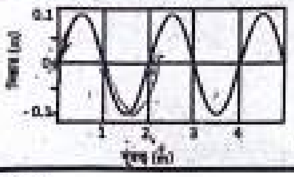
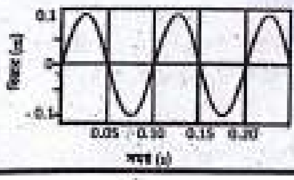
গাণিতিক সমস্যাবলি

অনুশীলনীর গাণিতিক প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন-১। চিত্রে অবস্থান এবং সময়ের সাপেক্ষে একটি তরঙ্গ দেখানো হয়েছে। তরঙ্গটি বেগ কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$v = f\lambda$

$= 20\ ms^{-1}$

এখানে,

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.10} = 10\ hz$

$\lambda = 2m$

প্রশ্ন-২। বেগ এবং শব্দের বেগ-এর অনুপাতকে *MACH* বলে। *MACH 9* যুদ্ধবিমানের গতিবেগ কত?

সমাধান:

দেওয়া আছে,

$\frac{\text{বিমানের বেগ}}{\text{শব্দের বেগ}} = \frac{v}{330} = 9$

MACH 9 যুদ্ধ বিমানের গতিবেগ $= (9 \times 330)\ ms^{-1}$

$= 2970\ ms^{-1}$ **[Ans.]**

প্রশ্ন-৩। কোনো একটি শহরে গ্রীষ্মকালে শব্দের বেগ 0.05% বেড়ে গেছে। শীতকালে তাপমাত্রা 10°C হলে গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা কত?

সমাধান:

শব্দের বেগ 0.05% বৃদ্ধি পাওয়া বলতে বোঝায়, আগের বেগ $100\ ms^{-1}$ হলে পরে বেগ $(100 + 0.05)\ ms^{-1}$ হবে।

গ্রীষ্মকালে ও শীতকালে শব্দের বেগের অনুপাত $= \frac{100 + 0.05}{100}$

$= \frac{100.05}{100}$

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{100.05}{100} = \sqrt{\frac{T_1}{10 + 273}}$

$\therefore T_1 = 283.28\ K$

এখানে,
গ্রীষ্মকালে শব্দের বেগ $= v_1$
শীতকালে শব্দের বেগ $= v_2$
শীতকালে তাপমাত্রা, $T_2 = 10°C$
গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা, $T_1 = ?$

$\therefore$ গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা $= (283.28 - 273)°C$

$= 10.28°C$

বিদ্র: প্রশ্নটিতে সম্ভবত ভুল আছে, কেননা কোনো স্থানে শীতকালের চেয়ে গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা মাত্র (10.28–10) বা, 0.28°C বৃদ্ধি পায় না। যদি শব্দের বেগ 5% বৃদ্ধি পেত তবে গ্রীষ্মকালের তাপমাত্রা প্রায় 39°C হত।

প্রশ্ন-৪। আমরা 20 Hz থেকে 20 kHz পর্যন্ত শব্দ শুনতে পারি। 20 Hz এবং 20 kHz শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত?

সমাধান:

$f_1 = 20\ Hz$

$f_2 = 20\ KHz = 20 \times 10^3$ $[\because 1KHz = 10^3Hz]$

আমরা জানি, $v = f\lambda$

এখন, $\lambda_1 = \frac{v}{f_1}$

$= \frac{330}{20}$

$= 16.5\ m$

আবার, $\lambda_2 = \frac{330}{20 \times 10^3}$

$= 0.0165\ m$

$\therefore$ 20 Hz এর জন্য তরঙ্গদৈর্ঘ্য 16.5 m
20 KHz " " " 0.0165 m **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫। $dB = 10\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$, P_2 জেট ইঞ্জিনের শব্দ এবং P_1 মশার পাখার শব্দ হলে, জেট ইঞ্জিনের শব্দ মশার পাখার শব্দ হতে কতগুণ বেশি?

সমাধান:

আমরা জানি,

$dB = dB_2 - dB_1$

$= 125 - 0$

$= 125$

আবার, $dB = 10\log\frac{P_2}{P_1}$

$\frac{P_2}{P_1} = \text{antilog}\left(\frac{dB}{10}\right)$

$= 3.16 \times 10^{12}$

জেট ইঞ্জিনের শব্দ 110 – 140 dB
[Ref: পাঠ্যবই পৃষ্ঠা-২০৬]
ধরি, জেট ইঞ্জিনের গড় শব্দ,

$dB_2 = \frac{110 + 140}{2}\ dB$

$= 125\ dB$

মশার পাখার শব্দ $dB_1 = 0\ dB$

$\therefore \frac{P_2}{P_1} = ?$

$\therefore$ জেট ইঞ্জিনের শব্দ মশার পাখার শব্দের 3.16×10^{12} গুণ (প্রায়)।

অতিরিক্ত গাণিতিক প্রশ্নোত্তর

Type-1

(স্প্রিং এ আরোপিত বল, স্প্রিং ধ্রুবক এবং স্প্রিংয়ের অবস্থানের মধ্যে সম্পর্ক)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $F = -kx$	F = স্প্রিংয়ের ওপর আরোপিত বল	নিউটন (N)
	k = স্প্রিং ধ্রুবক	নিউটন/মিটার (Nm^{-1})
	x = স্প্রিংয়ের অবস্থান	মিটার (m)

মনে রাখার বিষয়:

⇒ $F = ma = -kx$। এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা স্প্রিংয়ের সরণ ও ত্বরণের দিক বিপরীতমুখী বোঝানো হয়েছে।

Alert: সাম্য অবস্থা আর শেষ অবস্থানের মধ্যে দূরত্বকে উপরোক্ত সূত্রে স্প্রিংয়ের অবস্থান x মিটার দ্বারা প্রকাশ করতে হবে।

Example:

প্রশ্ন-৬। কোনো মসৃণ, অনুভূমিক তলের ওপর অবস্থিত একটি ব্লককে $80\ Nm^{-1}$ বল ধ্রুবকের একটি স্প্রিংয়ের সাথে সংযুক্ত করা হলো। সাম্যাবস্থা থেকে স্প্রিংটিকে 3cm সঙ্কুচিত করা হলো। স্প্রিং বলের মান কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$F = -kx$

$= -80Nm^{-1} \times 3 \times 10^{-2}\ m$

$= -2.4N$ [এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা স্প্রিংয়ের সরণ ও ত্বরণের দিক বিপরীতমুখী বোঝানো হয়েছে।]

এখানে,
স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 80\ Nm^{-1}$
স্প্রিং এর অবস্থানের পরিবর্তন, $x = 3cm = 3 \times 10^{-2}m$
স্প্রিং বলের মান, $F = ?$

প্রশ্ন-৭। একটি স্প্রিংয়ের এক প্রান্ত একটি কাঠামোর সাথে বেঁধে অপর মুক্ত প্রান্তে 0.5 kg ভরের একটি বস্তু ঝুলিয়ে দিলে স্প্রিংটি 1.0 cm প্রসারিত হয়। (i) স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক কত? (ii) স্প্রিংটিকে 1.5 cm প্রসারিত করলে বস্তুটির ওপর স্প্রিং কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করে?

সমাধান:

(i) স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক,

$k = \frac{F}{x_0}$ [শুধু মান বিবেচনা করে]

$= \frac{mg}{x_0}$ [$\because F = mg$]

$= \frac{0.5kg \times 9.8\ ms^{-2}}{1 \times 10^{-2}m}$

$= 490\ Nm^{-1}$ **[Ans.]**

এখানে,
স্প্রিংয়ে সংযুক্ত ভর, $m = 0.5\ kg$
ভার প্রয়োগের সম্প্রসারণ, $x_0 = 1.0cm = 1 \times 10^{-2}m$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

(ii) আমরা জানি,

$F = -kx$

$= -490\ Nm^{-1} \times 1.5 \times 10^{-2}m$

$= -7.35\ N$ [ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা স্প্রিং বলের দিক বস্তুর ওজনের বিপরীত বোঝানো হয়েছে।]

এখানে,
$k = 490\ Nm^{-1}$
$x = 1.5\ cm = 1.5 \times 10^{-2}\ m$

Practice Problem:

প্রশ্ন-৮। একটি স্প্রিংকে স্বাভাবিক অবস্থা থেকে 10 cm প্রসারিত করতে 30N বল প্রয়োজন হয়। স্প্রিং ধ্রুবক কত? [উত্তর: $300\ Nm^{-1}$]

প্রশ্ন-৯। একটি স্প্রিংকে 20 N বল প্রয়োগ করলে সেটি কতটুকু প্রসারিত হবে? [স্প্রিং ধ্রুবক = $300\ Nm^{-1}$] [উত্তর: 6.67 cm (প্রায়)]

Type-2

(পর্যায়কাল, স্প্রিং ধ্রুবক এবং ভর এর মধ্যে সম্পর্ক)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	T = পর্যায়কাল	সেকেন্ড (s)
	k = স্প্রিং ধ্রুবক	নিউটন/মিটার (Nm^{-1})
	m = স্প্রিংয়ের ভর	কেজি (kg)

⚠ Alert: পাঠ্যবইয়ে সূত্র ভুল দেওয়া আছে।

Example:

প্রশ্ন-১০। 200 gm ভরের একটি স্প্রিং সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল। মধ্যাবস্থান হতে স্প্রিংটির যখন 0.15 m সরণ হয় তখন এর উপর ক্রিয়ারত বলের মান 0.3 N. স্প্রিংটির পর্যায়কাল কত হবে?

