বনি নয় কেন? ব্যাখ্যা করো।
(গ) তরঙ্গটির বেগ নির্ণয় করো।
(ঘ) উদ্দীপকের তরঙ্গটি বায়ু মাধ্যমে কীভাবে সঞ্চালিত হবে তা চিত্র এঁকে ব্যাখ্যা করো।

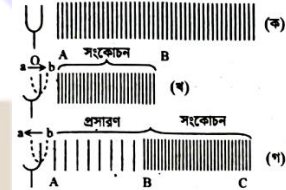
২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহিত শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের প্রাবল্য বা তীব্রতা বলে।
(খ) প্রতিধ্বনি শুনতে হলে 0°C তাপমাত্রায় শ্রোতা ও শব্দের প্রতিফলকের দূরত্ব ন্যূনতম দূরত্ব 16.5 m হতে হয় কিন্তু সকল ক্ষেত্রে শ্রোতা ও শব্দের প্রতিফলকের মধ্যকার দূরত্ব 16.5 m বা এর চেয়ে বেশি হয় না। এ কারণেই খুব অল্প সংখ্যক ক্ষেত্রেই প্রতিধ্বনি শোনা যায়। তাই বলা হয়- সকল প্রতিধ্বনি শব্দের প্রতিফলন, কিন্তু সকল প্রতিফলনই শব্দের প্রতিধ্বনি নয়।
(গ) এখানে,

s সরণ অতিক্রমে মোট সময়,
 $t = nT = \frac{5}{2} \times 0.02 \text{ sec} = 0.05 \text{ sec}$
 \therefore তরঙ্গের বেগ,
 $v = \frac{s}{t}$
 $= \frac{15 \text{ m}}{0.05 \text{ sec}}$
 $= 300 \text{ ms}^{-1} \quad (\text{Ans.})$

উদ্দীপক মতে,
শব্দ কর্তৃক মোট
অতিক্রান্ত দূরত্ব
(সরণ),
 $s = 15 \text{ m}$
পর্যায়কাল,
 $T = 0.02 \text{ sec}$
তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সংখ্যা,
 $n = 2 + \frac{1}{2} = \frac{5}{2}$
তরঙ্গের বেগ, $v = ?$

(ঘ) অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বায়ু মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হতে পারে না, শুধু কঠিন ও তরল মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হতে পারে। এর কারণ হচ্ছে বায়ু মাধ্যমের কোনো স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম নেই। অর্থাৎ উদ্দীপকের তরঙ্গটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ নয়।
অতএব, উদ্দীপকের তরঙ্গটি অনুদৈর্ঘ্য বা লম্বিক তরঙ্গ হবে, কারণ বায়ু মাধ্যমে যান্ত্রিক তরঙ্গ সংকোচন বা প্রসারণ সৃষ্টির মাধ্যমে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ আকারে অগ্রসর হয়। নিম্নে বায়ু মাধ্যমে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের সঞ্চালন প্রক্রিয়া চিত্রসহ ব্যাখ্যা করা হলো:



সুরশলাকার বাহুর কম্পনের ফলে বায়ুতে আলোড়ন সৃষ্টি হয় সুরশলাকার বাহুর ঠিক সামনে যে বায়ুগুণ্ড আছে তাকে সুরশলাকার বাহুর সমান্তরাল ও সমঘনত্বের স্তরে ভাগ করা যাক (চিত্র)। আন্দোলিত হয়ে বাহুটি যখন a থেকে b বিন্দুর দিকে যেতে থাকে তখন এর সামনের বায়ুস্তর চাপ পেয়ে সংকুচিত হয়। এ বায়ুস্তর আবার তার সামনের বায়ুস্তরকে চাপ দেয়। এভাবে যতক্ষণে বাহুটি a বিন্দু থেকে b বিন্দুতে পৌঁছে, ততক্ষণে একস্তর থেকে চাপ অন্যস্তরে সঞ্চারিত হয়, ফলে AB বায়ুস্তর সংকুচিত হয়। এবার, সুরশলাকার 8 বাহুটি a বিন্দুর দিকে অগ্রসর হলে এর পিছনে আংশিক শূন্যতার সৃষ্টি হয়।

