

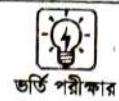
তরঙ্গ Waves

অধ্যায়
০১

এ অধ্যায়ে
অনন্য
সংযোজন



গাণিতিক
প্রশ্নের সমাধান



ভর্তি পরীক্ষার
প্রশ্নের সমাধান



অনুশীলনমূলক
কাজের সমাধান



অ্যাপস-এ
MCQ Exam

১ এক নজরে এ অধ্যায়ের সূত্রাবলি

এ অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সংক্ষিপ্ত গুরুত্বপূর্ণ সূত্রসমূহ নিচে ধারাবাহিকভাবে উপস্থাপিত হলো, যা তোমাদের সমস্যা সমাধানে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে।

ক্রম	সূত্র
১.	$v = n\lambda$
২.	$S = vt = N\lambda$
৩.	$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} x$
৪.	$y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x)$

ক্রম	সূত্র
৫.	$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$
৬.	$n_1 \sim n_2 = N$ বা, $n_2 = n_1 \pm N$
৭.	$n = \frac{v}{\lambda}; n = \frac{v}{2l}; n = \frac{v}{4l}$
৮.	$n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}; v = \sqrt{\frac{T}{m}}$



NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যাবলির সমাধান

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে এ অধ্যায়ের অনুশীলনীতে স্তরভিত্তিক গাণিতিক সমস্যাবলি দেওয়া আছে। প্রতিটি গাণিতিক সমস্যার পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইয়ের প্রশ্ন নথৰের ধারাবাহিকভাবে নিচে প্রদত্ত হলো; যা তোমাদের সেবা প্রযুক্তি গ্রহণে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে।

৩ এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তোহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

১ সেট-১ : সাধারণ সমস্যাবলি

সমস্যা ১। একটি শব্দ তরঙ্গ বায়ুতে 3 মিনিটে 1020 m দূরত্ব অতিক্রম করে, এই শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 50 cm হলে তরঙ্গের পর্যায়কাল কত?

সমাধান : এখানে, সময়, $t = 3 \text{ min} = 3 \times 60 \text{ s}$

$$\text{দূরত্ব}, S = 1020 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য}, \lambda = 50 \text{ cm} = 0.50 \text{ m}$$

$$\text{পর্যায়কাল}, T = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, v = \frac{S}{t} = \frac{1020 \text{ m}}{3 \times 60 \text{ s}} = 5.67 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{আবার}, T = \frac{1}{n} = \frac{1}{v} [\because v = n\lambda].$$

$$= 1 \times \frac{\lambda}{v} = \frac{0.50 \text{ m}}{5.67 \text{ ms}^{-1}} = 8.82 \times 10^{-2} \text{ s}$$

অতএব, তরঙ্গের পর্যায়কাল $8.82 \times 10^{-2} \text{ s}$ ।

সমস্যা ২। দুটি সুরশ্লাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 128 Hz ও 384 Hz। বায়ুতে শলাকা দুটি হতে সূচিত তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, প্রথম সুরশ্লাকা হতে উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_1 , এবং দ্বিতীয় সুরশ্লাকা হতে উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_2 ।

আমরা জানি, $v = n\lambda$

বা, $v = n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2$

$$\text{বা, } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

এখানে,

প্রথম শলাকার কম্পাঙ্ক, $n_1 = 128 \text{ Hz}$

দ্বিতীয় শলাকার কম্পাঙ্ক, $n_2 = 384 \text{ Hz}$

$$\lambda_1 : \lambda_2 = ?$$

$$\text{বা, } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{384 \text{ Hz}}{128 \text{ Hz}} = \frac{3}{1}$$

$$\therefore \lambda_1 : \lambda_2 = 3 : 1$$

সমস্যা ৩। গড় হিসাবে শব্দের সর্বনিম্ন উদ্ঘাটিত পিচ হলো 20 Hz ও সর্বোচ্চ উদ্ঘাটিত পিচ হলো 20,000 Hz। বায়ুতে উভয় পিচ যুক্ত শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। (ধর, $v = 320 \text{ m s}^{-1}$)

সমাধান : আমরা জানি,

$$v = f_1\lambda_1$$

$$\text{বা, } 320 = 20 \times \lambda_1$$

$$\therefore \lambda_1 = 16 \text{ m}$$

$$v = f_2\lambda_2$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = \frac{320}{20,000} = 0.016 \text{ m}$$

$$\text{অতএব, } \lambda_1 = 16 \text{ m} \text{ এবং } \lambda_2 = 0.016 \text{ m}$$

সমস্যা ৪। 256 Hz কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একটি সুরশ্লাকা হতে উৎপন্ন শব্দ বাতাসে 3 সেকেন্ড 996 m দূরত্ব অতিক্রম করে। বাতাসে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বের কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{f}$$

$$= \frac{332}{256} = 1.296875 \text{ m}$$

$$\therefore \lambda \approx 1.30 \text{ m}$$

$$\text{অতএব, বাতাসে শব্দের অরঙ্গাদৈর্ঘ্য } 1.30 \text{ m।}$$

$$\text{এখানে, } f_1 = 20 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং } f_2 = 20,000 \text{ Hz}$$

$$\lambda_1 = ?$$

$$\text{এবং } \lambda_2 = ?$$

এখানে, সুরশ্লাকার কম্পাঙ্ক, $f = 256 \text{ Hz}$

$$\text{সময়, } t = 3 \text{ s}$$

$$\text{অতিক্রম দূরত্ব, } s = 996 \text{ m}$$

$$\therefore v = \frac{s}{t} = \frac{996}{3} \text{ ms}^{-1} = 332 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$



সমস্যা ৫। কোন নিদিটি কম্পাঙ্কে কম্পনরত একটি বস্তু A মাধ্যমে 0.5 m তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং 340 m s^{-1} বেগ সম্পর্ক অঙ্গামী তরঙ্গ উৎপন্ন করে। তা B মাধ্যমে 550 m s^{-1} বেগের অঙ্গামী তরঙ্গ উৎপন্ন করলে এই তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি, এখানে,

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$$

$$\text{বা, } \lambda_B = \frac{v_B}{v_A} \times \lambda_A$$

$$= \frac{550 \times 0.5}{340} = 0.81 \text{ m}$$

অতএব, B মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.81 m।

সমস্যা ৬। একটি নিদিটি কম্পাঙ্কে কম্পনশীল বস্তু A মাধ্যমে যে তরঙ্গ সৃষ্টি করে, তার দৈর্ঘ্য 0.15 m এবং B মাধ্যমে যে তরঙ্গ সৃষ্টি করে, তার দৈর্ঘ্য 0.20 m । যদি A মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ 1.20 m s^{-1} হয়, তবে B মাধ্যমে বেগের মান কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$A \text{ মাধ্যমে তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, } \lambda_A = 0.15 \text{ m}$$

$$A \text{ মাধ্যমে বেগ, } v_A = 1.20 \text{ m s}^{-1}$$

$$B \text{ মাধ্যমে তরঙ্গের দৈর্ঘ্য, } \lambda_B = 0.2 \text{ m}$$

$$\text{বের করতে হবে, } B \text{ মাধ্যমে বেগ, } v_B = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{v_A}{v_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$$

$$\therefore v_B = \frac{\lambda_B v_A}{\lambda_A} = \frac{(0.20 \text{ m})(1.20 \text{ m s}^{-1})}{0.15 \text{ m}} = 1.60 \text{ m s}^{-1}$$

