



অধ্যায়-০৯: তরঙ্গ

Question Type-01: শব্দের বেগ

$$v = f\lambda = \frac{\lambda}{T}; T = \text{পর্যায়কাল}$$

♦ তরঙ্গের এক সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্বকে বেগ বলে। 3s এ শব্দ 1200m গেলে শব্দের বেগ, $\frac{1200}{3} = 400\text{ms}^{-1}$

♦ $v \propto \sqrt{T}$

♦ কোন তরঙ্গ একটি পূর্ণ কম্পনে যত দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে ঐ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে।

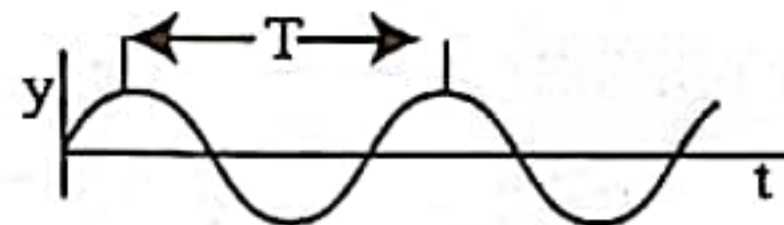
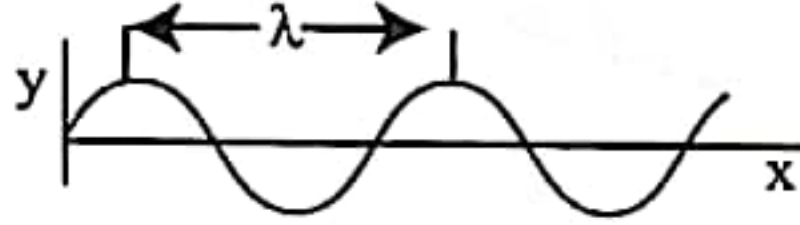
3 টি কম্পনে তরঙ্গ 18m গেলে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\frac{18}{3} = 6\text{m}$

♦ একই উৎস থেকে সৃষ্ট তরঙ্গের কম্পাঙ্ক সকল মাধ্যমে একই থাকে। তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হল এর কম্পাঙ্ক।

♦ একটি নির্দিষ্ট মাধ্যমে সকল শব্দ তরঙ্গের বেগ সমান।

যেমন বাতাসে শব্দের বেগ 332m/s। শব্দের বেগ মাধ্যমের উপাদানের বৈশিষ্ট্য।

Graph:



Example: একটি সরল স্পন্দক অগভীর জলে তরঙ্গ সৃষ্টি করছে। তরঙ্গসমূহ 1.5s সময়ে 33cm দূরত্ব অতিক্রম করলে ও পরপর দুইটি তরঙ্গচূড়ার দূরত্ব 4cm হলে কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান: বেগ নির্ণয়

$$v = \frac{s}{t} = \frac{33}{1.5} = 22 \text{ cms}^{-1} \quad \therefore f = \frac{22}{4} = 5.5 \text{ Hz}$$

$$\lambda = 4\text{cm} \quad [\text{তরঙ্গের বেগ } \text{cms}^{-1} \text{ ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য cm এ হওয়ায়}]$$

Example: দুটি টিউনিং ফর্কের কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 480Hz ও 320Hz। এই টিউনিং ফর্ক যে তরঙ্গ দুটি উৎপন্ন করে তাদের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 2cm। শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, $f_1 = 480 \text{ Hz}$; $f_2 = 320 \text{ Hz}$

$$\lambda_2 - \lambda_1 = 0.02 \quad (\because f_1 > f_2) \Rightarrow \frac{v}{f_2} - \frac{v}{f_1} = 0.02 \Rightarrow v \left(\frac{1}{320} - \frac{1}{480} \right) = 0.02 \Rightarrow v = 19.2 \text{ ms}^{-1}$$

Example: বায়ুতে শব্দের বেগ 332ms^{-1} । বায়ুতে 664Hz কম্পাঙ্কের একটি সুরেলী কাঁটার শব্দ কাঁটাটির 100 টি পূর্ণ কম্পনকালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান: $v = f\lambda \Rightarrow 332 = 664\lambda \therefore \lambda = 0.5\text{m}$

অর্থাৎ \therefore একটি কম্পনে যায় 0.5m \therefore 100 টি কম্পনে যায় $0.5 \times 100\text{m} = 50\text{m}$

বিকল্প $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{664}$ অর্থাৎ একটি কম্পনের সময় $\frac{1}{664}\text{s}$ \therefore 100 টি কম্পনের সময় $\frac{100}{664}\text{s}$

$$\therefore 100 \text{ টি কম্পনে অতিক্রান্ত দূরত্ব} = 332 \times \frac{100}{664} = 50\text{m} \quad [\text{Velocity} \times \text{time}]$$

Related Questions:

01. দুইটি সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 128 Hz ও 384 Hz। বায়ুতে শলাকা দুইটি হতে সৃষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত কত?
 (a) 3 : 1 (b) 1 : 3 (c) 2 : 1 (d) 1 : 2 [Agri. Gucho'20-21]

সমাধান: (a); $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1} = \frac{384}{128} = \frac{3}{1}$

02. একটি শব্দ তরঙ্গ এক মাধ্যম হতে অন্য মাধ্যমে প্রবেশ করলে পরিবর্তিত হয়- [Ans: b][JU'19-20]
 (a) কম্পাঙ্ক ও বেগ (b) তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও বেগ (c) কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্য (d) তরঙ্গদৈর্ঘ্য, কম্পাঙ্ক ও বেগ





03. উৎস হতে ধ্বনিত শব্দ একজন ব্যক্তি শুনতে পেলো 5 s পরে, যখন একই শব্দ আরেকজন ব্যক্তি শুনতে পেলো 6 s পরে। শব্দের বেগ 300 m/s। এই দুই ব্যক্তির মধ্যে সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন দূরত্ব কত? [DU'18-19]

(a) 1.8 km, 0.15 km (b) 2.2 km, 0.20 km (c) 2.8 km, 0.25 km (d) 3.3 km, 0.30 km

সমাধান: (d); $S_{\max} = vt_{\max}$; $S_{\max} = vt_{\min}$; $v = 300 \text{ ms}^{-1}$

$S_{\max} = v \times (5 + 6) = 3300 \text{ m} = 3.3 \text{ km}$
 $S_{\min} = v(6 - 5) = 300 \text{ m} = 0.3 \text{ km}$ } যে কোন একটা বের করলেই option মিলে যাবে।

04. বায়ু ও পানিতে 320Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 3.9m। বাতাসে শব্দের বেগ 345 ms^{-1} হলে পানিতে শব্দের বেগ কত? [JU'18-19]