এভাবে বাহুটি যতক্ষণে b থেকে a তে পৌঁছায় ততক্ষণে AB স্তরটি আরো বেশি প্রসারিত হয়। এই সময় পূর্বের সংকোচন BC অংশে পৌঁছায়। এভাবে সুরশলাকার একটি পূর্ণ স্পন্দনে তরঙ্গ ঠগ দূরত্ব অতিক্রম করে, যা তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সমান।

এরূপ সংকোচন-প্রসারণ দ্বারা সৃষ্ট অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বায়ু মাধ্যমে সঞ্চালিত হয়।

২৮. দৃশ্যকল্প-১: তরলে পূর্ণ একটি লোহার নল এর দৈর্ঘ্য 550 m। তরলটিতে এবং লোহার শব্দের বেগ যথাক্রমে 1450 ms^{-1} ও 5150 ms^{-1} ।

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

[সিলেট বোর্ড-২০২০]

(ক)

প্রবাহী ঘর্ষণ কাকে বলে?

- (খ) কোন কোন ক্ষেত্রে কাজ সংঘটিত হয় না?
 (গ) দৃশ্যকল্প-২ এর আলোকে বিকৃতি নির্ণয় করো।
 (ঘ) দৃশ্যকল্প-১ এর নলটির কোনো প্রান্তে একবার আঘাত করলে অপর প্রান্তে একাধিকবার শব্দ শোনার কারণ বিশ্লেষণ করো।

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো বস্তুর প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল হলে, এর ওপর যে ঘর্ষণ
 (খ) আমরা জানি, কাজ হচ্ছে বলের মান ও বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফল। কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও বস্তুর সরণ না হলে কাজসংঘটিত হবে না। আবার, বলের সাথে 90° কোণে সরণ হলেও কোনো কাজ সম্পাদন হবে না, কারণ এক্ষেত্রে বলের দিকে সরণের উপাংশ শূন্য। যেমন, কোনো বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকলে কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা এতে কোনো কাজ সম্পন্ন হয় না।

- (গ) আমরা জানি,

$$\text{বিকৃতি, } = \frac{L - L_0}{L_0}$$

$$= \frac{50.02 - 50}{50}$$

$$= 4 \times 10^{-4} \quad (\text{Ans.})$$

এখানে,
 তারের আদি দৈর্ঘ্য,
 $L_0 = 50 \text{ cm}$
 পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য,
 $L = 50.02 \text{ cm}$

- (ঘ) তরল মাধ্যমে শব্দ কর্তৃক উক্ত দূরত্ব অতিক্রমে সময়,

$$t_1 = \frac{d}{v_1} = \frac{550}{1450} = 0.38 \text{ s}$$

লোহা মাধ্যমে উক্ত দূরত্ব অতিক্রমে সময়,

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

$$= \frac{550}{5150} = 0.1068 \text{ s}$$

এখানে,
 নলের দৈর্ঘ্য, $d = 550 \text{ m}$
 তরলে শব্দের বেগ,
 $v_1 = 1450 \text{ ms}^{-1}$
 লোহায় শব্দের বেগ,
 $v_1 = 5150 \text{ ms}^{-1}$

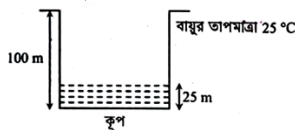
তরল মাধ্যমে শব্দ যেতে সময়,
 $t_1 = ?$
 লোহা মাধ্যমে শব্দ যেতে সময়,
 $t_1 = ?$

\therefore অনুরূপ শব্দদ্বয়ের মাধ্যমিকার সময় ব্যবধান, $\Delta t = t_1 - t_1$

$$= 0.38 - 0.1068 = 0.2732 \text{ s} > 0.1 \text{ s}$$

সুতরাং, লোহা মাধ্যম ও পানি মাধ্যম দিয়ে উক্ত শব্দ যেতে সময়ের পার্থক্য শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল (0.1 s) অপেক্ষা বেশি হওয়ায় নলটির এক প্রান্তে আঘাত করলে অপর প্রান্তে একাধিকবার (দুইটি) শব্দ শোনা যায়।

২৯. নিচের চিত্রের আলোকে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



গ্রীষ্মকালে বায়ুর তাপমাত্রা যখন 10°C বৃদ্ধি পায় তখন কূপের উপরিতল থেকে পানি 1 m নেমে আসে।

[ঢাকা বোর্ড-২০১৯]

- (ক) পর্যায়কাল কাকে বলে?
 (খ) তরঙ্গ শীর্ষ ও তরঙ্গ পাদ সমদশা সম্পন্ন নয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

- (গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত বায়ুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি ফারেন হাইট স্কেলে কত হবে?