সমস্যা ৭। একটি বস্তু স্থির কম্পনে কম্পিত হয়ে A মাধ্যমে 0.10 m দৈর্ঘ্যের এবং B মাধ্যমে 0.15 m দৈর্ঘ্যের তরঙ্গ উৎপন্ন করে। মাধ্যম দৃটিতে শব্দের বেগের তুলনা কর।

সমাধান : আমরা জানি, এখানে,

$$\frac{v_A}{v_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$$

$$\text{বা, } \frac{v_A}{v_B} = \frac{0.10}{0.15}$$

$$\therefore v_A : v_B = 2 : 3$$

অতএব, মাধ্যমবেগের বেগের অনুপাত $2 : 3$ ।

সমস্যা ৮। দৃটি সুর শলাকা কর্তৃক বায়ুতে উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 0.65 m ও 1.95 m । এদের কম্পাঙ্ক তুলনা কর।

সমাধান : মনে করি, কম্পাঙ্ক দৃটি n_1 ও n_2

$$\text{দেওয়া আছে, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_1 = 0.65 \text{ m}$$

$$\lambda_2 = 1.95 \text{ m}$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$= \frac{1.95}{0.65} = \frac{3}{1}$$

$$\therefore n_1 : n_2 = 3 : 1$$

সমস্যা ৯। তিনটি সুর শলাকার কম্পনের পর্যায়কাল যথাক্রমে 0.008 s , 0.0025 s এবং 0.00125 s । বায়ুতে এদের শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত বের কর।

সমাধান : আমরা জানি,

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

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

$$\therefore \lambda = vT$$

এখানে, তিনটি সুর শলাকার পর্যায়কাল যথাক্রমে,

$$T_1 = 0.08 \text{ s}$$

$$T_2 = 0.0025 \text{ s}$$

$$T_3 = 0.00125 \text{ s}$$

$$\text{সুতরাং, } \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = vT_1 : vT_2 : vT_3$$

$$= T_1 : T_2 : T_3$$

$$= 0.008 : 0.0025 : 0.00125$$

$$= \frac{32}{5} : 2 : 1 = 32 : 10 : 5$$

সমস্যা ১০। দুটি সুর শলাকার কম্পাঙ্কের পার্শ্বক্য 32 Hz । বায়ুতে শলাকা দৃটির একটির শব্দ তরঙ্গ ৭টি ও অপরটির শব্দ তরঙ্গ ১০টি পূর্ণ কম্পন দিয়ে একই দূরত্ব অভিক্রম করলে কম্পাঙ্কের নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_1 ও λ_2 এবং কম্পাঙ্ক n_1 ও n_2 ।

$$\text{এখানে, } 9\lambda_1 = 10\lambda_2$$

$$\text{বা, } \lambda_1 = \frac{10}{9}\lambda_2$$

$$\lambda_1 < \lambda_2 \text{ হওয়ায় } n_1 > n_2$$

$$\text{এখন, } n_1 - n_2 = 32$$

$$\text{বা, } \frac{v}{\lambda_1} - \frac{v}{\lambda_2} = 32$$

$$\text{বা, } v \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = 32$$

$$\text{বা, } v \left(\frac{1}{10\lambda_2} - \frac{1}{9\lambda_2} \right) = 32 \quad [\because \lambda_1 = \frac{10}{9}\lambda_2]$$

$$\text{বা, } \left(\frac{9-10}{10\lambda_2} \right) = \frac{32}{v}$$

$$\text{বা, } -\frac{1}{10\lambda_2} = \frac{32}{332} \quad [\because \text{বাতাসে শব্দের বেগ} = 332 \text{ m s}^{-1}]$$

$$\text{বা, } -10\lambda_2 = \frac{332}{32}$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = -\frac{332}{32 \times 10} - 1.0375 = 1.0375 \text{ m} \quad [\text{এখানে, ধনাত্মক চিহ্ন ধর্তব্য}]$$

$$\text{এবং } \lambda_1 = \frac{10}{9}\lambda_2 = \frac{10}{9} \times 1.0375 \text{ m} = 1.153 \text{ m}$$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক, } n_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{332 \text{ m s}^{-1}}{1.153 \text{ m}} \text{ এবং } n_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{332 \text{ m s}^{-1}}{1.0375 \text{ m}} = 320 \text{ Hz}$$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্কের } 288 \text{ Hz} \text{ ও } 320 \text{ Hz}।$$

সমস্যা ১১। একটি শব্দ উৎস হতে সৃষ্টি শব্দ তরঙ্গ উৎসটির 30 বার কম্পনের সময়ে বায়ুতে 24 m দূরত্ব অভিক্রম করে। উৎসটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [বায়ুতে শব্দের বেগ, 332 m s^{-1}]

সমাধান : আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{S}{N} = \frac{24}{30} \text{ m} = 0.8 \text{ m}$$

এখানে, কম্পন সংখ্যা, $N = 30$ বার

$$\text{দূরত্ব, } S = 24 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

আবার, $v = n\lambda$

$$\text{বা, } n = \frac{v}{\lambda}$$

$$= \frac{332 \text{ m s}^{-1}}{0.8 \text{ m}} = 415 \text{ Hz}$$

অতএব, উৎসটির কম্পাঙ্ক 415 Hz ।

সমস্যা ১২। একটি সুর শলাকার কম্পনের পর্যায়কাল যথাক্রমে 0.008 s , 0.0025 s এবং 0.00125 s । বায়ুতে এদের শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত বের কর। [বায়ুতে শব্দের বেগ, 340 m s^{-1}]

সমাধান : আমরা জানি,

$$v = f\lambda$$

$$\text{বা, } v = f \frac{S}{N}$$

$$\text{বা, } 332 = 264 \times \frac{42.5}{N}$$

$$\therefore N = 33.7951 \approx 33$$

অতএব, 33 টি কম্পন সম্পন্ন করবে।

এখানে,

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 332 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } n = ?$$

এখানে,

$$\text{সুরশলাকার কম্পাঙ্ক, } f = 264 \text{ Hz}$$

$$\text{দূরত্ব, } S = 42.5 \text{ m}$$

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 332 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{কম্পন সংখ্যা, } N = ?$$

সমস্যা ১৩। তরঙ্গস্থিত একটি কণার 10cm পূর্ণ কম্পনের সময়ে তরঙ্গ কোন মাধ্যমে 7m দূরত্ব অতিক্রম করে। তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক 480 Hz হলে ঐ মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} v &= f\lambda \\ &= f \frac{S}{N} \\ &= 480 \times \frac{7}{10} = 336 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, বাতাসে শব্দের বেগ 336 ms^{-1} ।