(a) 1493 ms^{-1} (b) 1590 ms^{-1} (c) 1490 ms^{-1} (d) 1593 ms^{-1}

সমাধান: (d); $\frac{V_w}{V_a} = \frac{\lambda_w}{\lambda_a} \Rightarrow \frac{V_w - V_a}{V_a} = \frac{\lambda_w - \lambda_a}{\lambda_a} \Rightarrow \frac{V_w - 345}{345} = \frac{3.9 \times 320}{345}$; $V_w = 1593 \text{ ms}^{-1}$

05. একটি সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 400Hz। এই সুরশলাকার 48 বার কম্পনে যে সময় লাগে, সেই সময়ে শব্দ 40m দূরত্ব অতিক্রম করলে শব্দের বেগ কত? [JU'18-19]

(a) 203.3 ms^{-1} (b) 333.3 ms^{-1} (c) 323.3 ms^{-1} (d) 313.3 ms^{-1}

সমাধান: (b); $\lambda = \frac{40}{48} = \frac{5}{6} \therefore v = 400 \times \frac{5}{6} = 333.3 \text{ ms}^{-1}$

06. 320 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুর শলাকা হতে বাতাসে ও পানিতে উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4 m বস্তুতে শব্দের বেগ 345 ms^{-1} হলে পানিতে শব্দের বেগ কত হবে? [BAU'18-19]

(a) 920 ms^{-1} (b) 1202 ms^{-1} (c) 1428 ms^{-1} (d) 1625 ms^{-1}

সমাধান: (d); $(v - 345) = 4 \times 320 \Rightarrow v = 1625 \text{ ms}^{-1}$

07. তিনটি সুর শলাকা নেওয়া হলো যাদের কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 105 Hz, 315 Hz এবং 525 Hz। শলাকা তিনটি দিয়ে বায়ুতে শব্দ সৃষ্টি করলে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত কী হবে? [DU'17-18]

(a) 1 : 3 : 5 (b) 3 : 5 : 15 (c) 15 : 5 : 3 (d) 5 : 3 : 1

সমাধান: (c); $f_1 : f_2 : f_3 = 1 : 3 : 5$ | $f\lambda = v = \text{ধ্রুবক} \Rightarrow \lambda \propto \frac{1}{f}$

তাই $\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 1 : \frac{1}{3} : \frac{1}{5} = 15 : 5 : 3$

08. কোন সুরশলাকা একটি মাধ্যমে 5 মিটার দৈর্ঘ্যের এবং 350 মিটার/সেকেন্ড বেগের তরঙ্গ উৎপন্ন করে। অপর একটি মাধ্যমে এর বেগ 700 মিটার/সেকেন্ড হলে ঐ মাধ্যমে সুরশলাকার 100 কম্পনে শব্দ কত দূরে যাবে? [Ans: b][JU'17-18]

(a) 1200m (b) 1000m (c) 10m (d) 120m

09. 2 m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি তরঙ্গের বেগ 300 ms^{-1} হলে এর কম্পাঙ্ক কত? [CU'17-18]

(a) 300 Hz (b) 150 Hz (c) 600 Hz (d) 350 Hz

সমাধান: (b); $f = \frac{v}{\lambda} = 150 \text{ Hz}$

10. কোন মাধ্যমে 400 Hz এবং 300Hz কম্পাঙ্কের দুটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 2m হলে মাধ্যমে শব্দের বেগ কত?

(a) 1000m/s (b) 2000m/s (c) 2400m/s (d) 2500m/s

সমাধান: (c); $\frac{v}{300} - \frac{v}{400} = 2 \therefore v = 2400 \text{ ms}^{-1}$

[DU'15-16, RU'16-17]

11. দুইটি সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 128Hz ও 384Hz। বায়ুতে শলাকা দুইটি হতে সৃষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত কত?

(a) 3:1 (b) 1:3 (c) 2:1 (d) 1:2

সমাধান: (a); $f_1\lambda_1 = f_2\lambda_2 \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1} = \frac{384}{128} = \frac{3}{1} \therefore \lambda_1 : \lambda_2 = 3 : 1$

[DU'14-15, JnU'13-14, 15-16]





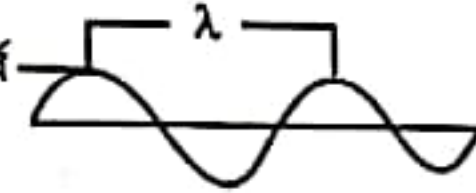
12. একটি বিন্দু উৎস থেকে শব্দ তরঙ্গ বের হচ্ছে। কোন একটি বিন্দুতে শব্দের তীব্রতা উৎস থেকে দূরত্বের— [DU'14-15]

- (a) সমানুপাতিক (b) বর্গের সমানুপাতিক
(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

সমাধান: (d); বর্গের ব্যস্তানুপাতিক $(I = \frac{P}{4\pi r^2})$

13. সমুদ্রে নোঙর করা একটি জাহাজের ক্যাপ্টেন লক্ষ করেন যে ডেউয়ের শীর্ষগুলি পরস্পর থেকে 16m দূরে এবং প্রতি 2sec পর পর একটি ডেউ আসছে। ডেউগুলোর বেগ কত? [DU'13-14]

- (a) 8ms^{-1} (b) 16ms^{-1} (c) 32ms^{-1} (d) 64ms^{-1}

সমাধান: (a);  ফলে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $\lambda = 16\text{m}$

পর্যায়কাল, $T = 2\text{ sec}$ $V = \lambda f = \frac{\lambda}{T} = \frac{16}{2} = 8\text{m/sec}$

Written

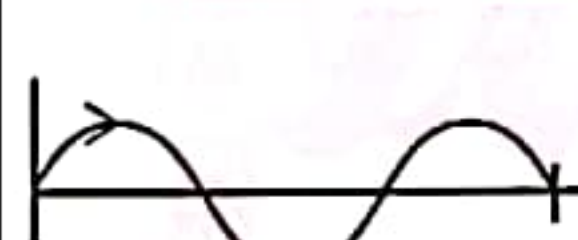

01. 0.50m এবং 0.51m দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট বন্ধ নলে প্রতি সেকেন্ডে 3 টি বীট (beat) সৃষ্টি করে। শব্দের বেগ (velocity of sound) বের কর। [JnU'18-19]


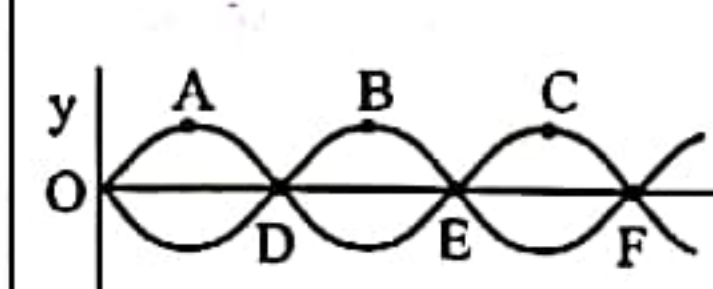
সমাধান: $f \propto \frac{1}{\lambda} \propto \frac{1}{l} \therefore \frac{f_2}{f_1} = \frac{l_1}{l_2} \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \frac{0.5}{0.51}$

$\Rightarrow \frac{f_2}{f_1 - f_2} = \frac{0.5}{0.51 - 0.5} \Rightarrow \frac{f_2}{3} = \frac{0.5}{0.01} \therefore f_2 = 150\text{ Hz}$

$\therefore v = 4l_2 f_2 = 4 \times 0.51 \times 150 = 306\text{ ms}^{-1}$ (Ans.)