- (ঘ) কূপের মধ্যে শব্দ করলে তাপমাত্রা বৃদ্ধির পূর্বে ও পরে প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে কোনোরূপ তারতম্য হবে কী? উত্তরের সপক্ষে যথাযথ যুক্তি উপস্থাপন কর।

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) তরঙ্গের উপরস্থ কোনো কণার একটি পূর্ণ স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময় প্রয়োজন

- (খ) অনুপ্রস্রাওয়া তরঙ্গ স্পন্দনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় এবং তরঙ্গে পর্যায়ক্রমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ থাকে। অনুপ্রস্থ তরঙ্গ পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে তরঙ্গশীর্ষ সৃষ্টি করে চলে এবং বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে তরঙ্গপাদ সৃষ্টি করে। এজন্য তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ সমদশা সম্পন্ন হয় না বিপরীত দশা সম্পন্ন হয়।

- (গ) আমরা জানি, $\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$

$$\text{বা, } 5T_F - 160 = 9T_C$$

$$\text{বা, } 5T_F = 9 \times 25 + 160$$

$$\text{বা, } 5T_F = 385 \quad \therefore T_F = 77$$

সুতরাং ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা 70°F

তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাওয়ার পর সেলসিয়াস স্কেলের পাঠ,

$$\frac{T'_C}{5} = \frac{T'_F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } \frac{35}{5} = \frac{T'_F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } T'_F - 32 = 63 = 63 + 32$$

$$\therefore T'_F = 95$$

$$\therefore \text{ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ বৃদ্ধি পাবে}$$

$$= T'_F - T_F$$

$$= 95^\circ \text{F} - 77^\circ \text{F} = 18^\circ \text{F}$$

$$\therefore \text{তাপমাত্রা বৃদ্ধি } 18^\circ \text{F}$$

- (ঘ) ধরি, তাপমাত্রা বৃদ্ধির পূর্বে প্রতিধ্বনি শোনার সময় t_1

এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধির পর প্রতিধ্বনি শোনার সময়, t_2

$$T_1 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{K} \quad \text{তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v_0 = 330 \text{ ms}^{-1}$$

$$T_2 = 25^\circ \text{C} = (273 + 25) \text{K} = 298 \text{K} \quad \text{তাপমাত্রার শব্দের বেগ, } v_1$$

$$\text{এবং } T_3 = 25^\circ \text{C} + 10^\circ \text{C} = 35^\circ \text{C} = (273 + 35) \text{K} = 308 \text{K}$$

তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, v_2 হলে,

$$v_1 = v_0 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 330 \times \sqrt{\frac{298}{273}} \text{ ms}^{-1} = 344.78 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আবার, } v_2 = v_0 \sqrt{\frac{T_3}{T_1}} = 330 \times \sqrt{\frac{308}{273}} \text{ ms}^{-1} = 350.52 \text{ ms}^{-1}$$

তাপমাত্রা বৃদ্ধির পূর্বে পানির উপরিতল পর্যন্ত গভীরতা,

$$h_1 = (100 - 25) \text{ m} = 75 \text{ m}$$

তাপমাত্রা বৃদ্ধির পর পানির উপরিতল পর্যন্ত গভীরতা,

$$h_2 = (100 - 25 + 1)m = 76m$$

আমরা জানি, $2h_1 = v_1 t_1$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{2h_1}{v_1} = \frac{2 \times 75m}{344.78ms^{-1}} = 0.4351s$$

$$\text{আবার, } t_2 = \frac{2h_2}{v_2} = \frac{2 \times 76m}{350.52ms^{-1}} = 0.4336s$$