সমাধান:

ধরা যাক,
স্প্রিংয়ের বল ধ্রুবক = k
সরণ = x

$\therefore$ আরোপিত বল, $F = kx$ (শুধু মান বিবেচনা করে)

আবার, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{mx}{kx}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{mx}{F}}$

$= 2\pi\sqrt{\frac{0.2 \times 20.15}{0.3}}$

$= 1.98\ s$

এখানে,
$m = 200\ gm = 0.2\ kg$
$x = 0.15\ m$
$F = 0.3\ N$

সুতরাং, স্প্রিংটির পর্যায়কাল **1.98 sec. [Ans.]**

Practice Problem:

প্রশ্ন-১১। সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দনরত 200 gm ভরের একটি স্প্রিংয়ের পর্যায়কাল 2 sec হলে স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক কত? [উত্তর: $1.974Nm^{-1}$]

Type-3

(দোলকের পর্যায়কাল, দৈর্ঘ্য এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ এর মধ্যে সম্পর্ক)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	T = দোলকের পর্যাকাল	সেকেন্ড (s)
	l = দোলকের দৈর্ঘ্য	মিটার (m)
	g = অভিকর্ষজ ত্বরণ	মিটার/সেকেন্ড² (ms^{-2})

Example:

প্রশ্ন-১২। 0.1 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি সরল দোলকে প্রতি সেকেন্ডে 2টি দোলন সম্পন্ন করে। অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর?

সমাধান:

আমরা জানি, $T = \frac{1}{f}$

$= \frac{1}{2s^{-1}}$

$= 0.5\ S$

এখানে,
দোলকের দৈর্ঘ্য, $l = 0.1m$
কম্পাঙ্ক, $f = 2s^{-1}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = ?$

আবার,

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

বা, $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

বা, $g = \frac{4 \times (3.14)^2 \times 0.1}{(0.5)^2}\ ms^{-2}$

$\therefore g = 15.78\ ms^{-2}$ **[Ans.]**

প্রশ্ন-১৩। একটি সরল দোলক A এর দৈর্ঘ্য অপর একটি সরল B এর দৈর্ঘ্যের 4 গুণ। দোলক B এর দোলনকাল 2s হলে এর দোলক A এর দোলনকাল কত হবে?

সমাধান:

আমরা জানি,

$\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{l_A}{l_B}}$

বা, $T_A = \sqrt{\frac{l_A}{l_B}} \times T_B$

বা, $T_A = \sqrt{\frac{4l_B}{l_B}} \times 2s$

$= 4s$ **[Ans.]**

দেওয়া আছে,
$l_A = 4l_B$
$T_B = 2s$
$T_A = ?$

প্রশ্ন-১৪। কোনো স্থানে দুটি সরল দোলকের দোলনকালের অনুপাত 3:5 হলে এদের কার্যকরী দৈর্ঘ্যের অনুপাত বের কর?

সমাধান:

ধরি, প্রথম দোলকের দোলনকাল T_1
প্রথম দোলকের দৈর্ঘ্য l_1
দ্বিতীয় দোলকের দোলনকাল T_2
দ্বিতীয় দোলকের দৈর্ঘ্য l_2
দেওয়া আছে,
$T_1 : T_2 = 3 : 5$
বা, $\frac{T_1}{T_2} = \frac{3}{5}$
$l_2 = ?$

আমরা জানি, $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}}$ ………(i)

এবং $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_2}{g}}$ ………(ii)

সমীকরণ (i) নং কে (ii) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,

$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{l_1}{l_2}}$

বা, $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \frac{l_1}{l_2}$

বা, $\left(\frac{3}{5}\right)^2 = \frac{l_1}{l_2}$

বা, $\frac{9}{25} = \frac{l_1}{l_2}$

$\therefore l_1 : l_2 = 9 : 25$ **[Ans.]**

Practice Problem:

প্রশ্ন-১৫। 1m লম্বা একটি সুতা দিয়ে 10 gm ভরের একটি পাথর ঝুলিয়ে দিলে তার দোলনকাল কত? [*Ref:* পাঠ্যবই, উদাহরণ পৃষ্ঠা-১৮৯] [উত্তর: 2s]

প্রশ্ন-১৬। ভূপৃষ্ঠে একটি দোলকের দোলনকাল 1 sec হলে দোলকটির দৈর্ঘ্য কত? [উত্তর: 0.993 m]

প্রশ্ন-১৭। ভূপৃষ্ঠে দোলকের দৈর্ঘ্য 1.5 m হলে দোলকটির দোলনকাল কত? [উত্তর: 2.46 s]

Type-4

(তরঙ্গ বেগ, কম্পাঙ্ক এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের মধ্যে সম্পর্ক)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $v = f\lambda$	v = তরঙ্গবেগ	মিটার/সেকেন্ড (ms^{-1})
	f = কম্পাঙ্ক	হার্টজ (Hz বা s^{-1})
	λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য	মিটার (m)

⚠ Alert: $1Hz = 1s^{-1}$

Example:

প্রশ্ন-১৮। 1 kHz কম্পনের একটি সুর শলাকা বা টিউনিং ফর্ক দিয়ে শব্দ তৈরি করে সেটি বাতাসে, পানিতে এবং লোহার ভেতর দিয়ে প্রবাহিত হতে দিয়ে তার বেগ নির্ণয় করে দেখা গেছে শব্দের বেগ বাতাসে 334 m/s, পানিতে 1493 m/s এবং লোহার ভেতরে 5130 m/s. কোন মাধ্যমের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? [*Ref:* পাঠ্যবই উদাহরণ, পৃষ্ঠা-২০২]

সমাধান:

তরঙ্গের বেগ = λf যেখানে λ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য এবং f কম্পাঙ্ক। এখানে কম্পাঙ্ক 1 kHz বা 100 Hz কাজেই

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

বাতাসে $\lambda = \frac{334\ ms^{-1}}{10^3 s^{-1}} = 0.3$ m

পানিতে $\lambda = \frac{1493 ms^{-1}}{10^3 s^{-1}} = 1.49$ m

লোহায় $\lambda = \frac{5130\ ms^{-1}}{10^3 s^{-1}} = 5.13$ m

[Ans.]

প্রশ্ন-১৯। 480 Hz কম্পাংকবিশিষ্ট একটি সুরশলাকা বাতাসে কোন এক সময়ে 72.5 cm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তরঙ্গ সৃষ্টি করে। ঐ সময়ে বাতাসে শব্দের বেগ নির্ণয় কর?

সমাধান:

আমরা জানি,

$v = f\lambda$
$= 480\ s^{-1} \times 0.725m$
$= 348\ ms^{-1}$

দেয়া আছে,
কম্পাংক, $f = 480$ Hz
$= 480\ s^{-1}$ [$\because 1\ Hz = 1s^{-1}$]
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 72.5$ cm
$= 0.725$ m
শব্দের বেগ, $v = ?$

$\therefore$ বাতাসে শব্দের বেগ $348\ ms^{-1}$ **[Ans.]**

প্রশ্ন-২০। ঢাকা বেতার কেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভে 630 kHz এ অনুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিও তরঙ্গের বেগ $3\times10^8\ ms^{-1}$ হলে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$v = f\lambda$

বা, $\lambda = \frac{v}{f}$

$= \frac{3\times10^8\ ms^{-1}}{63\times10^4\ s^{-1}}$

$= 476.19$m

দেয়া আছে,
কম্পাংক, f = 630 kHz
$= 630 \times 10^3$ Hz
[$\because$1KHz = 10^3 Hz]
$= 63 \times 10^4\ s^{-1}$
তরঙ্গের বেগ, $v = 3 \times 10^8\ ms^{-1}$
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ = ?

$\therefore$ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য = 476.19m **[Ans.]**

প্রশ্ন-২১। বায়ুতে শব্দের গতিবেগ $340\ ms^{-1}$। একটি সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 680 Hz হলে বাতাসে উৎপন্ন শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

$v = f\lambda$

বা, $\lambda = \frac{v}{f}$

বা, $\lambda = \frac{340\ ms^{-1}}{680\ s^{-1}}$

$\therefore \lambda = 0.5$ m

এখানে,
শব্দের গতিবেগ, $v = 340\ ms^{-1}$
সুরসলাকার কম্পাঙ্ক, $f = 680$ Hz
তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ = ?