Question Type-02: Standing Wave (স্থির তরঙ্গ)

 $y_1 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x)$	 [প্রতিফলিত তরঙ্গ] $y_2 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x)$
--	--

 $y = y_1 + y_2$ $= 2a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt) \cos \frac{2\pi}{\lambda} (x)$ <p>বিস্তার $A = 2a \cos \frac{2\pi}{\lambda} (x) \therefore y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} vt$</p>	 <p>নিষ্পন্দ বিন্দু, $x = (2n + 1) \frac{\lambda}{4}$ সুস্পন্দ বিন্দু, $x = \frac{n\lambda}{2}$</p>
--	--

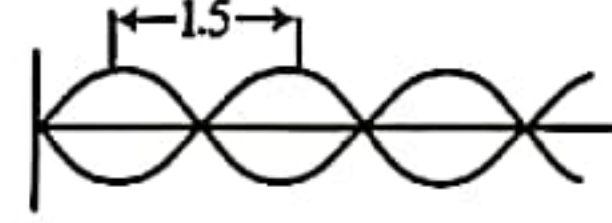





- ◆ A, B, C সুস্পন্দ বিন্দু ও O, D, E, F নিস্পন্দ বিন্দু।
- ◆ দুইটি সুস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব = $AB = BC = \lambda/2$
- ◆ দুইটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব = $OD = DE = EF = \lambda/2$
- ◆ একটি সুস্পন্দ ও একটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব $OA = AD = DB = BE = FC = CF = \frac{\lambda}{4}$
- ◆ স্থির তরঙ্গের প্রতিটি কণা সরল ছন্দিত কম্পনে কাঁপতে থাকে। তবে নিস্পন্দ বিন্দুর কোন কম্পন হয় না।
- ◆ নিস্পন্দ বিন্দু কোন তথ্য বা শক্তি স্থানান্তর করে না।
- ◆ স্থির তরঙ্গের কোন তরঙ্গ বেগ থাকে না। তবে স্থির তরঙ্গ সৃষ্টিকারী প্রতিটি তরঙ্গের তরঙ্গবেগ $v = f\lambda$

Example: 300Hz কম্পাঙ্কের এবং বিপরীত দিক হতে অগ্রগামী দুটি অভিন্ন তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে স্থির তরঙ্গ সৃষ্টি হয়েছে। স্থির তরঙ্গের দুটি নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব 1.5m। তরঙ্গ দুইটির বেগ কত?

সমাধান: $\frac{\lambda}{2} = 1.5 \Rightarrow \lambda = 3; v = f\lambda = 300 \times 3 \text{ ms}^{-1} = 900 \text{ ms}^{-1}$



Related Questions:

01. একটি স্থির তরঙ্গে, পরপর দুটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 m, এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? [DU'19-20]
 (a) 25 cm (b) 50 cm (c) 100 cm (d) 200 cm
 সমাধান: (d); $\frac{\lambda}{2} = 100 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 200 \text{ cm}$
02. স্থির তরঙ্গের পরপর দুটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? [Ans: a][JnU'13-14, Agri. Gucho'19-20]
 (a) $\frac{\lambda}{2}$ (b) $\frac{\lambda}{4}$ (c) λ (d) $\frac{3\lambda}{4}$
03. $f(x - vt) = \text{Constant}$ সমীকরণটি কোনটির ক্ষেত্রে প্রযোজ্য? [Ans: b][RU'18-19]
 (a) সমবেগে গতিশীল অগ্রগামী তরঙ্গের (b) স্থির বস্তুকণার (c) চক্রাকার পথে চলমান বস্তুর (d) সরল দোলকের
04. কোন স্থির তরঙ্গের পরপর দুটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব 75 cm। এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য কত? [CU'17-18]
 (a) 1.5 m (b) 0.375 m (c) 3.75 m (d) 0.75 m
 সমাধান: (a); স্থির তরঙ্গের পরপর দুইটি নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব $\frac{\lambda}{2} \text{ m}; \frac{\lambda}{2} = 75 \text{ cm} \therefore \lambda = 1.5 \text{ m}$
05. যদি একটি স্থির তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 40cm হয় তবে দুটি পাশাপাশি সুস্পন্দ বা নিস্পন্দ বিন্দু মধ্যকার দূরত্ব হবে- [DU'16-17]
 (a) 20cm (b) 10cm (c) 40cm (d) 80cm
 সমাধান: (a); দুটি পাশাপাশি সুস্পন্দ বা নিস্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব $= \frac{\lambda}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ cm}$
06. একটি স্থির তরঙ্গ- [Ans: a][RU'15-16]
 (a) দু'টি সদৃশ বিপরীত দিকে অগ্রসরমান তরঙ্গের সাহায্যে গঠন করা যায় (b) অবশ্যই আড় তরঙ্গ
 (c) অবশ্যই দীঘল তরঙ্গ (d) কোনটিই নয়
07. স্থির তরঙ্গের নিস্পন্দ বিন্দুতে কণার বেগ কত? [Ans.: a][CU'15-16]
 (a) শূন্য (b) সর্বাধিক (c) সর্বনিম্ন কিন্তু শূন্য নয় (d) অসীম
08. পরপর সংলগ্ন দুটি সুস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব - [Ans: c][JU'14-15]
 (a) $\frac{\lambda}{4}$ (b) $\frac{3\lambda}{4}$ (c) $\frac{\lambda}{2}$ (d) $\frac{5\lambda}{4}$
09. একটি সুস্পন্দ ও একটি সন্নিহিত নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী ব্যবধান- [JU'14-15]
 (a) $\frac{\lambda}{2}$ (b) $\frac{3\lambda}{2}$ (c) $\frac{\lambda}{4}$ (d) $\frac{3\lambda}{4}$
- সমাধান: (c);  $\therefore \text{দূরত্ব} = \frac{\lambda}{4}$
10. শব্দের তীব্রতা ও বিস্তারের মধ্যকার সম্পর্ক কোনটি? [Ans: c][KU'14-15]
 (a) $I \propto a$ (b) $I \propto \sqrt{a}$ (c) $I \propto a^2$ (d) $I \propto \frac{1}{a^2}$





Question Type-03: টানা তার

♦ টানা তারে শব্দের বেগ $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{T}{\rho A}} = \sqrt{\frac{T}{\rho \pi r^2}}$; $T =$ তারের টান

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{\text{Elastic property}}{\text{Inertia property}}}$$

$\mu =$ তারের একক দৈর্ঘ্যে ভর, $\rho =$ তারের ঘনত্ব, $A =$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $r =$ তারের ব্যাসার্ধ

$v \propto \sqrt{T}$; বেগ টানের বর্গমূলের সমানুপাতিক

$v \propto \frac{1}{\sqrt{\mu}}$; বেগ একক দৈর্ঘ্যের ভর এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

$v \propto \frac{1}{\sqrt{A}}$; বেগ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

$v \propto \frac{1}{r}$
 $v \propto \frac{1}{d}$ } ; বেগ ব্যাসার্ধ বা ব্যাসের ব্যস্তানুপাতিক

$f = \frac{P}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$; $P =$ লুপ সংখ্যা; $l =$ তারের দৈর্ঘ্য

$\therefore f \propto \frac{1}{l}$; (কম্পাঙ্ক তারের দৈর্ঘ্যের ব্যস্তানুপাতিক)

Example: একটি টানা তারের কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ করতে হলে তারটির টান কতগুণ বৃদ্ধি করতে হবে?