যেহেতু $t_1 \neq t_2$ সেহেতু প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে খুব সামান্য তারতম্য হবে। অর্থাৎ পূর্বের চেয়ে $t_1 - t_2 = (0.4351 - 0.4336)s$ বা, $0.0015s$ আগেই প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

৩০. O বিন্দুতে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি 1 বার উচ্চস্বরে শব্দ করল।



[রাজশাহী বোর্ড-২০১৯]

- (ক) তরঙ্গ কাকে বলে?
(খ) স্প্রিং এর তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ-ব্যাখ্যা কর।
(গ) প্রতিধ্বনি শোনার জন্য O হতে AD এর ন্যূনতম দূরত্ব নির্ণয় কর।
(ঘ) O বিন্দুতে দাঁড়ানো ব্যক্তি ঐ তাপমাত্রায় কতবার প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে? যুক্তিসহ তোমার মতামত বিশ্লেষণ কর।

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে পর্যায়বৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাকে তরঙ্গ বলে।
(খ) যে তরঙ্গের মাধ্যমে কণাগুলো তরঙ্গ সঞ্চালনের সমান্তরালে কাঁপড়ে থাকে তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে। স্প্রিংয়ের ক্ষেত্রে তরঙ্গ স্প্রিংয়ের দৈর্ঘ্য বরাবর সঞ্চালিত হয়, স্প্রিংটিও এর দৈর্ঘ্য বরাবর কাঁপতে থাকে। অতএব, সংজ্ঞানুসারে স্প্রিংয়ের তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।
(গ) এখানে, $t = \text{শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল} = 0.1s$
 $T_1 = 0^\circ C = 273K$ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,
 $v_0 = 330ms^{-1}$
 $T_2 = 20C = (273 + 20)K = 293K$ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,
$$v = v_0 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 330 \times \sqrt{\frac{293}{273}} ms^{-1} = 341.87 ms^{-1}$$

আমরা জানি, প্রতিধ্বনি শোনার ক্ষেত্রে, $2d = vt$
বা, $d = \frac{vt}{2} = \frac{341.87 \times 0.1}{2} m = 17.1 m$
অতএব, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য O হতে AD এর ন্যূনতম দূরত্ব 17.1 m হতে হবে।
(ঘ) উদ্দীপকে প্রদত্ত চিত্রে দেখা যাচ্ছে উৎসের দুই দিকে প্রতিবন্ধক এবং এক পার্শ্বে শোলা রয়েছে। চিত্র হতে দেখা যাচ্ছে শোলাটি নিঃশব্দ নয়, বরং এটি কতকগুলো ফাঁকা ফাঁকা ব্লক দিয়ে গঠিত। তাই এটি আদর্শ প্রতিবন্ধক তথা প্রতিফলক হিসেবে কাজ করবে না। এখন শব্দ উৎস O এর অবস্থান যদি এমন হয় যে, AB ও AD প্রতিবন্ধক থেকে প্রতিফলিত শব্দ O উৎসের কাছে ন্যূনতম 0.1s সময় ব্যবধানে ফিরে আসে এবং প্রথম প্রতিফলিত শব্দটি শব্দ সৃষ্টির

ন্যূনতম 0.1 s সময় পর উৎসের কাছে ফিরে আসে তবে O বিন্দুতে দাঁড়ানো ব্যক্তি দুটি প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে। অর্থাৎ O বিন্দুর অবস্থান যদি এমন করা হয় যে এটি AD প্রতিফলক থেকে 17.1 m এবং AB প্রতিফলক থেকে 34.2 m দূরত্বে থাকবে তবে O বিন্দুতে দাঁড়ানো ব্যক্তি দুইবার প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে। কিন্তু O বিন্দুর অবস্থান যদি দুটি প্রতিফলক থেকেই 17.1 m এর কম দূরত্বে থাকে তবে O বিন্দুতে অবস্থিত ব্যক্তি কোনো প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে না। O বিন্দুর দূরত্ব যদি একটি প্রতিফলক হতে ন্যূনতম 17.1 m এবং অপর প্রতিফলক হতে 34.2 m এর কম হয় তবে O বিন্দুতে দাঁড়ানো ব্যক্তি ঐ তাপমাত্রায় একবার প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে।