সুতরাং, তরঙ্গদৈর্ঘ্য **0.5 m [Ans.]**

প্রশ্ন-২২। **250 Hz কম্পাঙ্কবিশিষ্ট একটি সুরশলাকা থেকে নিঃসৃত শব্দ বাতাসে 3 s-এ 1020 m অতিক্রম করে। বাতাসে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর।**

সমাধান:

মনে করি, শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য = λ

শব্দ 3s-এ অতিক্রম করে 1020 m

∴ " 1 " " " $\frac{1020}{3} = 340\text{m}$

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

কম্পাঙ্ক = 250 Hz

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ = ?

আমরা জানি,

$v = f\lambda$

বা, $340 \text{ ms}^{-1} = 250 \text{ Hz} \times \lambda$

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

নির্ণেয় শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1.36 m। **[Ans.]**

প্রশ্ন-২৩। **পানিতে সৃষ্ট একটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 8.75 cm। যদি বায়ু ও পানিতে শব্দতরঙ্গের বেগ যথাক্রমে 332 ms⁻¹ এবং 1425 ms⁻¹ হয়, তবে বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।**

সমাধান:

আমরা জানি,

$v_a = f\lambda_a$

এবং $v_w = f\lambda_w$

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

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

$= \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{1425 \text{ ms}^{-1}} \times 0.0875\text{m}$

$= 0.02$ m **[Ans]**

দেয়া আছে,

পানিতে শব্দ তরঙ্গের বেগ, $v_w = 1425 \text{ ms}^{-1}$

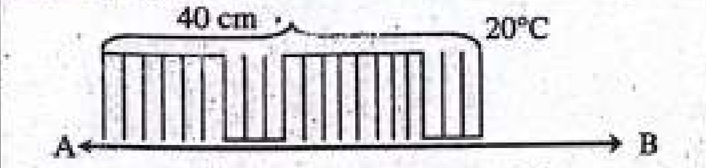
বায়ুতে শব্দ তরঙ্গে বেগ, $v_a = 332 \text{ ms}^{-1}$

পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_w = 8.75$ cm $= 0.0875$m

বাতাসে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda_a = ?$

কম্পাংক, $f = ?$

প্রশ্ন-২৪। **বায়ু মাধ্যমে শব্দের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।**



ধাতব তারে শব্দের বেগ 5130 ms⁻¹

সমাধান:

চিত্রানুযায়ী, অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের দুটি প্রসারণ ও দুটি সংকোচনের দৈর্ঘ্য 40cm দেওয়া আছে।

শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = \frac{40 \text{ cm}}{2} = \frac{0.4 \text{ m}}{2} = 0.2 \text{ m}$

আমরা জানি,

0°C তাপমাত্রার শব্দের বেগ 330 ms⁻¹।

এবং $v \propto \sqrt{T}$

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

$\frac{v_1}{330} = \sqrt{\frac{20 + 273}{0 + 273}}$

$v_1 = 341.87 \text{ ms}^{-1}$

এখানে,

$v_2 = 330 \text{ ms}^{-1}$

$T_2 = (0 + 273)$ K

$T_1 = (20 + 273)$ K

$v_1 = ?$

∴ ঐ স্থানে শব্দের বেগ 341.87 ms⁻¹ হবে।

আমরা জানি,

$v = f\lambda$

$f = \frac{341.87}{0.2}$ Hz

$= 1709$ Hz.

এখানে,

$2\lambda = 40$ cm

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

কম্পাঙ্ক, $f = ?$

খেয়াল কর: পাঠ্যবইয়ে সরাসরি 10°C তাপমাত্রার শব্দের বেগ 332ms⁻¹ দেয়া নেই কিন্তু পাঠ্যবইয়ে পৃষ্ঠা ২০৩ এর উদাহরণ থেকে টি সংগ্রহ করা হয়েছে।

দৃষ্টি আকর্ষণ: তোমাদের মনে হয়ত প্রশ্ন জাগতে পারে কিভাবে ($v \propto \sqrt{T}$) সূত্রটি থেকে আমরা $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ পেলাম? তাহলে খেয়াল কর।

ধরি, $v = k\sqrt{T}$ যেখানে k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক

এখন, T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় শব্দের বেগ v_1 ও v_2 হলে,

$v_1 = k\sqrt{T_1}$ ....(i)

$v_2 = k\sqrt{T_2}$ ....(ii)

(i) ÷ (ii) ⇒ $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

এখানে,

k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক

$T = x°C + 273$

বুঝতে পেরেছ ব্যাপারটা? খুব সহজ তাই না?

শিক্ষকমন্ডলী ও ছাত্রছাত্রীদের দৃষ্টি আকর্ষণ:

- পাঠ্যবই ২০১৯ সংস্করণে শব্দের বেগ 330 ms⁻¹ দেওয়া থাকলেও কত তাপমাত্রা তা উল্লেখ করা হয়নি।
- তবে আমেরিকার পাঠ্যবই অনুসারে 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 331.3 ms⁻¹ এবং 20°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 343.21 ms⁻¹.

প্রশ্ন-২৫। **একটি সেতারের তিন তার A, B এবং C এর B তারের কম্পাঙ্ক 369 Hz। বায়ু মাধ্যম A, B এবং C এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত 5 : 1.67 : 1 এবং C তারের সৃষ্ট তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.54 m। A তারের সৃষ্ট তরঙ্গের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।**

সমাধান:

আমরা জানি,

$\frac{f_A}{f_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}$

বা, $\frac{f_A}{f_B} = \frac{1.67}{5}$

বা, $f_A = \frac{1.67}{5} \times 369$ Hz

$\therefore f_A = 123.246$ Hz

সুতরাং, A তারে সৃষ্ট তরঙ্গের কম্পাঙ্ক **123.246 Hz**।

প্রশ্ন-২৬। **দুটি সুর শলাকার কম্পাঙ্কের পার্থক্য 118 Hz। বাতাসে শলাকা দুটি যে তরঙ্গ উৎপন্ন করে, তাদের একটি দুটি পূর্ণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অপরটির তিনটি পূর্ণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সমান। শলাকা দুটির কম্পাঙ্ক বের কর।**

সমাধান:

এখানে, $2\lambda_1 = 3\lambda_2$

বা, $\lambda_1 = \frac{3}{2}\lambda_2$

এখন, $f_2 - f_1 = 118$ Hz $\quad [\because f \propto \frac{1}{\lambda};\ \lambda_2 < \lambda_1]$

বা, $\frac{v}{\lambda_2} - \frac{v}{\lambda_1} = 118$

বা, $v\left(\frac{1}{\lambda_2}-\frac{1}{\lambda_1}\right)=118$

বা, $v\left(\frac{1}{\lambda_2}-\frac{1}{\frac{3}{2}\lambda_2}\right)=118$ [$\because \lambda_1=\frac{3}{2}\lambda_2$]

বা, $\left(\frac{3-2}{3\lambda_2}\right)=\frac{118}{v}$ [$\because$ v = বাতাসের শব্দের বেগ = 330 ms^{-1}]

বা, $3\lambda_2=\frac{330}{118}$

বা, $\lambda_2=\frac{330 \text{ m}}{118\times 3}$

$\therefore \lambda_2 = 0.9322$ m

এবং $\lambda_1=\frac{3}{2}\lambda_2=\frac{3}{2}\times 0.9322 \text{ m} = 1.399$ m

$\therefore$ কম্পাঙ্ক, $f_1=\frac{v}{\lambda_1}=\frac{330 \text{ ms}^{-1}}{1.399 \text{ m}}=237.4$ Hz

এবং, $f_2=\frac{v}{\lambda_2}=\frac{330 \text{ ms}^{-1}}{0.9322 \text{ m}}=354$ Hz

সুতরাং, শলাকা দুটির কম্পাঙ্ক 237.4 Hz এবং 354 Hz। [Ans.]