সমাধান: $f \propto \sqrt{T} \Rightarrow f^2 \propto T$; $\frac{f_1^2}{f_2^2} = \frac{T_1}{T_2}$; $T_2 = \frac{f_2^2}{f_1^2} \cdot T_1 = \frac{(2f_1)^2 T_1}{f_1^2} = 4 T_1 \therefore$ টান 3 গুণ বৃদ্ধি করতে হবে।

Related Questions:

- কোন অর্গান থেকে নিঃসৃত সুরগুলোর কম্পাঙ্ক 256, 268, 512, 620, 768, 1020, 1280, 1992 ও 2048 Hz হলে নিচের কম্পাঙ্কগুলোর মধ্যে মূল সুরের অষ্টক কোনটি? [RU'19-20]
 (a) 256 Hz (b) 268 Hz (c) 2048 Hz (d) 512 Hz
 সমাধান: (d); মূল সুর সর্বনিম্ন কম্পাঙ্কের সুর। আর তার 2 গুণ কম্পাঙ্কের সুরই তার অষ্টক।
- একটি টানা তারে আড়া তরঙ্গের বেগ 1500ms^{-1} । টান একই থাকলে তিনগুণ বড় ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একই উপাদানে তৈরী তারে তরঙ্গের বেগ কত ms^{-1} ? [SUST'19-20]
 (a) 500 (b) 300 (c) 750 (d) 850 (e) 3000
 সমাধান: (a); $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$; $\mu = \frac{m}{\ell} = \frac{\pi r^2 \ell \rho}{\ell} = \pi r^2 \rho$
 $\therefore v \propto \frac{1}{r} \Rightarrow v_1 r_1 = v_2 r_2 \Rightarrow 1500 \times r_1 = v_2 \times 3r_1 [r_2 = 3r_1] \therefore v_2 = 500 \text{ms}^{-1}$
- একটি পিয়ানো তারের দৈর্ঘ্য L এবং ভর M । যদি এর মূল কম্পাঙ্ক f হয়, তবে তারে টান হলো- [DU'18-19]
 (a) $2Mf^2/L$ (b) $4MLf^2$ (c) $4f^2 L^3/M$ (d) $4fM/L$
 সমাধান: (b); $f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{TL}{M}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{ML}} \Rightarrow f^2 = \frac{1}{4} \times \frac{T}{ML} \Rightarrow T = 4MLf^2$ [\therefore একক দৈর্ঘ্যের ভর, $\mu = \frac{M}{L}$]
- একটি টানা তারে টানের পরিমাণ 4 গুণ বৃদ্ধি করলে কম্পাঙ্ক কত গুণ বৃদ্ধি পাবে? [DU'17-18, CU'18-19]
 (a) 16 (b) 4 (c) 3 (d) 2
 সমাধান: (d); $f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \therefore f \propto \sqrt{T}$ তাই টান 4 গুণ $\Rightarrow f \propto \sqrt{4}$ অর্থাৎ 2 গুণ বাড়বে।
- অর্ধসুর এর সুরানুপাত কত? [Ans: d][KU'18-19]
 (a) 8:9 (b) 10:9 (c) 6:5 (d) 16:15
- 1.5 m টানা তারে উৎপন্ন তরঙ্গের সর্বাধিক তরঙ্গ দৈর্ঘ্য- [RU'17-18]
 (a) 1.5 m (b) 3 m (c) 1 m (d) 0.75 m
 সমাধান: (b); $\lambda = 2l = 2 \times 1.5 \text{m} = 3 \text{m}$





07. একটি টানা তারের কম্পাঙ্ক দ্বিগুণ করতে হলে, তারটির টান কত গুণ বৃদ্ধি করতে হবে? [RU'13-14]
 (a) 2 গুণ (b) 3 গুণ (c) 4 গুণ (d) 8 গুণ

সমাধান: (c); আমরা জানি, $f = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{t}{m}}$ $f \propto \sqrt{t} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \Rightarrow 2 = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \Rightarrow T_1 = 4T_2$

08. একটি কম্পমান তারের টান 4 গুণ বাড়ালে তারটির দৈর্ঘ্য 2 গুণ বাড়ে। তারটির কম্পাঙ্ক-। [CU'13-14]
 (a) 2 গুণ বাড়ে (b) 2 গুণ কমে (c) 4 গুণ বাড়ে (d) অপরিবর্তিত থাকে

সমাধান: (d); $f = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \therefore \frac{f_1}{f_2} = \frac{\ell_2}{\ell_1} \sqrt{\frac{T_1 d_1}{T_2 d_2}} = \frac{2\ell_1}{\ell_1} \sqrt{\frac{T_1}{4T_1}} = 1$ সুতরাং কম্পাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে।

Question Type-04: পথ পার্থক্য ও দশা পার্থক্য

দশা পার্থক্য = $\frac{\text{পথ পার্থক্য}}{\lambda} \Rightarrow \frac{\delta}{2\pi} = \frac{x}{\lambda} \Rightarrow \delta = \frac{2\pi}{\lambda} x \Rightarrow x = \frac{\lambda}{2\pi} \delta$

- ◆ দশা পার্থক্য 2π এর বেশী হলে তা হতে 2π বিয়োগ দিতে হয়।
- ◆ পথ পার্থক্য λ অপেক্ষা বেশী হলে তা হতে λ বিয়োগ করতে হয়।
- ◆ sin ও cos তরঙ্গের দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$ হয়।

Example: একটি তরঙ্গের দুটি কণার পথ পার্থক্য 0.15m। কণাদ্বয়ের দশা পার্থক্য 1.57 রেডিয়ান। উৎসের কম্পাঙ্ক 770Hz হলে তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: $\frac{x}{\lambda} = \frac{\delta}{2\pi}$; $\frac{0.15}{\lambda} = \frac{1.57}{2 \times 3.14} = \frac{1}{4}$; $\lambda = 0.6m$ | $V = f\lambda = 770 \times 0.6 \text{ ms}^{-1} = 462 \text{ ms}^{-1}$

Related Questions:

01. $\pi/2$ দশা পার্থক্যের দুটি সদৃশ অথ গামী তরঙ্গ একই দিকে ধাবিত হচ্ছে। যদি তরঙ্গ দুটির প্রত্যেকটির বিস্তার y_m হয়, তা তরঙ্গটির বিস্তার হবে- [20]
 (a) y_m (b) $2y_m$ (c) $\sqrt{2}y_m$ (d) $3y_m$

সমাধান: (c); $y_R = \sqrt{y_m^2 + y_m^2 + 2 \cdot y_m \cdot y_m \cdot \cos\left(\frac{\pi}{2}\right)} = y_m \sqrt{2}$

02. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $5\lambda/4$ । বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য কত? [RU'06-07, KU'10-11, DU'09-10, 10-11, JnU'10-11, 14-15, CU'12-13, JU'18-19]

(a) $\frac{\pi}{3}$ (b) $\frac{\pi}{4}$ (c) $\frac{\pi}{2}$ (d) $\frac{\pi}{6}$

সমাধান: (c); দশা পার্থক্য = $\frac{2\pi}{\lambda} \times \text{পথ পার্থক্য} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{5\lambda}{4} = \frac{5\pi}{2} = 2\pi + \frac{\pi}{2} \therefore \text{দশাপার্থক্য} = \frac{\pi}{2}$

03. দুটি স্পন্দনরত কণার সরণ যথাক্রমে $x = A \sin \omega t$ এবং $x = A \cos \omega t$ হলে এদের মধ্যকার দশা পার্থক্য হবে- [DU'16-17]
 (a) 2π (b) π (c) $\frac{\pi}{2}$ (d) $\frac{\pi}{4}$

সমাধান: (c); $x = A \cos \omega t = A \sin\left(\frac{\pi}{2} + \omega t\right) \therefore \delta = \frac{\pi}{2}$

04. সমদশার দুটি তরঙ্গের প্রতিটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 6000\AA । এদের মধ্যে দশা পার্থক্য 6π হলে শেষ বিন্দুদ্বয়ের পথ পার্থক্য হবে- [JU'15-16]
 (a) 6000\AA (b) 1200\AA (c) 1800\AA (d) কোনটিই নয়

সমাধান: (a); $\frac{2\pi}{\lambda} x = \delta \Rightarrow x = \frac{6\pi}{2\pi} \times \lambda = 3\lambda$

এখন, 3λ পথ পার্থক্য আর λ পথ পার্থক্য একই হওয়ায় এক্ষেত্রে, পথ পার্থক্য $\lambda = 6000\text{\AA}$ কে সঠিক উত্তর হিসেবে বিবেচনা করা হল। তবে, প্রকৃতপক্ষে সঠিক উত্তর হওয়া উচিত ছিল শূন্য।





05. Path difference (α) এবং Phase difference (δ) এর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [Ans: c][JnU'15-16]
 (a) $\alpha = \frac{2\pi}{\delta\lambda}$ (b) $\alpha = \frac{2\pi\delta}{\lambda}$ (c) $\alpha = \frac{\lambda\delta}{2\pi}$ (d) $\alpha = 2\pi\delta\lambda$
06. দুইটি একই প্রকার তরঙ্গের একটিকে সাইন ও অপরটিকে কোসাইন ফাংশন দিয়ে প্রকাশ করলে তাদের মধ্যে দশা পার্থক্য কত? [Ans: b][CU'14-15]
 (a) 0 (b) $\pi/2$ (c) $\pi/4$ (d) $\pi/3$
07. একটি কণার একটি পূর্ণ কম্পনে দশা পার্থক্য কত? [Ans: d][KU'13-14]
 (a) 0 (b) $\pi/2$ (c) π (d) 2π
08. একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে দশা পার্থক্য π । পথ পার্থক্য কত? [DU'05-06, RU'08-09, 11-12, 12-13, 13-14, CU'12-13]
 (a) λ (b) $\lambda/2$ (c) 2π (d) $\lambda/4$

সমাধান: (b); $\frac{\text{পথ পার্থক্য}}{\text{দশা পার্থক্য}} = \frac{\lambda}{2\pi} \therefore \text{পথ পার্থক্য} = \pi \times \frac{\lambda}{2\pi} = \frac{\lambda}{2}$

Question Type-05 : আড় ও অনুপ্রস্থ তরঙ্গ এবং সংজ্ঞা

- আড় তরঙ্গ: মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গগতির অভিমুখে সমকোণে কম্পিত হতে থাকলে তাকে আড় তরঙ্গ বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ বলে।
 বৈশিষ্ট্য: (i) তরঙ্গ শীর্ষ (Crest) ও তরঙ্গ খাঁজ (Trough) থাকে (ii) কণাগুলো গতিপথের সাথে সমকোণে কম্পন করে।
 (iii) অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সমাবর্তন (Polarization) অনুপস্থিত।
 উদাহরণ: পুকুরের পানিতে তিল ছুড়লে তৈরি ঢেউ, টানা তারের কম্পন।
- লম্বিক তরঙ্গ: মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গের গতির অভিমুখের সমান্তরালে কম্পিত হতে থাকলে তাকে লম্বিক বা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।
 বৈশিষ্ট্য : (i) সংকোচন ও প্রসারণ রয়েছে (ii) কণাগুলো গতিপথের সাথে সমান্তরালে কম্পিত হয়।
 উদাহরণ: শব্দ তরঙ্গ, স্প্রিং এর কম্পন।
- শব্দ তরঙ্গ: (i) স্থিতিস্থাপক মাধ্যম প্রয়োজন (ii) প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার ও অপবর্তন ঘটে (iii) তরঙ্গের সংকোচন ও প্রসারণ ঘটে।

Related Questions:

01. নিচের কোন ভৌত প্রক্রিয়া শব্দ তরঙ্গ দ্বারা প্রদর্শিত হয় না? [DU'12-13]
 (a) প্রতিসরণ (b) ব্যতিচার (c) সমবর্তন (d) অপবর্তন
 সমাধান: (c); শব্দ তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে সমবর্তন হয় না।
02. একটি লম্বিক তরঙ্গে কোন মাধ্যমে অবস্থিত বস্তুর কম্পাংকের দিক — [Ans: b][JU'12-13]
 (a) Perpendicular (b) Parallel (c) Diagonal (d) None
03. কোন তরঙ্গের উপর অবস্থিত সম দশাসম্পন্ন কণাগুলোর গতিপথকে বলা হয়— [Ans: e][CU'12-13]
 (a) বিস্তার (b) দশা (c) তীব্রতা (d) তরঙ্গ বেগ (e) তরঙ্গমুখ

Question Type-06 : তীব্রতা, তীব্রতা লেভেল ও তীব্রতা লেভেলের পার্থক্য

তীব্রতা: তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখে প্রতি একক ক্ষেত্রফলে একক সময়ে সঞ্চালিত শক্তি।