সমস্যা ১৪। তরঙ্গ উৎস যে সময়ে একটি নির্দিষ্ট সংখ্যক পূর্ণ কম্পন দেয় ঐ সময়ে মাধ্যমের 12 m দূরে অবস্থিত দুটি কণার একটি অপরাঠি অপেক্ষা 10cm পূর্ণ কম্পন দেয়। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। মাধ্যমে তরঙ্গের দূর্তি 360 m s^{-1} হলে তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, কণা দূর্তির মধ্যবর্তী দূরত্ব, $S = 12\text{ m}$

কম্পন সংখ্যা, $N = 10$

মাধ্যমে তরঙ্গের দূর্তি, $v = 360 \text{ m s}^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

কম্পাঙ্ক, $f = ?$

আমরা জানি, $S = N\lambda$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{S}{N} = \frac{12 \text{ m}}{10} = 1.2 \text{ m}$$

আবার, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{360 \text{ m s}^{-1}}{1.2 \text{ m}} = 300 \text{ Hz}$$

সমস্যা ১৫। কোন একটি মাধ্যমে একটি সূর শলাকা হতে উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 0.04 m এবং ঐ মাধ্যমে শব্দের বেগ 330 m s^{-1} । অপর একটি মাধ্যমে শব্দের বেগ 300 m s^{-1} হলে ঐ মাধ্যমে সূর শলাকাটির 55cm পূর্ণ কম্পনে শব্দ কত দূর যাবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 2.0 m]

সমস্যা ১৬। একটি সূর শলাকা দুটি মাধ্যমে যথাক্রমে 10 cm এবং 15 cm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের তরঙ্গ সৃষ্টি করে। প্রথম মাধ্যমে সূর শলাকার সৃষ্টি শব্দ যদি 10s এ 4000 m দূরত্ব অতিক্রম করে, তবে দ্বিতীয় মাধ্যমে শব্দ 100 cm কম্পনে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{S}{N}$$

বা, $S = \lambda N$

$$= 0.15 \times 100 = 15 \text{ m}$$

অতএব, ২য় মাধ্যমে শব্দের অতিক্রান্ত দূরত্ব 15 m ।

সমস্যা ১৭। বায়ুতে শব্দ প্রবাহের সৃষ্টি তরঙ্গের পর পর দুটি বিপরীত দশাগ্রাম কণার মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.6 m । তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক 300 Hz হলে বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{দশা পার্থক্য} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{পথপার্থক্য}$$

$$\text{বা, } \pi = \frac{2\pi}{\lambda} \times 0.6$$

$$\therefore \lambda = 1.2 \text{ m}$$

আবার, আমরা জানি, $v = f\lambda$

$$= 300 \times 1.2 \\ = 360 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, শব্দের বেগ 360 ms^{-1} ।

এখানে,

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $S = 7\text{ m}$

কম্পন সংখ্যা, $N = 10$

কম্পাঙ্ক, $f = 480\text{ Hz}$

এবং বেগ, $v = ?$

সমস্যা ১৮। 512 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ দুটি তিনি পথে চলে আবার এক বিন্দুতে মিলিত হয়ে একই দিকে চলতে থাকে। পথবয়ের তরঙ্গ দুটির অতিক্রান্ত দূরত্বের ব্যবধান ন্যূনতম 0.35 m হলে ঐ বিন্দুতে আবো কোন শব্দ শোনা যায় না। বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : একটি শব্দ দুটি পথে চলে

আবার এক বিন্দুতে মিলিত হয়।

$$\therefore \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য}, \lambda = 2L$$

$$= 2 \times 0.35 = 0.7 \text{ m}$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda = 512 \times 0.7 = 358.4 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, বায়ুতে শব্দের বেগ 358.4 ms^{-1} ।

সমস্যা ১৯। 320 Hz কম্পাঙ্কের একটি সূর শলাকা হতে বাতাসে ও পানিতে উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 3.9 m , বায়ুতে শব্দের বেগ 345 m s^{-1} হলে, পানিতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শর্তমতে,

$$x_w - \lambda_a = 3.9$$

$$\text{বা, } \frac{v_w}{f} - \frac{v_a}{f} = 3.9$$

$$\text{বা, } \frac{1}{f} (v_w - v_a) = 3.9$$

$$\text{বা, } v_w - v_a = 3.9 \times f = 3.9 \times 320$$

$$\text{বা, } v_w = 3.9 \times 320 + v_a = 3.9 \times 320 + 345$$

$$\therefore v_w = 1593 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, পানিতে শব্দের বেগ 1593 ms^{-1} ।

সমস্যা ২০। একটি সূর শলাকা **A** মাধ্যমে 10 cm এবং **B** মাধ্যমে 15 cm দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তরঙ্গ সঞ্চালন করে। **A** মাধ্যমে শব্দের বেগ 3 m s^{-1} হলে **B** মাধ্যমে শব্দ 5 s -এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে বের কর।

সমাধান : ধরি, **B** মাধ্যমে শব্দ 5s -এ S দূরত্ব অতিক্রম করবে।

সূরশলাকার কম্পাঙ্ক,

$$\begin{aligned} n &= \frac{v_A}{\lambda_A} = \frac{3 \text{ m s}^{-1}}{10 \text{ cm}} \\ &= \frac{3 \text{ m s}^{-1}}{0.1\text{m}} = 30\text{s}^{-1} \end{aligned}$$

$$n = 30 \text{ Hz}$$

B মাধ্যমে শব্দের বেগ, $v_B = ?$

$$v_B = n \lambda_B = 30 \text{ Hz} \times 15\text{cm} = 450 \text{ cm Hz} = 4.5 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } S = V_B \times t = 4.5 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ s} = 22.5 \text{ m}$$

অতএব, **B** মাধ্যমে শব্দ 22.5 m দূরত্ব অতিক্রম করবে।

সমস্যা ২১। একটি সূর শলাকা কর্তৃক বায়ুতে সৃষ্টি শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.0 m এবং হাইড্রোজেনে সৃষ্টি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 4.0 m । বায়ুতে শব্দের বেগ 332 m s^{-1} হলে হাইড্রোজেনে শব্দের বেগ বের কর। ঐ শব্দ হাইড্রোজেনে 5s এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $1328 \text{ m s}^{-1}, 6640 \text{ m}$]

সমস্যা ২২। বাতাসে একটি সূরশলাকার সৃষ্টি শব্দের তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 50 cm এবং অপর একটি সূরশলাকার সৃষ্টি শব্দের তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 70 cm । প্রথম সূরশলাকার কম্পাঙ্ক 350 Hz হলে বিতীয় সূরশলাকার কম্পাঙ্ক কত হবে?