প্রশ্ন-২৭। A মাধ্যমে শব্দের বেগ B মাধ্যমে শব্দের বেগের 5 গুণ। A ও B মাধ্যমের শব্দতরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4m। B মাধ্যমে শব্দের বেগ 380 ms^{-1} হলে শব্দের উৎসের কম্পাঙ্ক নির্ণয় নির্ণয় কর।

সমাধান:

ধরি, উৎসের কম্পাঙ্ক, = f

আমরা জানি,

$\lambda_A-\lambda_B=\frac{1}{f}(v_A-v_B)$……(1)

$\therefore 4=\frac{1}{f}(5v_B-v_B)$

বা, $4=\frac{1}{f}4v_B$

সুতরাং, $f = v_B = 380$ Hz **[Ans.]**

এখানে,
$v_A = 5v_B$
$\therefore \lambda_A > \lambda_B$
আবার, $\lambda_A-\lambda_B = 4$ m
$v_B = 380$ ms^{-1}
$f = ?$

প্রশ্ন-২৮। 430 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গ পানি থেকে বায়ুতে প্রবেশ করায় তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2.12 m হ্রাস পায়। পানিতে শব্দের বেগ 1260 ms^{-1} হলে বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান:

ধরি, পানিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য = λ_w

এবং বায়ুতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য = λ_a

প্রশ্নমতে, $\lambda_w-\lambda_a=2.12$ m

বা, $\frac{v_w}{f}-\frac{v_a}{f}=2.12$ m

বা, $v_w - v_a = f\times 2.12$ m

বা, $v_a = v_w - f\times 2.12$ m

বা, $v_a = 1260 ms^{-1} - 430 \text{ Hz}\times 2.12$ m

$\therefore v_a = 348.4$ ms^{-1}। **[Ans.]**

এখানে,
কম্পাঙ্ক, $f = 430$ Hz
তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য = 2.12
পানিতে শব্দের বেগ $v_w = 1260$ ms^{-1}
বায়ুতে শব্দের বেগ $v_a = ?$

প্রশ্ন-২৯। কোনো বেতারকেন্দ্র মিডিয়াম ওয়েভে 350 kHz-এ প্রতিদিন সকাল দশ ঘটিকার সময়ে পল্লীগীতির অনুষ্ঠান সম্প্রচার করে। রেডিও তরঙ্গবেগ 3 × $10^8 ms^{-1}$। পানিতে সৃষ্ট অপর একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য রেডিও তরঙ্গটির এক শতাংশ এবং পানিতে শব্দের বেগ 1450 ms^{-1}।

(ক) রেডিও তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

(খ) রেডিও তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গটির কম্পাঙ্কের কতগুণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

(ক) ধরি, রেডিও তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ

আমরা জানি,

$v = f\lambda$

বা, $\lambda=\frac{3\times 10^8 \text{ ms}^{-1}}{350\times 10^3 \text{ Hz}}$

$\therefore \lambda = 857.143$ m

এখানে,
কম্পাঙ্ক, $f = 350$ kHz
$= 350\times 10^3$ Hz
[$\because$1KHz = 10^3Hz]
তরঙ্গ বেগ, $v = 3\times 10^8$ ms^{-1}

সুতরাং, রেডিও তরঙ্গদৈর্ঘ্য 857.143 m।

(খ) ধরি, পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গের কম্পাঙ্ক f_w

'ক' নং হতে, রেডিও তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ = 857.143 m

$\therefore$ পানিতে তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_w = 157.143\text{m}\times\frac{1}{100}$

$= 8.57143$ m

আমরা জানি,

$v_w = f_w\lambda_w$

বা, $f_w=\frac{1450 \text{ ms}^{-1}}{8.57143 \text{ m}}$

$\therefore f_w = 169.167$ Hz

এখানে,
রেডিও তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, $f = 350$ kHz
$= 350\times 10^3$ Hz
[$\because$1KHz = 10^3Hz]
পানিতে শব্দের বেগ, $v_w = 1450$ ms^{-1}

এখন, $\frac{f}{f_w}=\frac{350\times 10^3 \text{ Hz}}{169.167 \text{ Hz}}$

$\therefore f = 2068.96\times f_w$

অর্থাৎ, রেডিও তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক পানিতে সৃষ্ট তরঙ্গটির কম্পাঙ্কের 2068.96 গুণ। **[Ans.]**

Practice Problem:

প্রশ্ন-৩০। 300 Hz কম্পাঙ্কের স্পন্দিত কোনো রেডিও স্পিকার থেকে উৎপন্ন শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বায়ুতে 1.15 m হলে বায়ুতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি কত? [উত্তর: শব্দের দ্রুতি 345 ms^{-1}]

প্রশ্ন-৩১। বাতাসে একটি সুরশলাকার সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 50 cm এবং অপর একটি সুরশলাকার সৃষ্ট শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 70 cm। প্রথম সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 350 Hz হলে দ্বিতীয় সুরশলাকার কম্পাঙ্ক কত হবে? [উত্তর: 250 Hz]

প্রশ্ন-৩২। বায়ু ও পানিতে 300 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4.18 m। বায়ুতে শব্দের বেগ 350 ms^{-1} হলে পানিতে শব্দের বেগ কত? [উত্তর: 1604ms^{-1}]

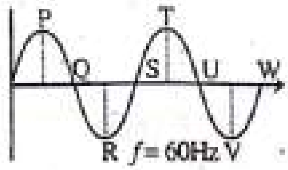
প্রশ্ন-৩৩। কোনো একটি মাধ্যম 480 Hz ও 320 Hz কম্পাঙ্কের দুটি শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 2 m হলে মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর। [উত্তর: 1919.9ms^{-1}]

প্রশ্ন-৩৪। বাতাসে শব্দের দ্রুতি 330 ms^{-1} হলে মানুষের শ্রাব্যতার ঊর্ধ্বসীমার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত হবে? [উত্তর: 0.0165 m]

প্রশ্ন-৩৫। 700 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একটি শব্দের গতিবেগ 350 ms^{-1} হলে এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [উত্তর: 0.5m]

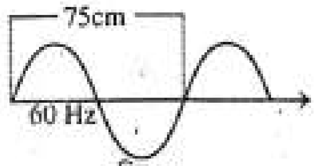
প্রশ্ন-৩৬। একটি শব্দের বেগ 350 ms^{-1} এবং কম্পাঙ্ক 1400 Hz হলে উক্ত শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [উত্তর: 0.25 m]

প্রশ্ন-৩৭। চিত্রের শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি 330 ms^{-1} হলে এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।



[উত্তর: 5.5 m]

প্রশ্ন-৩৮।



চিত্র-১

চিত্রের তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর। [উত্তর: 45 ms^{-1}]

প্রশ্ন-৩৯। বাতাসে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 4 cm। যদি বায়ু ও পানিতে শব্দ তরঙ্গের দ্রুতি যথাক্রমে 332 ms^{-1} এবং 1452.5 ms^{-1} হয়, তবে পানিতে শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য কত?
[উত্তর: তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 0.175 m এবং কম্পাঙ্ক 8300 Hz]

প্রশ্ন-৪০। 332 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একটি সুর শলাকা থেকে নিঃসৃত শব্দ বাতাসে 6 s এ 1536 m অতিক্রম করে। বাতাসে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? [উত্তর: 0.771 m]

প্রশ্ন-৪১। 128 Hz কম্পাঙ্কবিশিষ্ট একটি সুরশলাকা থেকে নিঃসৃত শব্দ বাতাসে 6 s এ 1536 m অতিক্রম করে। বাতাসে শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? [উত্তর: 2 m]

প্রশ্ন-৪২। দুটি সুর শলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 128 Hz ও 384 Hz। বায়ুতে শলাকা দুটি হতে সৃষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর। [উত্তর: 3:1]

প্রশ্ন-৪৩। 512 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুরশলাকা পানিতে 2.45 m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের শব্দ সৃষ্টি করে। পানিতে শব্দের বেগ কত?
[উত্তর: 1254.4 ms^{-1}]

প্রশ্ন-৪৪। কোনো শব্দের বেগ 5×10^4 ms^{-1} এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2.5×10^{-1} m হলে ঐ মাধ্যমে শব্দ কম্পাঙ্ক কত? [উত্তর: 2×10^5Hz]

প্রশ্ন-৪৫। পানিতে সৃষ্ট একটি শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 8.75 cm। যদি পানিতে শব্দের বেগ 1452.50 ms^{-1} হয় তবে বাতাসে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [উত্তর: 16600 Hz]

প্রশ্ন-৪৬। সাধারণ মানুষের কান নিম্নতম যে কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পারে তার মান 20 Hz এবং সর্বাধিক যে কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পারে তার মান 20000 Hz। বাতাসে প্রত্যেক ক্ষেত্রে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বের কর। বাতাসে শব্দের বেগ 332 ms^{-1}। [উত্তর: 1660cm ও 1.66cm]

Type-5

(কম্পাঙ্ক, কম্পনসংখ্যা ও পর্যায়কালের মধ্যে সম্পর্ক)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $f = \frac{N}{t}$	f = কম্পাঙ্ক	হার্টজ (Hz বা s^{-1})
	N = কম্পন সংখ্যা	একক নেই
	t = সময়	সেকেন্ড (s)
• $f = \frac{1}{T}$	f = কম্পাঙ্ক	হার্টজ (Hz বা s^{-1})
	T = পর্যায়কাল	সেকেন্ড (s)
• $T = \frac{t}{N}$	T = পর্যায়কাল	সেকেন্ড (s)
	N = কম্পন সংখ্যা	একক নেই
	t = সময়	সেকেন্ড (s)

মনে রাখার বিষয়:

⇒ যখন কম্পন সংখ্যা N = 1 তখন t = T (পর্যায়কাল), কেননা তরঙ্গ 1 বার কম্পন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাই পর্যায়কাল। সূত্রটিকে তখন লেখা যায়, $f = \frac{1}{T}$ যেখানে T = তরঙ্গটির পর্যায়কাল।

⇒ $1Hz = 1s^{-1}$

Example:

প্রশ্ন-৪৭। একটি বস্তু বাতাসে যে শব্দ সৃষ্টি করে তার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 20cm। বাতাসে শব্দের বেগ 340 ms^{-1} হলে এর কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কাল বের কর।

সমাধান:

আমরা জানি,
বেগ, $v = f\lambda$

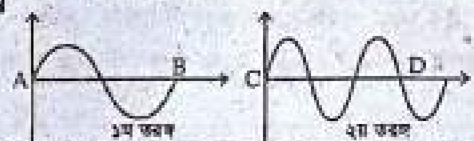
$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340ms^{-1}}{0.2\ m}$
$= 1700$ Hz

$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1700s^{-1}}$
$= 5.88 \times 10^{-4}$ s

এখানে,
তরঙ্গদৈর্ঘ্য, λ = 20 cm = 0.2m
শব্দের বেগ, v = 340 ms^{-1}
কম্পাঙ্ক, f = ?
পর্যায়কাল, T = ?