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \text{ (গোলীয় তরঙ্গ মূখের জন্য)} \therefore I \propto \frac{1}{r^2}$$

$$FI = \frac{E}{At} \therefore I \propto E \propto a^2 ; I = 2\pi^2 f^2 a^2 \rho v$$

$$\text{তীব্রতা লেভেল, } \beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ dB} \quad [I_0 \text{ হচ্ছে ন্যূনতম শ্রবণযোগ্য তীব্রতা} = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}]$$

$$\text{তীব্রতা লেভেলের পার্থক্য, } \Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \text{ dB}$$



**Related Questions:**

01. একটি অ্যামপ্লিফায়ার থেকে নিঃসৃত শব্দের ক্ষমতা 10 mW থেকে 20 mW-এ পরিবর্তিত হলে শব্দের তীব্রতা লেভেল কত পরিবর্তন হবে? [$\log_{10} 2 = 0.3$] [RU'20-21, Agri. Gucho'19-20]
 (a) 0.3 dB (b) 1 dB (c) 2 dB (d) 3 dB
 সমাধান: (d); $10 \log_{10} \frac{20}{10} = 10 \times \log_{10} 2 = 10 \times 0.3 = 3 \text{ dB}$
02. শব্দের প্রাপ্তিকের তীব্রতার স্তর কত? [Ans: b] [CU'20-21]
 (a) 1dB (b) 0 dB (c) 10 dB (d) 2 dB
03. আমাদের কানে সবচেয়ে মুদু যে শব্দ শুনতে পাই তার তীব্রতা কত? [Ans: d][Agri. Gucho'19-20]
 (a) 10^{-6} Wm^{-2} (b) 10^{-8} Wm^{-2} (c) 10^{-10} Wm^{-2} (d) 10^{-12} Wm^{-2}
05. একটি মোবাইল ফোন হতে নিঃসৃত শব্দের তীব্রতা $1 \times 10^{-5} \text{ Wm}^{-2}$ হলে, শব্দের তীব্রতা লেভেল ডেসিবেলে কত হবে? [RU'19-20]
 (a) -3 dB (b) 3 dB (c) -70 dB (d) 70 dB
 সমাধান: (d); $\beta = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{10^{-5}}{10^{-12}} \right) = 70 \text{ dB}$
06. তরঙ্গের উপর সমদশা সম্পন্ন কণার গতিপথকে কী বলে? [Ans: b][JU'18-19]
 (a) তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (b) তরঙ্গ মুখ (c) কম্পাঙ্ক (d) বিস্তার
07. বেল একক অনুসারে শব্দের তীব্রতা লেভেলের সর্বনিম্ন সীমা হলো- [Ans: c][JnU'17-18]
 (a) -10 বেল (b) -12 বেল (c) 0 বেল (d) -15 বেল
08. কোনো শ্রেণিকক্ষের শব্দের তীব্রতা $1 \times 10^{-6} \text{ Wm}^{-2}$ হলে, শব্দের তীব্রতা লেভেল ডেসিবেলে কত? [JU'11-12, RU'14-15, JnU'15-16, JnU'17-18]
 (a) 60 (b) 80 (c) 100 (d) 120
 সমাধান: (a); $\beta = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} = 10 \log_{10} \frac{10^{-6}}{10^{-12}} = 60 \text{ dB}$
09. একটি মোবাইল ফোন হতে নিঃসৃত শব্দের ক্ষমতা 30 mW হতে 60mW এ পরিবর্তিত হলে শব্দের তীব্রতার লেভেলের কত পরিবর্তন হবে? [RU'16-17]
 (a) -3dB (b) 3dB (c) -30dB (d) 30dB
 সমাধান: (b); $\Delta\beta = 10 \log_{10} \frac{I_2}{I_1} = 10 \log_{10} \frac{60}{30} = 3.01 \text{ dB}$
10. কোন তরঙ্গের বিস্তারের (a) সাথে তীব্রতার (I) সম্পর্ক কোনটি? [Ans: a][CU'16-17]
 (a) $I \propto a^2$ (b) $I \propto \frac{1}{a}$ (c) $I \propto \frac{1}{a^2}$ (d) $I \propto a$
11. অগ্রগামী তরঙ্গ (progressive wave)-এর শক্তি ঘনত্বের রাশিমালা- [Ans: a][JnU'15-16]
 (a) $E = 2\pi^2 a^2 f^2 \rho$ (b) $E = 2\pi^2 a^2 f^2 \rho^2$ (c) $E = 2\pi^2 a^2 f \rho$ (d) $E = 2\pi^2 a f^2 \rho^2$
12. একটি উৎস হতে নিঃসৃত শব্দের ক্ষমতা 10 mW হতে 1000 mW এ পরিবর্তিত হলে, শব্দের তীব্রতার কত dB পরিবর্তন হবে? [RU'14-15]
 (a) 20 dB (b) 30dB (c) 100dB (d) কোনটিই নয়
 সমাধান: (a); $10 \log_{10} \frac{1000}{10} = 20 \text{ dB}$





Question Type-07: উপরিপাতন, বিট ও ব্যতিচার

(i) দুটি তরঙ্গ কোন কণার উপর একই সময়ে ক্রিয়া করলে কণাটির সরণ তরঙ্গ দুটির লব্ধি সরণের সমান।
উপরিপাতনের কিছু ঘটনা:

(a) স্থির তরঙ্গ: একই বিস্তার ও কম্পাঙ্কের দুইটি তরঙ্গ বিপরীত দিক হতে আগমন করলে স্থির তরঙ্গ উৎপন্ন হয়।

(b) ব্যতিচার: একই বিস্তার ও কম্পাঙ্কের দুইটি তরঙ্গ একই দিকে অগ্রসর হলে পথ পার্থক্যের কারণে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়।

গঠনমূলক ব্যতিচার: পথ পার্থক্য = $n\lambda$; ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার পথ পার্থক্য = $(2n + 1)\frac{\lambda}{2}$

(c) বিট: একটি বিস্তারের ও প্রায় একই কম্পাঙ্কের দুইটি অগ্রগামী তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে সৃষ্টি হয়।

বিট সংখ্যা = $f_1 \sim f_2$. প্রতিটি বিটের সময় (1 উচ্চ + 1 নিম্ন) = $\frac{1}{f_1 - f_2}$

◆ ভর বৃদ্ধি করলে কম্পাঙ্ক হ্রাস পায়। ◆ ভর হ্রাস করলে কম্পাঙ্ক বৃদ্ধি পায়।

$$\text{কারণ, } T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{1}{f} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \therefore f \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$$

(d) A_1 ও A_2 বিস্তার সম্পন্ন দু'টি তরঙ্গ δ দশা বৈষম্য নিয়ে আপতিত হলে, নতুন তরঙ্গের বিস্তার,

$$A_R = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos \delta} \text{ ও নতুন ফ্রিকুয়েন্সি, } F_R = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

◆ ত্রয়ী (Triad): তিনটি শব্দের কম্পাঙ্কের অনুপাত 4: 5: 6 হলে তাদের ত্রয়ী বলে।

◆ স্বর সঙ্গতি (Chord): চারটি শব্দের কম্পাঙ্কের অনুপাত 4: 5: 6: 8 হলে তাদের স্বর সঙ্গতি বলে।

Example: কোন গ্যাসে 50cm ও 50.5 cm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুইটি তরঙ্গ প্রতি সেকেন্ডে 6টি বিট উৎপন্ন করে।

গ্যাসে শব্দের বেগ কত?