সমাধান : এখানে, 1m সূরশলাকার তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $l_1 = 50\text{ cm}$;

$$2\text{য় } \text{সূরশলাকার তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } l_2 = 70\text{ cm}$$

$$1\text{m } \text{সূরশলাকার কম্পাঙ্ক, } n_1 = 350 \text{ Hz}$$

$$2\text{য় } \text{সূরশলাকার কম্পাঙ্ক, } n_2 = ?$$

আমরা জানি, $n_1 l_1 = n_2 l_2$

$$\text{বা, } n_2 = \frac{n_1 l_1}{l_2} = \frac{350 \text{ Hz} \times 50 \text{ cm}}{70 \text{ cm}} = 250 \text{ Hz}$$

বিতীয় সূরশলাকার কম্পাঙ্ক 250 Hz ।

সমস্যা ২৩। তিনটি সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 123 Hz, 359 Hz এবং 615 Hz। এগুলো বায়ুতে যে তরঙ্গ সৃষ্টি করে তাদের তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের অনুপাত বের কর।

সমাধান: ধরি, তিনটি সুর শলাকার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে λ_1, λ_2 এবং λ_3 ।
 এখানে, কম্পাঙ্ক, $n_1 = 123 \text{ Hz}$; $n_2 = 359 \text{ Hz}$ এবং $n_3 = 615 \text{ Hz}$

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = ?; \text{ শব্দের বেগ} = v$$

প্রথম সুর শলাকার ফ্রেক্টে, $v = n_1 \lambda_1$

দ্বিতীয় সুর শলাকার ফ্রেক্টে, $v = n_2 \lambda_2$

এবং তৃতীয় সুর শলাকার ফ্রেক্টে, $v = n_3 \lambda_3$

$$\therefore \frac{\lambda_2}{\lambda_3} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{615 \text{ Hz}}{359 \text{ Hz}} = \frac{5}{2.9187}$$

$$\therefore \lambda_2 : \lambda_3 = 5 : 2.9187 \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এবং } \frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{n_3}{n_1} = \frac{123}{615} = \frac{1}{5}$$

$$\therefore \lambda_3 : \lambda_1 = 1 : 5 \quad \dots \dots \dots (2)$$

(১) কে 2.9187 দ্বারা ভাগ করে পাই,

$$\therefore \lambda_2 : \lambda_3 = 1.713 : 1 \quad \dots \dots \dots (3)$$

(২) ও (৩) কে তুলনা করলে পাওয়া যায়,

$$\lambda_2 : \lambda_3 : \lambda_1 = 1.713 : 1 : 5$$

$$\therefore \lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 5 : 1.713 : 1$$

সমস্যা ২৪। দুটি সুরশলাকার কম্পাঙ্কের পার্শ্বক্য 118 Hz। বাতাসে শলাকা দুটি যে তরঙ্গ উৎপন্ন করে, তাদের একটির দুটি পূর্ণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অপরটির তিনটি পূর্ণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সমান। শলাকায়ের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান: ধরি, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ_1 ও λ_2 এবং কম্পাঙ্ক n_1 ও n_2

$$\text{এখানে, } 2\lambda_1 = 3\lambda_2$$

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

$$n_1 - n_2 = 118 \text{ Hz} \quad [\because \lambda_1 < \lambda_2 \text{ হওয়ায়, } n_1 > n_2]$$

$$n_1 = ?; n_2 = ?$$

এখন, $n_1 - n_2 = 118$ সমীকরণ থেকে পাই,

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

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

$$\text{বা, } \left(\frac{2-3}{3\lambda_2} \right) = \frac{118}{v}$$

$$\text{বা, } -\frac{1}{3\lambda_2} = \frac{118}{332} \quad [\because v = \text{বাতাসে শব্দের বেগ} = 332 \text{ ms}^{-1}]$$

$$\text{বা, } -3\lambda_2 = \frac{332}{118} = -\frac{332 \text{ m}}{118 \times 3} = -0.9378$$

$$\therefore \lambda_2 = 0.9378 \text{ m} \quad [\text{এখানে, ধনাত্মক চিহ্ন ধর্তব্য}]$$

$$\text{এবং } \lambda_1 = \frac{3}{2}\lambda_2 = \frac{3}{2} \times 0.9378 \text{ m} = 1.4067 \text{ m}$$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক, } n_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{0.9378 \text{ m}} = 354 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং } n_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{1.4067 \text{ m}} = 236 \text{ Hz}$$

সমস্যা ২৫। একটি সুরশলাকা যে সময়ে 200 বার কম্পন দেয় সে সময়ে এটি দ্বারা সৃষ্টি শব্দ তরঙ্গ বাতাসে 140 m দূরত্ব অতিক্রম করে। সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 500 Hz হলে বায়ুতে শব্দের বেগ কত?

সমাধান: এখানে, কম্পন সংখ্যা, $N = 200$ বার

$$\text{দূরত্ব, } S = 140 \text{ m}; \text{ সুরশলাকার কম্পাঙ্ক, } n = 500 \text{ Hz}$$

$$\text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } v = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } \lambda = \frac{S}{N} = \frac{140 \text{ m}}{200} = \frac{7}{10} \text{ m}$$

$$\text{আবার, } v = n\lambda = 500 \text{ Hz} \times \frac{7}{10} \text{ m} = 350 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, বায়ুতে শব্দের বেগ 350 ms^{-1} ।

সমস্যা ২৬। একটি সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 123 Hz, 359 Hz এবং 615 Hz। এগুলো বায়ুতে যে তরঙ্গ সৃষ্টি করে তাদের তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের অনুপাত বের কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$v = n\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{n} = \frac{332}{400} \text{ m} = 0.83 \text{ m}$$

সুতরাং অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$S = N\lambda$$

$$= 30 \times 0.83 = 24.9 \text{ m}$$

∴ শব্দ 24.9 m যাবে।

সমস্যা ২৭। P ও Q দুটি মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে 300 ms^{-1}

এবং 350 ms^{-1} । মাধ্যম দুটিতে শব্দের তরঙ্গ পার্শ্বক্য 0.1 m (10 cm) হলে সুরশলাকার 50 কম্পনে শব্দ Q মাধ্যমে কত দূর যাবে?

সমাধান: ধরি, P ও Q মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গাদৈর্ঘ্য যথাক্রমে λ_1 ও λ_2

আমরা জানি,

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\therefore \lambda_1 = \frac{v_1}{v_2} \lambda_2 = \frac{300}{350} \lambda_2$$

$$\therefore \lambda_1 = \frac{6}{7} \lambda_2$$

এখানে, $v_1 < v_2$ হওয়ায় $\lambda_1 < \lambda_2$

$$\therefore \lambda_2 - \lambda_1 = 0.1$$

$$\text{বা, } \lambda_2 - \frac{6}{7} \lambda_2 = 0.1$$

$$\text{বা, } \lambda_2 \left(1 - \frac{6}{7} \right) = 0.1$$

$$\text{বা, } \lambda_2 \left(\frac{7-6}{7} \right) = 0.1$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = 0.1 \times 7 = 0.7$$

সুতরাং অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$S = N\lambda_2$$

$$= 50 \times 0.7 \text{ m} = 35 \text{ m}$$

অতএব, Q মাধ্যমে শব্দ 35 m যাবে।

সমস্যা ২৮। A মাধ্যমে শব্দের বেগ B মাধ্যমে শব্দের বেগের 5 গুণ।

মাধ্যম দুটিতে তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের পার্শ্বক্য 4 m । B মাধ্যমে শব্দের বেগ 380 m s^{-1} হলে শব্দ উৎসের কম্পাঙ্ক কত হবে?