নির্ণেয় কম্পাঙ্ক 1700 Hz; পর্যায়কাল 5.88×10^{-4}s। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪৮।



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

সমাধান:

আমরা জানি,

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

$\therefore f = \frac{N}{t}$ ……… (1)

ধরি, ১ম তরঙ্গের কম্পাঙ্ক f_1
এবং ২য় তরঙ্গের কম্পাঙ্ক f_2
১ম তরঙ্গের কম্পন সংখ্যা, $N_1 = 1$
২য় তরঙ্গের কম্পন সংখ্যা, $N_2 = 2$
১ম তরঙ্গের ক্ষেত্রে সময়, $t_1 = 0.05$ s
২য় তরঙ্গের ক্ষেত্রে সময়, $t_2 = 0.08$ s

১ম তরঙ্গের ক্ষেত্রে,
$f_1 = \frac{N_1}{t_1} = \frac{1}{0.05\ s} = 20$ Hz

২য় তরঙ্গের ক্ষেত্রে,
$f_2 = \frac{N_2}{t_2} = \frac{2}{0.08\ s} = 25$ Hz

$\therefore \frac{\text{১ম তরঙ্গের কম্পাঙ্ক}}{\text{২য় তরঙ্গের কম্পাঙ্ক}} = \frac{20\ Hz}{25\ Hz}$

∴ ২য় তরঙ্গের কম্পাঙ্ক = 1.25 × ১ম তরঙ্গের কম্পাঙ্ক

সুতরাং, ২য় তরঙ্গের কম্পাঙ্ক ১ম তরঙ্গের কম্পাঙ্কের 1.25 গুণ। **[Ans.]**

প্রশ্ন-৪৯। একটি শব্দ তরঙ্গ বায়ুতে 3 মিনিটে 1020 মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে, এই শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 50 cm হলে তরঙ্গের পর্যায়কাল কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

$v = \frac{s}{t}$

বা, $v = \frac{1020\ m}{3 \times 60\ s}$

বা, $v = 5.67\ ms^{-1}$

এখানে,
সময়, t = 3 min = 3×60 s
দূরত্ব, s = 1020 m
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ = 50 cm = 0.50 cm
পর্যায়কাল, T = ?

আবার, $T = \frac{1}{f}$

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

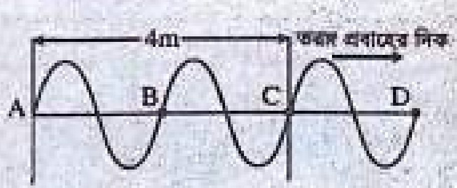
$= 1 \times \frac{\lambda}{v}$

$= \frac{0.50 \text{ m}}{5.67 \text{ ms}^{-1}}$

$= 8.82 \times 10^{-2}$ s

সুতরাং, তরঙ্গের পর্যায়কাল **8.82×10^{-2} s।** **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫০।



A হতে B তে পৌঁছাতে 0.1 s সময় লাগে। তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান:

আমরা জানি,

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

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

$= 10$ Hz

এখানে,
পর্যায়কাল, $T = 0.1$s
কম্পাঙ্ক, $f = ?$

সুতরাং, তরঙ্গটির কম্পাঙ্ক **10 Hz. [Ans.]**

✍ Practice Problem:

প্রশ্ন-৫১। বাতাসে শব্দের বেগ 332 ms^{-1}। একটি সুরশলাকা দ্বারা বাতাসে উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.66 m হলে, শলাকার কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কাল নির্ণয় কর। [উত্তর: কম্পাঙ্ক 200 Hz ও পর্যায়কাল 0.005 s]

প্রশ্ন-৫২। বাতাসে একটি তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 2 m হলে, তরঙ্গটির পর্যায়কাল কত? [উত্তর: .0061 s]

প্রশ্ন-৫৩। একটি তরঙ্গের পর্যায়কাল 3s হলে তরঙ্গটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? [উত্তর: 990 m]

📖 Type-6

(বাতাসে শব্দের বেগের সাথে তাপমাত্রার সম্পর্কিত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$v \propto \sqrt{T}$	v = বাতাসে শব্দের বেগ	মিটার/সেকেন্ড (ms^{-1})
	T = তাপমাত্রা	কেলভিন (K)

✍ Example:

প্রশ্ন-৫৪। কোনো জায়গায় শীতকালে তাপমাত্রা 10°C এবং শব্দের বেগ 332 m/s, গ্রীষ্মকালে বেড়ে 30°C হলে শব্দের বেগ কত? [*Ref:* পাঠ্যবই উদাহরণ পৃষ্ঠা-২০৩]

সমাধান:

$v \propto \sqrt{T}$

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

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

$= 332\sqrt{\frac{273+30}{273+10}}$ m/s

$= 343.5$ m/s **[Ans.]**

প্রশ্ন-৫৫। কোনো স্থানের গ্রীষ্মকালে শব্দের বেগ 343.5 m/s, তাপমাত্রা 30°C। ঐ স্থানে গ্রীষ্মকাল ও শীতকালের শব্দের বেগের পার্থক্য 11.5 ms^{-1} হলে, ঐ স্থানে শীতকালে তাপমাত্রা কত হবে?

সমাধান:

আমরা জানি,

তাপমাত্রা যত বাড়ে শব্দের বেগ তত বৃদ্ধি পাবে। সুতরাং, শীতকালে শব্দের বেগ কমে যাবে।

∴ শীতকালে শব্দের বেগ $(343.5 - 11.5)\ \text{ms}^{-1} = 332\ \text{ms}^{-1}$

আমরা জানি,

$v \propto \sqrt{T}$

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

বা, $\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{T_1}{T_2}$

বা, $T_2 = \frac{v_2^2}{v_1^2} \times T_1 = \frac{332^2}{343.5^2} \times (30 + 273)$

∴ $T_2 = 283.05$

সুতরাং, শীতকালে তাপমাত্রা (283.05 – 273) °C = **10.05°C. [Ans.]**

প্রশ্ন-৫৬। কোনো স্থানে শব্দের বেগ 347 ms^{-1} হলে ঐ স্থানে বায়ুর তাপমাত্রা কত?

সমাধান:

আমরা জানি,

0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 330 m/s

এবং $v \propto \sqrt{T}$

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

বা, $\frac{347\ \text{ms}^{-1}}{330\ \text{ms}^{-1}} = \sqrt{\frac{T_1 + 273}{0 + 273}}$

বা, $1.051515 = \sqrt{\frac{T_1 + 273}{273}}$

বা, $1.10568 = \frac{T_1 + 273}{273}$ [বর্গ করে]

বা, $301.85 = T_1 + 273$

বা, $T_1 = 28.85$°C

∴ ঐ দিনে বায়ুর তাপমাত্রা 28.85°C। **[Ans.]**

শিক্ষকমণ্ডলী ও ছাত্রছাত্রীদের দৃষ্টি আকর্ষণ:

- পাঠ্যবই ২০১৯ সংস্করণে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} দেওয়া থাকলেও কত তাপমাত্রা তা উল্লেখ করা হয়নি।
- তবে আমেরিকার পাঠ্যবই অনুসারে 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 331.3 ms^{-1} এবং 20°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 343.21 ms^{-1}.