৩১. উৎস ও প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী দূরত্ব 20 m . ঐ সময় বায়ুর তাপমাত্রা $20^\circ C$ ।

[যশোর বোর্ড-২০১৯]

- (ক) শব্দের তরঙ্গ কাকে বলে?
(খ) শব্দের বেগ বায়ুর আর্দ্রতার উপর ক্রিয়াশীল কেন? ব্যাখ্যা কর।
(গ) শব্দটি উৎস হতে প্রতিফলক পৃষ্ঠে পৌঁছানোর সময় নির্ণয় কর।
(ঘ) $30^\circ C$ তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনা যাবে কিনা গাণিতিক যুক্তি দ্বারা তোমার মতামত দাও।

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20 Hz এর কম তাকে শব্দের তরঙ্গ বলে।
(খ) বাতাসের আর্দ্রতার সাথে শব্দের বেগের পরিবর্তন হয়। আমরা জানি শুষ্ক বায়ুর ঘনত্ব অপেক্ষা আর্দ্র বায়ুর ঘনত্ব কম। কারণ জলীয় বাষ্পপূর্ণ বায়ু শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা হালকা। বাতাসে শব্দের বেগ ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ শব্দের বেগ v এবং বাতাসের ঘনত্ব ρ হলে, $v \propto \frac{1}{\sqrt{\rho}}$
অর্থাৎ বাতাসে আর্দ্রতার পরিমাণ বাড়লে বাতাসের ঘনত্ব কমে এবং সাথে সাথে শব্দের বেগ বেড়ে যায়। তাই বাতাসের আর্দ্রতা বাড়লে শব্দের বেগ বাড়ে এবং আর্দ্রতা কমলে শব্দের বেগ কমে।
(গ) এখানে, $T_1 = 0^\circ C = 273K$ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,
 $v_1 = 330 ms^{-1}$
বায়ুর তাপমাত্রা, $T_2 = 20C = (273 + 20)K = 293K$
উৎস ও প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $s = 20 m$
 $20^\circ C$ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,
$$v = v_1 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 330 \times \sqrt{\frac{293}{273}} ms^{-1} = 341.874ms^{-1}$$

শব্দটি উৎস হতে প্রতিফলক পৃষ্ঠে পৌঁছানোর সময়, $t = ?$
আমরা জানি, $s = vt$
বা, $t = \frac{s}{v} = \frac{20m}{341.874ms^{-1}} = 0.059s$
নির্ণেয় সময় 0.059s।
(ঘ) এখানে, উৎস ও প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $s = 20m$
 $30^\circ C$ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

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

$$= 347.66 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, প্রতিধ্বনি শোনার সময় t হলে,

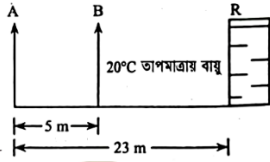
$$s = \frac{vt}{2}$$

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

এখানে, $t > 0.1 \text{ s}$

অতএব, 30°C তাপমাত্রায় প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

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



[কুমিল্লা বোর্ড-২০১৯]

- (ক) শব্দের প্রাবল্য কাকে বলে?
 (খ) শব্দ এক প্রকার তরঙ্গ কেন? ব্যাখ্যা কর।
 (গ) উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।
 (ঘ) বায়ুর তাপমাত্রা 40°C হলে একই শব্দের জন্য B অবস্থানের ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কী? তোমার মতামত দাও।

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে প্রবাহিত শক্তির পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বা প্রাবল্য বলে।
 (খ) শব্দ এক প্রকার তরঙ্গ। কারণ-তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যগুলো শব্দের মধ্যে রয়েছে। মাধ্যমের কণাগুলোর পর্যায়বৃত্ত কম্পনের ফলে শব্দ সঞ্চালিত হয়। শব্দ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে।
 (গ) এখানে, কম্পাঙ্ক, $f = 120 \text{ Hz}$

20°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

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

শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f}$$

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

অতএব, উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2.85 m

(ঘ) 40°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v' = 330 \times \sqrt{\frac{273+40}{273}} \text{ ms}^{-1} = 353.35 \text{ ms}^{-1}$$