সমাধান: এখানে, $v_A = 5v_B$

$$\therefore \lambda_A > \lambda_B$$

আবার, $\lambda_A - \lambda_B = 4 \text{ m}$; $v_B = 380 \text{ ms}^{-1}$; $n = ?$

ধরি, উৎসের কম্পাঙ্ক = n

$$\text{আমরা জানি, } \lambda_A - \lambda_B = \frac{1}{n} (v_A - v_B) \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\therefore 4 = \frac{1}{n} (5v_B - v_B) = \frac{1}{n} . 4v_B \quad \text{বা, } 1 = \frac{v_B}{n}$$

$$\therefore n = v_B = 380 \text{ Hz}$$

অতএব, উৎসের কম্পাঙ্ক 380 Hz ।

সমস্যা ২৯। A মাধ্যমে শব্দের বেগ B মাধ্যমে শব্দের বেগের 5 গুণ

বেশি। B মাধ্যমে একটি শব্দের উৎসের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 10 cm হলে

A মাধ্যমে উৎসের 100 বার কম্পনে শব্দ কত দূর যাবে?

সমাধান: ধরি, A ও B মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে v_A ও v_B এবং

তরঙ্গাদৈর্ঘ্য λ_A ও λ_B ।

$$\therefore v_A = 5v_B$$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{v_A}{\lambda_A} = \frac{v_B}{\lambda_B} \quad \text{এখানে, B মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গাদৈর্ঘ্য, } \lambda_B = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$$

$$\text{বা, } \lambda_A = \frac{v_B}{\lambda_B} \lambda_B = \frac{5v_B}{v_B} \lambda_B = 5 \times \lambda_B = 5 \times 0.1 \text{ m} = 0.5 \text{ m}$$

নবম অধ্যায় (পঁয়) তরঙ্গ

$$\therefore \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব}, S = N\lambda_A \\ = 100 \times 0.5 \text{ m} = 50 \text{ m}$$

অতএব, শব্দ A মাধ্যমে 50 m যাবে।

সমস্যা ৩০। বায়ু ও পানিতে 300 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4.16 m, বায়ুতে শব্দের বেগ 352 ms⁻¹ হলে, পানিতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, বায়ু ও পানিতে শব্দের বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2
এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে λ_1 ও λ_2 ।

$$\begin{array}{l|l} \text{আমরা জানি,} & \text{এখানে, কম্পাঙ্ক, } n = 300 \text{ Hz} \\ \lambda_1 = \frac{v_1}{n} & \text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য, } \lambda_2 - \lambda_1 = 4.16 \text{ m} \\ \text{এবং } \lambda_2 = \frac{v_2}{n}. & \text{বায়ুতে শব্দের বেগ, } v_1 = 352 \text{ ms}^{-1} \\ & \text{পানিতে শব্দের বেগ, } v_2 = ? \end{array}$$

এখানে, $\lambda_2 > \lambda_1$ (কারণ পানিতে শব্দের দুটি বেশি)

$$\therefore \lambda_2 - \lambda_1 = \left(\frac{v_2}{n} - \frac{v_1}{n} \right) = \frac{1}{n} (v_2 - v_1)$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } v_2 &= n(\lambda_2 - \lambda_1) + v_1 \\ &= 300 \text{ Hz} \times 4.16 \text{ m} + 352 \text{ ms}^{-1} = (1248 + 352) \text{ m s}^{-1} \\ \therefore v_2 &= 1600 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, পানিতে শব্দের বেগ 1600 m s⁻¹।

সমস্যা ৩১। কোনো মাধ্যমে 480 Hz এবং 320 Hz কম্পাঙ্কের দুটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 2 m হলে মাধ্যমে শব্দের বেগ কত হবে?

সমাধান : এখানে, কম্পাঙ্ক, $n_1 = 480 \text{ Hz}$

কম্পাঙ্ক, $n_2 = 320 \text{ Hz}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য, $\lambda_2 - \lambda_1 = 2 \text{ m}$

[এখানে, $n_1 > n_2$ হওয়ায় $\lambda_1 > \lambda_2$]

শব্দের বেগ, $v = ?$

এখন, $\lambda_2 - \lambda_1 = 2 \text{ m}$

$$\text{বা, } \frac{v}{n_2} - \frac{v}{n_1} = 2 \text{ m}$$

$$\text{বা, } v \left(\frac{1}{320 \text{ Hz}} - \frac{1}{480 \text{ Hz}} \right) = 2 \text{ m}$$

$$\text{বা, } v \left(\frac{3-2}{960} \right) \text{ Hz}^{-1} = 2 \text{ m}$$

$$\text{বা, } v \left(\frac{1}{960} \right) \text{ Hz}^{-1} = 2 \text{ m}$$

$$\text{বা, } v = 2 \text{ m} \times 960 \text{ Hz} = 1920 \text{ m s}^{-1}$$

সমস্যা ৩২। একটি তারের উপর উৎপন্ন অঞ্চগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 5 \sin (200 \pi t - 1.57x)$ সর্বকটি রাখি S. I. পদ্ধতিতে প্রদত্ত তরঙ্গের বিস্তার, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, তরঙ্গ বেগ, কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কাল বের কর।

সমাধান : আমরা জানি, $y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x)$ (১)

প্রদত্ত সমীকরণ,

$$\begin{aligned} y &= 5 \sin (200 \pi t - 1.57x) = 5 \sin 1.57 \left(\frac{200 \pi}{1.57} t - x \right) \\ &= 5 \sin \frac{2\pi}{2\pi} \left(\frac{200 \pi}{1.57} t - x \right) = 5 \sin \frac{2\pi}{4} (400 t - x) \end{aligned}$$

(১) নং সমীকরণের সাথে তুলনা করে পাই,

$$A = 5 \text{ m}; \lambda = 4 \text{ m}; v = 400 \text{ m s}^{-1}$$

আমরা জানি, কম্পাঙ্ক, $n = \frac{v}{\lambda}$

$$= \frac{400 \text{ m s}^{-1}}{4 \text{ m}}$$

$$\therefore n = 100 \text{ Hz}$$

$$\begin{array}{l|l} \text{এখানে, কম্পাঙ্ক সংখ্যা, } N = 100 \\ \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda_A = 0.5 \text{ m} \\ \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } S = ? \end{array}$$

$$\text{পর্যায়কাল, } T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2\pi n} = \frac{1}{n} = \frac{1}{100 \text{ Hz}} \quad \begin{array}{l} \text{এখানে, } n = 100 \text{ Hz} \\ T = ? \end{array}$$