✍ Practice Problem:

প্রশ্ন-৫৭। কোনো স্থানে শব্দের বেগ 340 ms^{-1} হলে ঐ স্থানে বায়ুর তাপমাত্রা কত? [উত্তর: 16.8°C]

প্রশ্ন-৫৮। যদি কোনো স্থানের তাপমাত্রা 335 K এবং শব্দের বেগ 350 ms^{-1} হয় তবে ঐ স্থানে যখন শব্দের বেগ 300 ms^{-1} তখন তাপমাত্রা কত হবে? [উত্তর: –26.88°C]

Type-7

(সরণ, বেগ, সময় ও প্রতিধ্বনি সংক্রান্ত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $2d = vt$	$2d$ = দূরত্ব	মিটার (m)
	v = বেগ	মিটার/সেকেন্ড (ms^{-1})
	t = সময়	সেকেন্ড (s)

মনে রাখার বিষয়:

⇒ প্রতিধ্বনি শোনার জন্য শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দ শোনার মধ্যকার সময় ব্যবধান ন্যূনতম 0.1 sec হতে হবে।

⇒ শব্দের বেগ 330 m/s কাজেই 0.1 s এর ব্যবধান তৈরি করতে শব্দকে কমপক্ষে 33 m দূরত্ব অতিক্রম করতে হয়। একটি বড় দেয়াল, দালান কিংবা খাড়া পাহাড়ের সামনে কমপক্ষে এই দূরত্বের অর্ধেক দূরত্বে (16.5 m) দাঁড়ালে শব্দটি গিয়ে প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসতে 0.1 s সময় লাগবে এবং আমরা শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পাব। [*Ref:* পাঠ্যবই পৃষ্ঠা-২০২]

Example:

প্রশ্ন-৫৯। নাফিস সাহেবের বাসা থেকে বাস স্ট্যান্ডের দূরত্ব 880m. বায়ুর মাধ্যমে তার বাসায় শব্দ পৌঁছাতে 2.5 s সময় লাগলে বাসের হর্ন থেকে উৎপন্ন শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান:

ধরি, শব্দের বেগ v

আমরা জানি,

$$d = vt$$

বা, $v = \frac{d}{t}$

$= \frac{880\ m}{2.5\ s}$

$= 352\ ms^{-1}$

এখানে,
শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $d = 880\ m$
সময়, $t = 2.5\ s$

সুতরাং, বাসের হর্ন থেকে উৎপন্ন শব্দের বেগ **352 ms^{-1}**। [Ans.]

প্রশ্ন-৬০। নদীর পাড়ে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি হাততালি দিল। ঐ শব্দ নদীর অপর পাড় থেকে ফিরে এসে 1.5s পর প্রতিধ্বনি শোনা গেল। ঐ সময় বায়ুতে শব্দের বেগ 340 ms^{-1} হলে নদীটির প্রশস্ততা কত?

সমাধান:

ধরি, নদীর প্রশস্ততা d

আমরা জানি,

$$2d = v \times t$$

অতএব, $d = \frac{v \times t}{2}$

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

$= 255\ m$

এখানে,
বেগ, $v = 340\ ms^{-1}$
সময়, $t = 1.5\ s$
প্রশস্ততা, $d = ?$

সুতরাং, নদীর প্রশস্ততা 255 m। [Ans.]

প্রশ্ন-৬১। আনিকার ভোকাল কর্ড (Vocal Chord) এর কম্পাঙ্ক 700 Hz। সে নদীর ঠিক মাঝখানে অবস্থানরত একজন মাঝিকে ডাকল। আনিকার সৃষ্ট শব্দ নদীর অপর পাড়ে প্রতিফলনের দরুন 1.6 সেকেন্ড পর আনিকা ঐ শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পায়। ঐ সময়ে শব্দের গতিবেগ 350 ms^{-1} ছিল। নৌকার মাঝি আনিকার উক্ত শব্দের প্রতিধ্বনি শুনবে কি?

সমাধান:

আমরা জানি,

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

$= \frac{350\ ms^{-1} \times 1.6\ s}{2}$

$\therefore d = 280\ m$

এখানে,
শব্দের গতিবেগ, $v = 350\ ms^{-1}$
সময়, $t = 1.6\ s$.

সুতরাং, নদীর প্রস্থ 280 মিটার।
মাঝি নদীর ঠিক মাঝখানে ছিল।

আনিকা থেকে মাঝির দূরত্ব, $d' = \frac{280}{2} = 140\ m$

ধরি, মাঝির প্রতিধ্বনি শুনতে প্রয়োজনীয় সময় t′

এখানে, $d' = \frac{v \times t'}{2}$

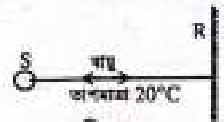
বা, $t' = \frac{2d'}{v}$

বা, $t' = \frac{2 \times 140\ m}{350\ ms^{-1}}$

$\therefore t' = 0.8\ s$

আমরা জানি, শব্দানুভূতির স্থায়িত্বকাল 0.1 s। কিন্তু মাঝির প্রতিধ্বনি শু... সময় লাগে 0.8 s। সুতরাং মাঝামাঝি আনিকার শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পা...

প্রশ্ন-৬২।



চিত্র-১

চিত্রের 'S' এবং 'R' অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব কত হ... প্রতিধ্বনি শোনা যাবে?

সমাধান:

আমরা জানি,

0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 330 ms^{-1}।

এবং $v \propto \sqrt{T}$

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

$\frac{v_1}{330} = \sqrt{\frac{20 + 273}{0 + 273}}$

$v_1 = 341.87\ ms^{-1}$

এখানে,
$v_2 = 330\ ms^{-1}$
$T_2 = (0 + 273)°C$
$T_1 = (20 + 273)°C$
$v_1 = ?$

∴ ঐ স্থানে শব্দের বেগ 341.87 ms^{-1} হবে।

ধরি, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য 'S' হতে 'R' অবস্থানের ন্যূনতম দূরত্ব = ...
এখানে, 'S' শব্দ উৎস থেকে উৎপন্ন শব্দ 'R' প্রতিফলককে বাধা প্রাপ্ত... প্রতিফলিত হয়ে যখন ফিরে আসে তখন শব্দ কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব ... S হতে R হয়ে আবার S-এ ফেরত আসতে শব্দের গৃহীত সময়, t = (...

আমরা জানি,

$$2d = vt$$

বা, $d = \frac{v \times t}{2}$

বা, $d = \frac{341.87\ ms^{-1} \times 0.1\ s}{2}$

$\therefore d = 17.09\ m$

সুতরাং, 'S' এবং 'R' অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম দূরত্ব 17.09 m ... প্রতিধ্বনি শোনা যাবে।

দৃষ্টি আকর্ষণ: তোমাদের মনে হয়ত প্রশ্ন জাগতে পারে কিভাবে ($v \propto$ ... সূত্রটি থেকে আমরা $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ পেলাম? তাহলে খেয়াল কর।

ধরি, $v = k\sqrt{T}$ যেখানে k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক

এখন, T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় শব্দের বেগ v_1 ও v_2 হলে,

$v_1 = k\sqrt{T_1}$ ....(i)

$v_2 = k\sqrt{T_2}$ ....(ii)

(i) ÷ (ii) ⇒ $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

এখানে,
k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক
$T = x°C + 273$

বুঝতে পেরেছ ব্যাপারটা? খুব সহজ তাই না?

শিক্ষকমণ্ডলী ও ছাত্রছাত্রীদের দৃষ্টি আকর্ষণ:

☞ পাঠ্যবই ২০১৯ সংস্করণে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} দেওয়া থাক... কত তাপমাত্রা তা উল্লেখ করা হয়নি।

☞ তবে আমেরিকার পাঠ্যবই অনুসারে 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 331... ms^{-1} এবং 20°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 343.21 ms^{-1}.

প্রশ্ন-৬৩ 30°C তাপমাত্রায় 0.25 s এ প্রতিধ্বনি শোনা যায়। শব্দের উৎস ও প্রতিফলনের মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:
আমরা জানি,
0°C তাপমাত্রার শব্দের বেগ 330 ms^{-1}।
এবং $v \propto \sqrt{T}$
ধরি, $v = kT$ যেখানে k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক
এখন, T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় শব্দের বেগ v_1 ও v_2 হলে,

$v_1 = kT_1$ ....(i)
$v_2 = kT_2$ ....(ii)

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

$\frac{v_1}{330} = \sqrt{\frac{30+273}{0+273}}$

$v_1 = 347.66\ ms^{-1}$

এখানে,
$v_2 = 330\ ms^{-1}$
$T_2 = (0 + 273)°C$
$T_1 = (30 + 273)°C$
$v_1 = ?$

$\therefore$ ঐ স্থানে শব্দের বেগ 347.66 ms^{-1} হবে।
সময় $t = 0.25$ s
মনে করি, উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব = d
এক্ষেত্রে শব্দ কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব = 2d

আমরা জানি,
বেগ, $v = \frac{\text{দূরত্ব (2d)}}{\text{সময় (t)}}$

বা, $347.66\ ms^{-1} = \frac{2d}{0.25s}$

বা, $d = \frac{0.25s \times 347.66\ ms^{-1}}{2}$

$= 43.45$ m **[Ans.]**

প্রশ্ন-৬৪ A ও B দুটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি একটি শব্দ করায় 4s পর প্রথম প্রতিধ্বনি এবং 6s পর ২য় প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। ঐ দিন বায়ুর তাপমাত্রা ছিল 20°C। A ও B পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান:
ধরি A ও B পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, d এবং শব্দের বেগ v হলে
মনে করি, A পাহাড়ে প্রতিফলিত শব্দ t_1=4s এবং B পাহাড়ে প্রতিফলিত শব্দ t_2=6s পর ব্যক্তির কানে পৌঁছে।
A পাহাড় হতে ঐ ব্যক্তির দূরত্ব d_1 হলে

$d_1 = \frac{vt_1}{2}$
$= \frac{v \times 4}{2}$
$= 2v$

B পাহাড় হতে ঐ ব্যক্তির দূরত্ব d_2 হলে,

$d_2 = \frac{vt_2}{2}$
$= \frac{v \times 6}{2}$
$= 3v$

A ও B পাহাড় দুইটির মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = d_1 + d_2$
$= 2v + 3v$
$= 5v$

আমরা জানি,
0°C তাপমাত্রার শব্দের বেগ 330 ms^{-1}।

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

$\frac{v_1}{330} = \sqrt{\frac{20+273}{0+273}}$

$v_1 = 341.87\ ms^{-1}$

এখানে,
$v_2 = 330\ ms^{-1}$
$T_2 = (0 + 273)°C$
$T_1 = (20 + 273)°C$
$v_1 = ?$

$\therefore$ ঐ স্থানে শব্দের বেগ 341.87 ms^{-1} হবে।
সুতরাং, A ও B পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব $5v = (5 \times 341.87)$ m
$= 1709.37$ m [Ans.]