প্রতিফলক থেকে B অবস্থানের দূরত্ব, $d = 23 \text{ m} - 5 \text{ m} = 18 \text{ m}$

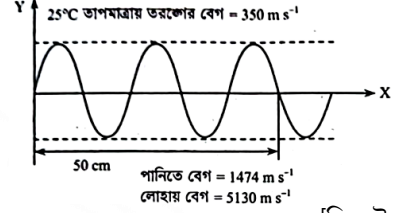
B অবস্থানে দুটি শব্দ শোনার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান,

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

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে, $t > 0.1 \text{ s}$ অর্থাৎ B অবস্থানের ব্যক্তির পরপর দুটি শব্দ শোনার মধ্যবর্তী সময় ব্যবধান শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল অপেক্ষা বেশি। অতএব, বায়ুর

তাপমাত্রা 40°C হলে একই শব্দের জন্য B অবস্থানের ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে।

৩৩. নিচের চিত্রটি লক্ষ করে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[সিলেট বোর্ড-২০১৯]

প্রতিধ্বনি কাকে বলে?

- (ক) রোগ নির্ণয়ে শব্দোত্তর কম্পন ব্যবহৃত হয়-ব্যাখ্যা কর।
 (গ) উদ্দীপকের তাপমাত্রাকে ফারেনহাইট স্কেলে প্রকাশ কর।
 (ঘ) উদ্দীপকের তরঙ্গের সমান কম্পাঙ্কবিশিষ্ট তরঙ্গ পানি ও লোহায় সমান তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট হবে কী? বিশ্লেষণ কর।

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যখন কোনো শব্দ মূল শব্দ থেকে আলাদা হয়ে মূল শব্দের পুনরাবৃত্তি করে, তখন প্রতিধ্বনি বলে।
 (খ) যে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20000 Hz অপেক্ষা বেশি তাকে শব্দোত্তর তরঙ্গ বলে। শব্দোত্তর তরঙ্গের নানাবিধ ব্যবহার রয়েছে। এর মধ্যে রোগ নির্ণয়ে শব্দোত্তর তরঙ্গের ব্যবহার উল্লেখযোগ্য। রোগ নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত বিভিন্ন পরীক্ষায় এর ব্যবহার রয়েছে। যেমন- আল্ট্রাসোনোগ্রাফিতে $1 - 10$ মেগা হার্টজ কম্পাঙ্কের শব্দোত্তর তরঙ্গ ব্যবহার করা হয়।

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } T_F - 32 = 45$$

বা,

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

$$\text{বা, } T_F = 32 + 45 = 77$$

অতএব, ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা 77°F

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

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

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

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

$$\text{পানিতে শব্দের বেগ, } v_w = 1474 \text{ ms}^{-1}$$

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

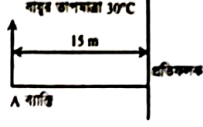
$$\therefore \text{পানিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_w = \frac{v_w}{f} = \frac{1474 \text{ ms}^{-1}}{1750 \text{ Hz}} = 0.8423 \text{ m}$$

$$\text{লোহায় শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_i = \frac{v_i}{f} = \frac{5130 \text{ ms}^{-1}}{1750 \text{ Hz}} = 2.9314 \text{ m}$$

এখানে, $\lambda_w \neq \lambda_i$

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

৩৪. A ব্যক্তি 20 cm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের শব্দ উৎপন্ন করেই 20 ms^{-1} বেগে প্রতিফলকের উল্টোদিকে দৌড়াতে শুরু করলো।



[বরিশাল বোর্ড-২০১৯]

- (ক) শব্দের তীব্রতা কাকে বলে?
 (খ) অনুপ্রস্থ তরঙ্গের কণাগুলো পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন-ব্যাখ্যা কর।
 (গ) শব্দ তরঙ্গের পর্যায়কাল কত?
 (ঘ) A ব্যক্তি প্রতিধ্বনি শুনতে পারবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) শব্দ বিস্তারের অভিমুখে লম্বভাবে রাখা একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে পরিমাণ শব্দশক্তি প্রবাহিত হয় তাকে শব্দের তীব্রতা বা পাবলি বলে।
 (খ) অনুপ্রস্থ তরঙ্গের কণাগুলো পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন। যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় তাকে অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে। এটি মাধ্যমে তরঙ্গশীর্ষ ও তরঙ্গপাদ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়। যেমন, সমুদ্রের ঢেউ। কোনো গতিশীল কণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে সে গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে। অনুপ্রস্থ তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলো একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই অনুপ্রস্থ তরঙ্গের কণাগুলো পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন।