$\therefore T = 0.01 \text{ s}$
সুতরাং বিস্তার 5 m, তরঙ্গদৈর্ঘ্য 4 m, তরঙ্গবেগ 400 m s⁻¹, কম্পাঙ্ক 100 Hz এবং পর্যায়কাল 0.01 s।

সমস্যা ৩৩। $y = 10 \sin (240 \pi t - 0.1 \pi x)$, এখানে সরকারি রাশি S. I. এককে প্রদত্ত। তরঙ্গটির বিস্তার, কম্পাঙ্ক, পর্যায়কাল ও বেগ নির্ণয় কর।

$$\text{সমাধান : আমরা জানি, } y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) \quad \dots \dots \dots (১)$$

যেখানে, $A = \text{বিস্তার}, \lambda = \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য}$ এবং $v = \text{বেগ}$

$$\text{প্রদত্ত সমীকরণ, } y = 10 \sin (240\pi t - 0.1\pi x) = 10 \sin 0.1\pi \left(\frac{240\pi t}{0.1\pi} - x \right)$$

$$\therefore y = 10 \sin \frac{2\pi}{20} (2400t - x) \quad \dots \dots \dots (২)$$

(১) ও (২) নং সমীকরণ তুলনা করে পাই,

$$A = 10 \text{ m}; \lambda = 20 \text{ m}; v = 2400 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, কম্পাঙ্ক, } n = \frac{v}{\lambda} = \frac{2400 \text{ m s}^{-1}}{20 \text{ m}} = 120 \text{ Hz}$$

$$\text{পর্যায়কাল, } T = \frac{1}{n} = \frac{1}{120 \text{ Hz}} = 0.0083 \text{ s}$$

\therefore বিস্তার 10 m, কম্পাঙ্ক 120 Hz, পর্যায়কাল 0.0083 s এবং বেগ 2400 m s⁻¹।

সমস্যা ৩৪। একটি অঞ্চগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 1.15 \sin (2000 t + 0.01 x)$ যেখানে সকল রাশি S. I. এককে প্রকাশিত। তরঙ্গের বিস্তার, কম্পাঙ্ক, তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং তরঙ্গ বেগ নির্ণয় কর।

$$\text{সমাধান : আমরা জানি, } y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) \quad \dots \dots \dots (১)$$

$$\begin{aligned} \text{প্রদত্ত সমীকরণ, } y &= 1.15 \sin (2000 t + 0.01 x) \\ &= 1.15 \sin 0.01 (200000 t + x) \\ &= 1.15 \sin \frac{2\pi}{628} (200000 t + x) \end{aligned}$$

(১) নং সমীকরণের সাথে তুলনা করে পাই,

$$\text{বিস্তার, } A = 1.15 \text{ m}; \text{ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 628 \text{ m}$$

তরঙ্গবেগ, $v = 200000 \text{ m s}^{-1}$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক, } n = \frac{v}{\lambda} = \frac{200000 \text{ m s}^{-1}}{628 \text{ m}} = 318.47 \text{ Hz}$$

অতএব, তরঙ্গের বিস্তার 1.15 m, কম্পাঙ্ক 318.47 Hz, তরঙ্গদৈর্ঘ্য 628 m এবং তরঙ্গবেগ 200000 m s⁻¹।

সমস্যা ৩৫। $y = 10 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.02} - \frac{x}{15} \right)$, সমীকরণটি একটি অঞ্চগামী তরঙ্গ প্রকাশ করছে। এক্ষেত্রে দৈর্ঘ্যের একক মিটারে এবং সময়ের একক সেকেন্ডে দেওয়া হয়েছে। এ তরঙ্গের বিস্তার, কম্পাঙ্ক, তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও তরঙ্গবেগ নির্ণয় কর।

$$\text{সমাধান : আমরা জানি, } y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) \quad \dots \dots \dots (১)$$

$$\text{প্রদত্ত সমীকরণ, } y = 10 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.02} - \frac{x}{15} \right) = 10 \sin \frac{2\pi}{15} \left(\frac{15t}{0.02} - x \right)$$

(১) নং সমীকরণের সাথে তুলনা করে পাই,

$$\text{বিস্তার, } A = 10 \text{ m}; \text{ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 15 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গবেগ, } v = \frac{15}{0.02} \text{ m s}^{-1} = 750 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, কম্পাঙ্ক, } n = \frac{v}{\lambda} = \frac{750 \text{ m s}^{-1}}{15 \text{ m}} = 50 \text{ Hz}$$

\therefore তরঙ্গের বিস্তার 10 m, কম্পাঙ্ক 50 Hz, তরঙ্গদৈর্ঘ্য 15 m ও বেগ 750 m s⁻¹।



সমস্যা ৩৬। একটি তারের উপর উৎপন্ন অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 100 \sin \pi (20t - 0.1x)$ এখানে x এবং y মিটার এবং t সেকেন্ডে প্রদত্ত আছে। তরঙ্গটির বিভার, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গবেগ নির্ণয় কর।

$$\text{সমাধান : } \text{আমরা জানি, } y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) \quad \dots \dots \dots (1)$$

প্রদত্ত সমীকরণ,

$$y = 100 \sin \pi (20t - 0.1x)$$

$$= 100 \sin 0.1\pi \left(\frac{20t}{0.1} - x \right)$$

$$= 100 \sin \frac{2\pi}{20} (200t - x)$$

(১) নং সমীকরণের সাথে তুলনা করে পাই,

বিভার, $A = 100 \text{ m}$; তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 20 \text{ m}$

তরঙ্গবেগ, $v = 200 \text{ m s}^{-1}$

$$\text{আমরা জানি, কম্পাঙ্ক, } n = \frac{v}{\lambda} = \frac{200 \text{ m s}^{-1}}{20 \text{ m}} = 10 \text{ Hz}$$

∴ তরঙ্গটির বিভার 100 m, তরঙ্গদৈর্ঘ্য 20 m, কম্পাঙ্ক 10 Hz এবং তরঙ্গ বেগ 200 m s⁻¹।

সমস্যা ৩৭। একটি তারের উপর উৎপন্ন অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ,

$$y = 0.1 \sin \left(200\pi t - \frac{20\pi}{17} x \right), \text{ সবকয়টি রাশি এস. আই. পদ্ধতিতে প্রদত্ত।}$$

তরঙ্গটির বিভার, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, তরঙ্গবেগ, কম্পাঙ্ক ও পর্যায়কাল বের কর।

$$\text{সমাধান : } \text{আমরা জানি, } y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) \quad \dots \dots \dots (1)$$