দৃষ্টি আকর্ষণ: তোমাদের মনে হয়ত প্রশ্ন জাগতে পারে কিভাবে ($v \propto \sqrt{T}$) সূত্রটি থেকে আমরা $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ পেলাম? তাহলে খেয়াল কর।
ধরি, $v = k\sqrt{T}$ যেখানে k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক
এখন, T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় শব্দের বেগ v_1 ও v_2 হলে,

$v_1 = k\sqrt{T_1}$ ....(i)
$v_2 = k\sqrt{T_2}$ ....(ii)

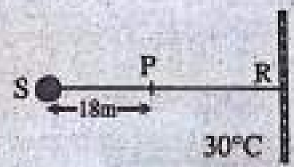
$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

এখানে,
k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক
$T = x°C + 273$

বুঝতে পেরেছ ব্যাপারটা? খুব সহজ তাই না?

শিক্ষকমণ্ডলী ও ছাত্রছাত্রীদের দৃষ্টি আকর্ষণ:
- পাঠ্যবই ২০১৯ সংস্করণে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} দেওয়া থাকলেও কত তাপমাত্রা তা উল্লেখ করা হয়নি।
- তবে আমেরিকার পাঠ্যবই অনুসারে 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 331.3 ms^{-1} এবং 20°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 343.21 ms^{-1}.

প্রশ্ন-৬৫



এক ব্যক্তি S অবস্থান থেকে শব্দ করলে 0.2 s পর তার প্রতিধ্বনি শুনতে পায়।
(ক) S এবং R মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর।
(খ) P অবস্থানে প্রতিধ্বনি শুনতে পাবে কি না— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:
আমরা জানি,
0°C তাপমাত্রার শব্দের বেগ 330 ms^{-1}।
এবং $v \propto \sqrt{T}$
ধরি, $v = kT$ যেখানে k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক
এখন, T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় শব্দের বেগ v_1 ও v_2 হলে,

$v_1 = kT_1$ ....(i)
$v_2 = kT_2$ ....(ii)

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

$\frac{v_1}{330} = \sqrt{\frac{30+273}{0+273}}$

$v_1 = 347.66\ ms^{-1}$

এখানে,
$v_2 = 330\ ms^{-1}$
$T_2 = (0 + 273)°C$
$T_1 = (30 + 273)°C$
$v_1 = ?$

$\therefore$ ঐ স্থানে শব্দের বেগ 347.66 ms^{-1} হবে।
ধরি, S অবস্থান থেকে R এর দূরত্ব = d

আমরা জানি,
$2d = vt$
বা, $d = \frac{vt}{2}$
বা, $d = \frac{347.66\ ms^{-1} \times 0.2\ s}{2}$
$\therefore d = 34.766\ m$
(খ) 'ক' হতে প্রাপ্ত, SR = 34.766 m
দেওয়া আছে, SP = 18 m
$\therefore PR = d$
$= SR - SP$
$= (34.766 - 18)m$
$= 16.766\ m$
30°C তাপমাত্রায় P হতে প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস ও প্রতিফলকের মধ্যবর্তী ন্যূনতম দূরত্ব হতে হবে,
$d = \frac{vt}{2}$
বা, $d = \frac{347.66\ ms^{-1} \times 0.1\ s}{2} = 17.38\ m$
যেহেতু P হতে R এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 16.766 m। তাই P অবস্থান থেকে শব্দ করলে প্রতিধ্বনি শোনা যাবে না।

দৃষ্টি আকর্ষণ: তোমাদের মনে হয়ত প্রশ্ন জাগতে পারে কিভাবে ($v \propto \sqrt{T}$) সূত্রটি থেকে আমরা $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$ পেলাম? তাহলে খেয়াল কর।
ধরি, $v = k\sqrt{T}$ যেখানে k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক
এখন, T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় শব্দের বেগ v_1 ও v_2 হলে,
$v_1 = k\sqrt{T_1}$ ....(i)
$v_2 = k\sqrt{T_2}$ ....(ii)
(i) ÷ (ii) ⇒ $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

এখানে,
k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক
$T = x°C + 273$

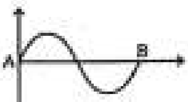
বুঝতে পেরেছ ব্যাপারটা? খুব সহজ তাই না?

শিক্ষকমণ্ডলী ও ছাত্রছাত্রীদের দৃষ্টি আকর্ষণ:
- পাঠ্যবই ২০১৯ সংস্করণে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} দেওয়া থাকলেও কত তাপমাত্রা তা উল্লেখ করা হয়নি।
- তবে আমেরিকার পাঠ্যবই অনুসারে 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 331.3 ms^{-1} এবং 20°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ 343.21 ms^{-1}.

Practice Problem:

প্রশ্ন-৬৬। এক ব্যক্তি পাহাড়ের নিকটে দাঁড়িয়ে একটি শব্দ করল এবং 2 s পর এর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। শব্দের দ্রুতি 332 ms^{-1} হলে পাহাড় থেকে লোকটির দূরত্ব কত হবে? [উত্তর: 332 m]

প্রশ্ন-৬৭।



তরঙ্গটির A থেকে B-তে পৌঁছাতে যথাক্রমে 0.05 s সময় লাগে। তরঙ্গটির বেগ 300 ms^{-1}। তরঙ্গটির 10 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। [উত্তর: 3000 m]

প্রশ্ন-৬৮। একটি ব্যক্তি পাহাড়ের নিকট দাঁড়িয়ে একটি শব্দ করল এবং 2 সেকেন্ড পর এর প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। শব্দের দ্রুতি 332 ms^{-1} হলে পাহাড় থেকে লোকটির দূরত্ব কত? [উত্তর: 332 m]

প্রশ্ন-৬৯। একটি পাহাড়ের সামনে দাঁড়িয়ে শব্দ করলে 0.12 s পর প্রতিধ্বনি শুনতে পাওয়া যায়। ঐ স্থানের তাপমাত্রা 30°C হলে শব্দের উৎস থেকে পাহাড়ের দূরত্ব কত? [উত্তর: 20.86 m]

প্রশ্ন-৭০। SONAR যন্ত্রের সাহায্যে সমুদ্রের পানিতে শব্দোত্তর তরঙ্গ উৎপন্ন করার সময় শব্দ প্রেরণের 20 s পর গ্রাহক যন্ত্রে প্রতিধ্বনি গৃহীত হয়। সমুদ্রের পানিতে শব্দের বেগ 1500 ms^{-1} হলে ঐ স্থানে সমুদ্রের গভীরতা কত? [উত্তর: 15000 m]

প্রশ্ন-৭১। ফাহিম দেওয়ালের কিছু দূরে জোরে চিৎকার করল এবং সে 5 s পরে প্রতিধ্বনি শুনতে পেল। দিনের তাপমাত্রা 30°C হলে ফাহিমের থেকে দেওয়ালের দূরত্ব কত ছিল? [উত্তর: 869.15 m]

প্রশ্ন-৭২। দুটি সমান্তরাল পাহাড়ের মাঝে দাঁড়িয়ে এক ব্যক্তি বন্দুক থেকে গুলি ছুড়ল। সে 1.5 s পর প্রথম প্রতিধ্বনি এবং 2 s পর দ্বিতীয় প্রতিধ্বনি শুনল। সেদিন বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা ছিল 30°C। পাহাড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। [উত্তর: 608.405 m]

প্রশ্ন-৭৩। মিনু নদীর এক তীরে দাড়িয়ে হাততালি দিল। অন্য তীরে শব্দ প্রতিফলনের কারণে 2.5 s পরে প্রতিধ্বনি শোনা গেল। ঐ সময়ে শব্দের বেগ 330 ms^{-1}। নদীটির প্রস্থ নির্ণয় কর। [উত্তর: 412.5 m]

Type-8

(দুই শব্দ একটি আরেকটির কত গুণ এই সম্পর্কিত)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
• $dB = 10 \log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$	P_1, P_2 শব্দের উৎসের ক্ষমতা	শব্দের উৎসের ক্ষমতা, (W)
	dB = তীব্রতার লেভেল	ডেসিবেল (dB)