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

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

পর্যায়কাল, $T = ?$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda}$$

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

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

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

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

(ঘ) এখানে, A ব্যক্তির বেগ, $v_A = 20 \text{ ms}^{-1}$

‘গ’ হতে পাই,

$$\text{বায়ুর তাপমাত্রায় শব্দের বেগ, } v = 347.66 \text{ ms}^{-1}$$

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

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

$$\therefore \text{উদ্দীপক অনুসারে, } v_A t + 2d = vt$$

$$\text{বা, } t(v - v_A) = 2d$$

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

$$\text{বা, } t = 0.092 \text{ s}$$

আমরা জানি, শব্দানুভূতির স্থায়িত্ব কাল 0.1 s

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

৩৫. রনি ও জনি দুই বন্ধু একদিন পাহাড়ের সামনে দাঁড়িয়েছিল। জনি তার হাতে থাকা বন্দুক হতে উপরের দিকে গুলি ছুঁড়লো। জনি উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি না শুনলেও 1 m পেছনে থাকা রনি 0.1005 s পর প্রতিধ্বনি শুনছিল। ঐ দিন বাতাসের তাপমাত্রা ছিল 25°C

[সকল বোর্ড-২০১৮]

- (ক) বিস্তার কাকে বলে?
 (খ) শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে শব্দ দ্রুত শূনা যায় কেন?
 (গ) রনি ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব কত?
 (ঘ) ঐ সময় তাপমাত্রা ন্যূনতম কত হলে জনি প্রতিধ্বনি শুনতে

পেরে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সাম্যাবস্থান থেকে যে কোনো একদিকে তরঙ্গস্থিত কোনো কণার সর্বাধিক সরণকে শব্দের বেগ বায়ুর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতার উপর নির্ভর করে। বায়ুর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা যত বাড়ে বায়ুতে শব্দের বেগও তত বাড়ে। শীতকালে বায়ুর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা কম থাকে অন্যদিকে বর্ষাকালে বায়ুর তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা বেশি থাকে। এজন্য শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে শব্দ দ্রুত শূনা যায়।

(গ) ধরি, রনি ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, d

উদ্দীপক হতে,

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

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

$$T_1 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{K} \text{ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, } v_0 = 330 \text{ ms}^{-1}$$

25°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ,

$$v = v_0 \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 330 \times \sqrt{\frac{298}{273}} \text{ ms}^{-1} = 344.79 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } d = \frac{vt+1}{2} = \frac{344.79 \text{ ms}^{-1} \times 0.1005 \text{ s} + 1}{2} = 17.83 \text{ m}$$

সুতরাং রনি ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 17.83 m

(ঘ) গ হতে পাই, রনি ও পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব $= 17.83 \text{ m}$

\therefore জনি হতে পাহাড়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,

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

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

$$T_1 = 0^\circ \text{C} = 273 \text{K} \text{ তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ, } v_0 = 330 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } 2d_j = v_1 t_j$$

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

এখন, বায়ুর তাপমাত্রা T_3 হলে,

$$\frac{v_0}{v_1} = \sqrt{\frac{T_1}{T_3}}$$

$$\text{বা, } \frac{v_0^2}{v_1^2} = \frac{T_1}{T_3}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } T_3 &= \frac{T_1 v_1^2}{v_0^2} = \frac{273 \times (336.6)^2}{(330)^2} \text{ K} \\ &= 284.03 \text{ K} = (284.03 - 273)^\circ \text{C} \\ &= 11.03^\circ \text{C} \end{aligned}$$

অর্থাৎ ঐ সময় তাপমাত্রা ন্যূনতম 11.03°C হলে জনি প্রতিধ্বনি শুনতে পেরে।