প্রদত্ত সমীকরণ, $y = 0.1 \sin \left(200\pi t - \frac{20\pi}{17} x \right)$

$$= 0.1 \sin \frac{20\pi}{17} \left(\frac{200\pi \times 17}{20\pi} t - x \right) = 0.1 \sin \frac{2\pi}{1.7} (170t - x)$$

(১) নং সমীকরণের সাথে তুলনা করে পাই,

বিভার, $A = 0.1 \text{ m}$; তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = 1.7 \text{ m}$

তরঙ্গবেগ, $v = 170 \text{ ms}^{-1}$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক, } n = \frac{v}{\lambda} = \frac{170 \text{ ms}^{-1}}{1.7 \text{ m}} = 100 \text{ Hz}$$

$$\therefore \text{পর্যায়কাল, } T = \frac{1}{n} = \frac{1}{100 \text{ Hz}} = 0.01 \text{ s}$$

∴ তরঙ্গের বিভার 0.1 m, তরঙ্গদৈর্ঘ্য 1.7 m, কম্পাঙ্ক 100 Hz, তরঙ্গবেগ 170 ms^{-1} এবং পর্যায়কাল 0.01 s।

সমস্যা ৩৮। একটি তারের উপর উৎপন্ন একটি অনুপ্রস্থ অগ্রগামী

তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 0.8 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.3} - \frac{x}{30} \right)$ একেতে x ও y সেটিমিটারে এবং t সেকেন্ডে প্রকাশ করা হয়েছে। তরঙ্গটির বিভার, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $0.8 \text{ cm}, 30 \text{ cm}, 3.3 \text{ Hz}, 100 \text{ cm s}^{-1}$]

সমস্যা ৩৯। $y = 0.9 \sin \pi \left(\frac{x}{15} + \frac{2t}{0.3} \right)$, একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সাধারণ সমীকরণ। এখানে x এবং y সেটিমিটারে প্রকাশিত হলে, তরঙ্গটির কৌণিক কম্পাঙ্ক, পর্যায়কাল ও বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $20.93 \text{ rad s}^{-1}, 0.3 \text{ s}, 100 \text{ cm s}^{-1}$]

সমস্যা ৪০। $y = 10 \sin (140\pi t - 0.08\pi x)$, x ও y এর একক সেটিমিটার ও t এর একক সেকেন্ডে হলে ঐ তরঙ্গের হৃতি, বিভার ও কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : $1750 \text{ cm s}^{-1}, 10 \text{ cm}, 70 \text{ Hz}$]

সমস্যা ৪১। একটি স্থির তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 8 \sin \frac{\pi x}{6} \cos 64\pi t$ । এখানে x ও y সেটিমিটারে ও t সেকেন্ডে নির্দিষ্ট। যে দুটি তরঙ্গের যিলিত ক্রিয়ায় স্থির তরঙ্গটি উৎপন্ন হয়েছে তাদের বিভার, কম্পাঙ্ক ও বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : প্রদত্ত সমীকরণ $y = 8 \sin \frac{\pi x}{6} \cos 64\pi t \dots \dots \dots (i)$

আমরা জানি, $y = 2a \sin \frac{2\pi x}{\lambda} \cos \frac{2\pi}{\lambda} vt \dots \dots \dots (ii)$

সমীকরণ (i) ও (ii) তুলনা করে পাই,

$$2a = 8$$

$$\therefore a = \frac{8}{2}$$

∴ বিভার, $a = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$

$$\frac{2\pi x}{\lambda} = \frac{\pi x}{6}$$

$$\text{বা, } \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{6}$$

$$\therefore \lambda = 12 \text{ cm} = 0.12 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } \frac{2\pi vt}{\lambda} = 64\pi$$

$$\text{বা, } 2v = 64\lambda$$

$$\therefore v = \frac{64 \times 0.12}{2} \text{ m s}^{-1} = 3.84 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3.84}{0.12} \text{ Hz} = 32 \text{ Hz}$$

সমস্যা ৪২। কোন মাধ্যমে x -অক্ষের খণ্ডাত্মক দিকে পতিলীল একটি তরঙ্গের সমীকরণ লিখ যার বিভার 0.01 m , কম্পাঙ্ক 550 cycle s^{-1} এবং বেগ 330 m s^{-1} ।

সমাধান : আমরা জানি,

$$y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x)$$

$$= 0.01 \sin \frac{10\pi}{3} (330t + x)$$

$$\therefore y = 0.01 \sin \frac{10\pi}{3} (330t + x)$$

এখানে, বিভার, $A = 0.01 \text{ m}$

কম্পাঙ্ক, $f = 550 \text{ cycles}^{-1}$

বেগ, $v = 330 \text{ ms}^{-1}$

এখন, $v = f\lambda$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{330}{550} \text{ m} = 0.6 \text{ m} = \frac{3}{5} \text{ m}$$

সমস্যা ৪৩। কোনো তরঙ্গের বিভার 0.4 m হলে, $t = \frac{T}{4}$ সময় কম্পনের উৎস

হতে $x = \frac{\lambda}{8}$ দূরত্বে অবস্থিত বিন্দুর সাম্যবস্থান হতে সরণ কর হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে, তরঙ্গের বিভার $a = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$

$$\text{সময়, } t = \frac{T}{4}; \text{ কম্পনের উৎস হতে দূরত্ব, } x = \frac{\lambda}{8}$$

আমরা জানি, তরঙ্গের সমীকরণ.

$$y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x)$$

$$\therefore y = 40 \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left(v \frac{T}{4} - \frac{\lambda}{8} \right) = 40 \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left(n \lambda \frac{T}{4} - \frac{\lambda}{8} \right) [\because v = n\lambda]$$

$$= 40 \sin \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \lambda \left(n \frac{T}{4} - \frac{1}{8} \right)$$

$$= 40 \sin 2\pi \left(n \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right) \quad (\because T = \frac{1}{n} \text{ বা } n = \frac{1}{T})$$

$$= 40 \sin 2\pi \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right)$$

$$= 40 \sin 2\pi \left(\frac{2-1}{8} \right) = 40 \sin 2\pi \left(\frac{1}{8} \right) = 40 \sin \frac{\pi}{4} = 40 \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore y = 28.284 \text{ cm}$$

নির্ণেয় সরণ 28.284 cm ।

নবম অধ্যায়

সমস্যা ৪৮। একটি তরঙ্গের পর্যায়কাল $T = 0.03$ s এবং বিস্তার $A = 5 \times 10^{-3}$ m। তরঙ্গস্থিত কোনো কণার গতি সরলছবিত গতি হলে 60° দশা পার্থক্যে কণাটির সরণ ও বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, পর্যায়কাল $T = 0.03$ s

$$\text{বিস্তার } A = 5 \times 10^{-3} \text{ m}; \text{দশা পার্থক্য} = 60^\circ$$

$$\therefore \text{সরণ } x = A \sin 60^\circ = 5 \times 10^{-3} \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 4.33 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{বেগ}, v = \frac{2\pi}{T} \sqrt{A^2 - x^2}$$

$$= \frac{2 \times 3.1416}{0.03} \sqrt{(5 \times 10^{-3})^2 - (4.33 \times 10^{-3})^2} = 0.524 \text{ m s}^{-1}$$