[*Ref:* পাঠ্যবই পৃষ্ঠা-২০৮]

মনে রাখার বিষয়:

⇒ $\frac{P_2}{P_1}$ দ্বারা বোঝায় ১ম শব্দের উৎসের ক্ষমতা (P_1) এবং ২য় শব্দের উৎসের ক্ষমতা (P_2) এর অনুপাত।

⇒ বিভিন্ন ধরনের শব্দের পরিমাণ—

মাধ্যম	m/s
জেট ইঞ্জিন	110-140 dB
ট্রাফিক	80-90 dB
গাড়ি	60-80 dB
টেলিভিশন	50-60 dB
কথাবার্তা	40-60 dB
নিঃশ্বাস	10 dB
মশার পাখার শব্দ	0 dB

[*Ref:* পাঠ্যবই পৃষ্ঠা-২০৮]

Alert:
- তীব্রতার লেভেল এবং শব্দের উৎসের ক্ষমতা সম্পর্কে পাঠ্য বইতে খুবই সংক্ষিপ্তভাবে উল্লেখ করা হয়েছে। এজন্যই ব্যাপারটি কঠিন লাগছে। জানলে বুঝতে পারবে ব্যাপারটা কত interesting. বিস্তারিতভাবে জানতে চাও? তাহলে খেয়াল কর:

কোনো শব্দের তীব্রতা I হলে তীব্রতা লেভেল, $dB = 10\log\frac{I}{10^{-12}}$
[এখানে $10^{-12}\ wm^{-2}$ হলো প্রমাণ তীব্রতা]
দুইটি শব্দের তীব্রতার লেভেলের পার্থক্য:
$dB_2 - dB_1 = 10\log\frac{I_2}{10^{-12}} - 10\log\frac{I_1}{10^{-12}}$
$= 10\log\frac{I_2}{I_1}$
এখন, দুইটি শব্দের তীব্রতা আর ক্ষমতার অনুপাত সমান। অর্থাৎ $\frac{I_2}{I_1} = \frac{P_2}{P_1}$ যেখানে $\frac{P_2}{P_1}$ হলো শব্দ উৎস দুইটির ক্ষমতার অনুপাত।
তাই লেখা যায়, $dB = dB_2 - dB_1$
$= 10\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$

[*Ref:* ড. আমির হোসেন খান (সংস্করণ জুন-২০১০), পৃষ্ঠা-৫২২]

Example:

প্রশ্ন-৭৪। একটি সিডি প্লেয়ারের অ্যামপ্লিফায়ার থেকে নিঃসৃত শব্দের ক্ষমতা 20 mW থেকে 40 mW এ পরিবর্তিত হল। শব্দের তীব্রতার লেভেলে কত ডেসিবেল পরিবর্তন হবে?

সমাধান:
তীব্রতা লেভেলের পরিবর্তন বা বৃদ্ধি,

$$dB = 10\log\left(\frac{P_2}{P_1}\right)$$
$$= 10\log\left(\frac{40\text{ mW}}{20\text{ mW}}\right)$$
$$= 10\log 2$$
$$= 3\text{ dB}$$ [Ans.]

Practice Problem:

প্রশ্ন-৭৫। গাড়ির শব্দ আমাদের কথাবার্তার শব্দের কত গুণ?
[Hints: $dB = 10\log\frac{P_2}{P_1}$] [উত্তর: 100 গুণ]

প্রশ্ন-৭৬। নিঃশ্বাসের শব্দ গাড়ির শব্দের কত গুণ? [উত্তর: 10^6 গুণ]

Type-9

(শব্দের শক্তি এবং তার বিস্তারের মধ্যে সম্পর্ক)

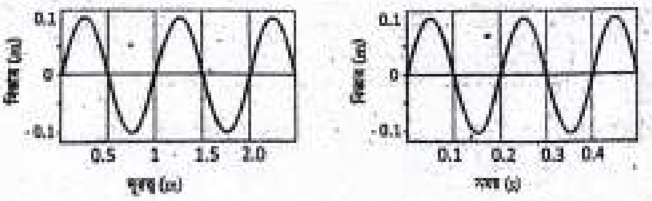
প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী:

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$I \propto a^2$ (see alert)	I = শব্দের তীব্রতা বা শক্তি	ওয়েবার/মিটার^2 (Wm^{-2})
	a = তরঙ্গের বিস্তার	মিটার (m)

⚠ Alert:
- Text book এ সূত্রটি সরাসরি দেয়া নেই কিন্তু বইয়ের এই concept এর উপর Math দিলে তোমরা করতে পারবে? তোমাদের বইয়ের প্রদত্ত concept clear করার জন্য উপরের সূত্রটি দেয়া হয়েছে। এতে তোমাদের এই concept এর উপর math করতে সুবিধা হবে।
  খেয়াল কর: শব্দের তীব্রতা বা শক্তির একক সম্বন্ধে তোমাদের বইতে কিছু দেয়া নাই তাই তোমরা শুধুমাত্র (তরঙ্গের শক্তি ∝ (তরঙ্গের বিস্তার)^2) -এটি সম্বন্ধে ধারণা রাখলেই চলবে।

Example:

প্রশ্ন-৭৭। 7.08 চিত্রে একটি নির্দিষ্ট সময়ে বিভিন্ন অবস্থানে এবং একটি নির্দিষ্ট অবস্থানে বিভিন্ন সময়ে একটি তরঙ্গের অবস্থা দেখানো হয়েছে। এর বিস্তার, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, দোলনকাল, কম্পাঙ্ক এবং বেগ বের করো।



চিত্র: একই সাথে অবস্থান এবং সময়ের সাপেক্ষে একটি তরঙ্গ।
[*Ref:* পাঠ্যবই উদাহরণ, পৃষ্ঠা-১৯৮]

সমাধান:
প্রথম চিত্র থেকে আমরা দেখতে পাচ্ছি তরঙ্গটির
বিস্তার $a = 0.1$ m
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\lambda = 1$m
দ্বিতীয় চিত্র থেকে আমরা দেখতে পাচ্ছি তরঙ্গটির
বিস্তার $a = 0.1$ m (এটি আমরা প্রথম ছবি থেকেও জানি)
দোলনকাল থেকে কম্পাঙ্ক f বের করতে পারি

$$f = \frac{1}{T} = 5\text{ s}^{-1} = 5\text{Hz}$$

কাজেই দুটি চিত্রের তথ্য ব্যবহার করে আমরা বলতে পারি
তরঙ্গটির বেগ $v = \lambda f = 1\text{m} \times 5\text{ Hz} = 5\text{ m/s}^{-1}$

প্রশ্ন-৭৮। দুইটি শব্দের তীব্রতার অনুপাত 9:16। এদের বিস্তারের অনুপাত কত?

সমাধান:
আমরা জানি,
$I \propto a^2$
$\therefore \frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^2$
বা, $\frac{a_1}{a_2} = \sqrt{\frac{I_1}{I_2}}$
$= \frac{3}{4}$ [Ans.]

এখানে,
$\frac{I_1}{I_2} = \frac{9}{16}$
$\frac{a_1}{a_2} = ?$

প্রশ্ন-৭৯। শব্দের বিস্তার চারগুণ হলে তীব্রতা কতগুণ বৃদ্ধি পাবে? [ক-বো: '১৭]

সমাধান:
শব্দের তীব্রতা ∝ (শব্দের বিস্তার)^2
বা, $I \propto a^2$ | I = শব্দের তীব্রতা, a = শব্দের বিস্তার
$\therefore I = ka^2$ [k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক]
ধরি, বিস্তার 4 গুণ হলে শব্দের তীব্রতা I′ হবে এবং বিস্তার, a′

$I' = ka'^2$
$= k(4a)^2$ | পরিবর্তিত বিস্তার, $a' = 4a$ [বিস্তার 4 গুণ হয় বলে]
$= k16a^2$
$= 16ka^2$
$= 16I$ [$\because I = Ka^2$]
$\therefore I' = 16 \times I$

তীব্রতা যতগুণ বৃদ্ধি পাবে:
$\Delta I = I' - I$
$= 16I - I$
$= 15I$

বিঃদ্রঃ বোর্ড প্রশ্নটির ভাষা ত্রুটিপূর্ণ। শব্দের বিস্তার চারগুণ হলে তীব্রতা কতগুণ হবে চাওয়ার বদলে তীব্রতা কতগুণ বৃদ্ধি পাবে চাওয়া হয়েছে।
দেখা যাচ্ছে, তীব্রতা 15 গুণ বৃদ্ধি পেয়েছে [Ans.]

Practice Problem:

প্রশ্ন-৮০। দুইটি শব্দের বিস্তারের অনুপাত 5 : 6. এদের তীব্রতার অনুপাত কত? [উত্তর: 25 : 36]

প্রশ্ন-৮১। দুইটি শব্দের একটি বিস্তার অপরটির 5 গুণ। এদের তীব্রতা একটি আরেকটির কত গুণ হবে? [উত্তর: 25]