সমাধান: **Process-01** বিট সংখ্যা $f_1 - f_2 = 6 \Rightarrow \frac{v}{\lambda_1} - \frac{v}{\lambda_2} = 6$

$$\Rightarrow \frac{v}{.50} - \frac{v}{.505} = 6 \quad (\because f_1 \text{ বড় তাই } \lambda_1 \text{ ছোট}) \Rightarrow v = 303 \text{ ms}^{-1}$$

Process-02 $v = f\lambda = f_1\lambda_1 = f_2\lambda_2 \Rightarrow (f + 6) \times 50 = f \times 50.5$

$$f = 600 \text{ Hz}; \quad v = f\lambda = 600 \times .505 = 303 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

Related Questions:

01. দুটি সুর শলাকা A ও B একই সময়ে শব্দায়িত হওয়ায় প্রতি সেকেন্ডে 5 টি বিট উৎপন্ন করে। কিন্তু A তে খানিকটা ওজন লাগালে তারা আবার প্রতি সেকেন্ডে 5 টি বিট উৎপন্ন করে। যদি B এর কম্পাঙ্ক 320 Hz হয়, তাহলে A এর কম্পাঙ্ক কত Hz হবে?
(a) 315 (b) 320 (c) 325 (d) 330 [KU'19-20]

সমাধান: (c); প্রথম ক্ষেত্রে $f_A \sim f_B = 5$ । কিন্তু A তে ওজন লাগালে বিট সমান থাকে, তাহলে বোঝা যায় $f_A > f_B$ ।

$$\therefore f_A - f_B = 5 \Rightarrow f_A - 320 = 5 \therefore f_A = 325 \text{ Hz}$$

02. দুটি সুরেলী কাঁটার কম্পাঙ্ক 220Hz ও 210Hz। যদি সুরেলী কাঁটা দুটি একত্রে শব্দ তৈরি করে তবে প্রতি সেকেন্ডে উৎপন্ন বিট সংখ্যা হবে- [DU'17-18]

(a) 220 (b) 210 (c) 430 (d) 10

সমাধান: (d); বিট = $f_2 \sim f_1 = 10$

03. দুটি উৎসের কম্পাঙ্ক যথাক্রমে f_1 ও f_2 এবং $f_1 > f_2$ হলে প্রতি সেকেন্ডে উৎপন্ন বিট সংখ্যা কত? [Ans: d] [CU'17-18]

(a) $f_1 f_2$ (b) f_1 / f_2 (c) $f_1 + f_2$ (d) $f_1 - f_2$

04. তিনটি শব্দের সমন্বয়ে ত্রয়ী (Triad) হতে হলে তাদের কম্পাঙ্কের অনুপাত কত? [Ans: a] [KU'16-17]

(a) 4: 5: 6 (b) 5: 6: 7 (c) 6: 7: 8 (d) 7: 8: 9

05. λ তরঙ্গদৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দুইটি তরঙ্গের বিস্তার যথাক্রমে A এবং A/2। তরঙ্গদ্বয় 180° দশা বৈষম্য নিয়ে কোন মাধ্যমে আপতিত হলে যে নতুন তরঙ্গ সৃষ্টি হবে তার বিস্তার হবে- [Ans: b] [RU'14-15]

(a) 2A (b) 0.5A (c) 0 (d) কোনটিই নয়

সমাধান: (b); দশা পার্থক্য = 180° অর্থাৎ বিপরীত দশাসম্পন্ন। \therefore নতুন বিস্তার = $A - \frac{A}{2} = \frac{A}{2} = 0.5A$





Question Type-08: সমীকরণ

সরল ছন্দিত স্পন্দনের সমীকরণ $\frac{d^2y}{dt^2} + \omega^2y = 0$

সমাধান: $y = A \sin(\omega t + \delta), B \cos(\omega t + \delta), Ae^{i(\omega t + \delta)}, Be^{-i(\omega t + \delta)}$

$y = A \sin(\omega t + \delta) + B \cos(\omega t + \delta)$

$y = Ae^{i(\omega t + \delta)} + Be^{-i(\omega t + \delta)}$

তরঙ্গের সমীকরণ, $v^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$

সমাধান: $y = A \sin(\omega t - kx), B \cos(\omega t - kx)$

$y = Ae^{i(\omega t - kx)}, Be^{-i(\omega t - kx)}$; $y = A \sin(\omega t - kx) + B \cos(\omega t - kx)$

$y = Ae^{i(\omega t - kx)} + Be^{-i(\omega t - kx)}$

$y = A \sin(\omega t - kx) = A \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$ এটি (+ve) x তাপ বরাবর অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ।

$\omega = \text{Angular frequency} = \frac{2\pi}{T}$; $k = \text{Angular wave number} = \frac{2\pi}{\lambda}$

$v = \text{velocity of wave} = \frac{\lambda}{T}$

$\lambda = \text{wave length. } v = \frac{\omega}{k} = \frac{f}{\lambda} [k = \text{wave number} = \frac{v}{c} = \frac{1}{\lambda}]$

Related Questions:

01. একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ SI এককে $y = 2 \sin(120t - 4x)$ হলে এর রৈখিক বেগ- [GST'20-21]
 (a) 30 (b) 40 (c) 60 (d) 120
 সমাধান: (a); $\frac{2\pi}{\lambda}v = 120 \therefore \frac{v}{\lambda} = f = 19.098 \text{ Hz}; \frac{2\pi}{\lambda} = 4 \therefore \lambda = \frac{\pi}{2}; v = f\lambda = 30 \text{ ms}^{-1}$
 বিকল্প সমাধান: $\frac{2\pi}{\lambda} = 4 \Rightarrow \lambda = \frac{\pi}{2}; \frac{2\pi}{\lambda}v = 120 \Rightarrow v = \frac{120}{2\pi} \times \frac{\pi}{2} \therefore v = 30$
 বিকল্প সমাধান: $y = 2 \sin(120t - 4x) \Rightarrow y = 2 \sin\{4(30t - x)\}$ কে $y = a \sin\left\{\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)\right\}$ এর সাথে তুলনা করে পাই, $v = 30 \text{ ms}^{-1}$
02. একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ $y = 0.1 \sin\left(100\pi t - \frac{20\pi}{17}x\right)$ হলে এর কম্পাঙ্ক কত? [JnU'17-18]
 (a) 50 Hz (b) 100 Hz (c) 50π Hz (d) 100π Hz
 সমাধান: (a); t এর সহগ $2\pi f = 100\pi \therefore f = 50$
03. একটি চলমান তরঙ্গ এর সমীকরণ $y = 0.2 \sin 4\pi(240t - x)$ হলে এর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে? [RU'13-14, JnU'16-17]
 (a) 0.5 (b) 1 (c) 2 (d) 0
 সমাধান: (a); $y = 0.2 \sin 4\pi(240t - x) \therefore \frac{2\pi x}{\lambda} = 4\pi x \Rightarrow \lambda = \frac{1}{2}$
04. কোনটি ঋণাত্মক x-অক্ষ অভিমুখে অগ্রগামী তরঙ্গের সরণ সমীকরণ? [Ans: c][JU'14-15]
 (a) $Y = Y_0 \sin(kx - \omega t)$ (b) $y = y_0 \sin \frac{2\pi}{T}t$ (c) $y = y_0 \sin(kx + \omega t)$ (d) $y = y_0 \sin \frac{2\pi}{\lambda}vt$
05. কম্পাঙ্কের (Frequency) মাত্রা কোনটি? [JnU'13-14]
 (a) $[T^{-1}]$ (b) $[LT^{-1}]$ (c) $[L^{-1}T^{-2}]$ (d) $[LT^{-3}]$
 সমাধান: (a); $f = \frac{1}{T} \therefore \text{কম্পাঙ্কের মাত্রা} = [T^{-1}]$
06. একটি তরঙ্গের সমীকরণ $y = 15 \sin(10x - 20t)$ দিয়ে নির্দেশিত হলে তরঙ্গটির বেগ কত একক? [DU'01-02, CU'14-15]
 (a) 0.75 (b) 0.5 (c) 2 (d) কোনটিই নয়
 সমাধান: (c); $y = -15 \sin\{10(2t - x)\}$. We know, $y = a \sin\left\{\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)\right\}$ তুলনা করে পাই, $v = 2$



Question Type-09: ডপলার ক্রিয়া (Doppler Effect)

$$f' = \frac{v \pm v_0}{v \pm v_s} f$$

v = velocity of sound

v_s = velocity of source

v_0 = velocity of observer

f = frequency of sound

f' = changed frequency

লক্ষণীয়: (i) শ্রোতা কাছে আসলে কম্পাঙ্ক বাড়বে তাই $(+v_0)$ হবে, দূরে গেলে $(-v_0)$ হবে।

(ii) উৎস কাছে আসলে কম্পাঙ্ক বাড়বে তাই $(-v_s)$ হবে [কারণ v_s রাশি অনুপাতের নিচে] দূরে গেলে $(+v_s)$ হবে।

Related Questions:

01. উৎস যদি স্থির শ্রোতা থেকে শব্দের দ্রুতিতে দূরে সরে যায়, তবে শ্রুত শব্দের আপাত কম্পাঙ্ক প্রকৃত কম্পাঙ্কের কত হবে?
 (a) অর্ধেক (b) সমান (c) দ্বিগুণ (d) কোনটিই নয় [RU'17-18]

সমাধান: (a); $\frac{f'}{f} = \frac{v_s}{v_s + v} = \frac{1}{2} [\because v_s = v]$

02. দুইটি ট্রেন 100km/h বেগে বিপরীত দিকে চলছে। তারা একে অপরকে অতিক্রম করার সময় একটি ট্রেন বাঁশি বাজায় যার কম্পাঙ্ক 800Hz। অপর ট্রেনের যাত্রী যে শব্দ শুনতে পাবে তার কম্পাঙ্ক কত হবে- [KU'15-16]

(i) ট্রেন দুইটি পরস্পরকে অতিক্রম করার পূর্বে? (ii) ট্রেন দুইটি পরস্পরকে অতিক্রম করার পর?

সমাধান: কিছু উল্লেখ নেই বিধায় শব্দের বেগ 332ms^{-1} ধরা হল। এখন, $100\text{km/h} = \frac{100}{3.6}\text{ms}^{-1}$

(i) ট্রেন দুটি পরস্পরকে অতিক্রম করার পূর্বে শ্রোতা ও উৎস পরস্পরের দিকে ধেয়ে আসছে এবং তাদের উভয়ের বেগ, $V_s = V_0 = \frac{100}{3.6}\text{ms}^{-1}$ এবং বাঁশির শব্দের প্রকৃত কম্পাঙ্ক $= f_0 = 800\text{Hz}$ ।

অপর ট্রেনের যাত্রীর কাছে তখন আপাত কম্পাঙ্ক f' হলে, $f' = \frac{v + v_0}{v - v_s} \times f_0 = \frac{332 + \frac{100}{3.6}}{332 - \frac{100}{3.6}} \times 800\text{Hz}$

\therefore ট্রেন দুটি পরস্পরকে অতিক্রমের পূর্বে আপাত কম্পাঙ্ক $= 946.092\text{Hz}$ (Ans.)

(ii) ট্রেন দুটি পরস্পরকে অতিক্রম করার পর শ্রোতা ও উৎস উভয়ই পরস্পর থেকে দূরে সরে যাচ্ছে এবং তাদের উভয়ের বেগ, $V_s = V_0 = \frac{100}{3.6}\text{ms}^{-1}$ এবং বাঁশির শব্দের প্রকৃত কম্পাঙ্ক $= f_0 = 800\text{Hz}$ ।

অপর ট্রেনের যাত্রীর কাছে তখন আপাত কম্পাঙ্ক f'' হলে, $f'' = \frac{v - v_0}{v + v_s} \times f_0 = \frac{332 - \frac{100}{3.6}}{332 + \frac{100}{3.6}} \times 800\text{Hz} = 676.4669\text{Hz}$ (Ans.)

উল্লেখ্য, শব্দের বেগ 332ms^{-1} এর পরিবর্তে 350ms^{-1} ধরা হলে, (i) ও (ii) এর উত্তর হবে যথাক্রমে 937.931Hz এবং 682.353Hz ।

Question Type-10: সাইরেন

কম্পাঙ্ক = প্রতি সেকেন্ডে ঘূর্ণন সংখ্যা \times ছিদ্র

Example: একটি সাইরেনের চাকতি প্রতি সেকেন্ডে 15 বার ঘুরে। চাকতিতে কতটি ছিদ্র থাকলে তা 450 Hz কম্পাঙ্কের সুর শলাকার সাথে ঐকতানিক হবে?

সমাধান: $450 = 15n$; $n = 30$

Others : গ্যাস মাধ্যমে শব্দের বেগ পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $v \propto \sqrt{T}$

◆ 20Hz এর কম কম্পাঙ্কের শব্দকে শব্দের (Infrasonic) বলে 20000Hz এর বেশী কম্পাঙ্কের শব্দকে শব্দোত্তর (Ultrasonic) বলে।

◆ ক্ষুদ্রতর কম্পাঙ্কের শব্দকে মূলসুর বলে।

◆ প্রতিধ্বনি শনার ন্যূনতম দূরত্ব $16.6\text{m} = 54.47\text{ft}$