সমস্যা ৪৫। কোনো একটি সীমাবদ্ধ মাধ্যমে সুটি স্থির তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 320 Hz। তরঙ্গের পরপর দুটি নিম্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব 50 m। মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: পরপর দুটি নিম্পন্দ বিন্দুর স্থির দূরত্ব, $\frac{\lambda}{2} = 50$ m

$$\text{বা, } \lambda = 50 \text{ m} \times 2$$

$$\therefore \lambda = 100 \text{ m}$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} v &= n\lambda \\ &= 320 \text{ Hz} \times 100 \text{ m} \\ &= 32000 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, মাধ্যমে তরঙ্গ বেগ 32000 ms⁻¹।

সমস্যা ৪৬। একটি তরঙ্গের দুটি কণা 0.175 m ব্যবধানে অবস্থিত। কণাদ্বয়ের দশা পার্থক্য 1.57 রেডিয়ান। তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক 470 Hz হলে, তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: ধরি, তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ এর তরঙ্গ বেগ v ।

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{2\pi}{\lambda} x \\ \text{বা, } \lambda &= \frac{2\pi \times x}{\delta} \\ &= \frac{2\pi \times 0.175 \text{ m}}{1.57 \text{ rad}} = 0.7 \text{ m} \end{aligned}$$

আবার, $v = n\lambda$

$$\begin{aligned} &= 470 \text{ Hz} \times 0.7 \text{ m} \\ &= 329 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, তরঙ্গের বেগ 329 ms⁻¹।

সমস্যা ৪৭। কোনো শ্রেণিকক্ষের শব্দের তীব্রতা $1 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}$ হলে শব্দের তীব্রতা ডেসিবেলে নির্ণয় কর। শব্দের তীব্রতা তিনগুণ হলে নতুন তীব্রতা লেভেল কত হবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \beta &= 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ dB} \\ &= 10 \log \frac{10^{-8}}{10^{-12}} \text{ dB} \\ &= 10 \log 10^4 \text{ dB} = 40 \text{ dB} \end{aligned}$$

শব্দের তীব্রতা তিনগুণ হলে, অর্থাৎ 3। হলে,

$$\begin{aligned} \beta &= 10 \log \frac{3 \times 10^{-8}}{10^{-12}} \text{ dB} \\ &= 10 \log (3 \times 10^4) \text{ dB} = 44.77 \text{ dB} \end{aligned}$$

নির্ণেয় শব্দের তীব্রতা লেভেলে 44.77 dB।

সমস্যা ৪৮। কোনো শব্দের তীব্রতা প্রমাণ তীব্রতার 100 গুণ হলে এই শব্দের তীব্রতার লেভেলে কত ডেসিবেল?

সমাধান: ধরি, প্রমাণ তীব্রতা = I_0

$$\therefore \text{উৎপন্ন শব্দের তীব্রতা, } I = 100 I_0$$

$$\therefore \text{তীব্রতা লেভেল, } \beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ dB} = 10 \log \frac{100 I_0}{I_0} \text{ dB} = 10 \log 100 \text{ dB} \\ = 10 \log 10^2 \text{ dB} = 20 \text{ dB}$$

সমস্যা ৪৯। একটি অডিও ক্যামেট প্লেয়ার ও একটি টেলিভিশনের শব্দের তীব্রতা লেভেল যথাক্রমে 92 dB এবং 86 dB। এদের সম্মিলিত লেভেল নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, অডিও প্লেয়ারের তীব্রতা লেভেল, $\beta_1 = 9.2 \text{ dB}$
টেলিভিশনের তীব্রতা লেভেল, $\beta_2 = 8.6 \text{ dB}$;
প্রমাণ তীব্রতা, $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$
সম্মিলিত তীব্রতা লেভেল, $\beta = ?$

$$\text{আমরা জানি, শব্দের তীব্রতা লেভেল, } \beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$\text{সূতরাং } \beta_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\text{বা, } 9.2 \text{ dB} = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\text{বা, } I_1 = (10)^{9.2} \times I_0$$

$$\text{বা, } I_1 = (10)^{9.2} \times 10^{-12} \text{ Wm}^{-2} = 10^{-2.8} \text{ Wm}^{-2}$$

$$\text{অথবা, } I_2 = (10)^{8.6} \times 10^{-12} \text{ Wm}^{-2} = 10^{-3.4} \text{ Wm}^{-2}$$

$$\therefore \text{সম্মিলিত তীব্রতা, } I = I_1 + I_2 \\ = 10^{-2.8} \text{ Wm} + 10^{-3.4} \text{ Wm}^{-2} \\ = 1.98 \times 10^{-3} \text{ Wm}^{-2}$$

$$\therefore \text{সম্মিলিত তীব্রতা লেভেল, } \beta = 10 \log \frac{1.98 \times 10^{-3} \text{ Wm}^{-2}}{10^{-12} \text{ Wm}^{-2}} \\ = 10 \times 9.3 \text{ dB} = 93 \text{ dB}$$

সমস্যা ৫০। ফাঁকা মাঠে অনুষ্ঠিত কলসার্ট ব্যবহৃত একটি লাউড স্পীকার 250 watt উৎপন্ন করে। লাউড স্পীকার হতে 20 m ও 30 m দূরে শব্দের তীব্রতা কত হবে। এ 10 m এর ব্যবধানে শব্দের ধ্বনি ডেসিবেলে কতটুকু হ্রাস পাবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$I_1 = \frac{P}{4\pi r_1^2}$$

$$= \frac{250}{4 \times 3.1416 \times (20)^2} = 4.9 \times 10^{-2} \text{ Wm}^{-2}$$

$$\text{আবার, } I_2 = \frac{P}{4\pi r_2^2} = \frac{250}{4 \times 3.1416 \times (30)^2}$$

$$= \frac{250}{4 \times 3.1416 \times 900} = 2.2 \times 10^{-2} \text{ Wm}^{-2}$$

সমস্যা ৫১। কোন শ্রেণিকক্ষের শব্দের তীব্রতা 10^{-8} Wm^{-2} । (ক) শব্দের তীব্রতা লেভেল ডেসিবেলে নির্ণয় কর। (খ) শব্দের তীব্রতা বিগুল হলে নতুন তীব্রতা লেভেল কত হবে?

সমাধান: (ক) আমরা জানি,

$$\begin{aligned} B_1 &= 10 \log \frac{1}{10} \\ &= 10 \log \frac{10^{-8}}{10^{-12}} = 10 \log 10^4 = 40 \text{ dB} \end{aligned}$$

(খ) আবার,

$$\begin{aligned} B_2 &= 10 \log \frac{I_2}{I_0} \\ &= 10 \log \frac{2 \times 10^{-8}}{10^{-12}} = 10 \log (2 \times 10^4) = 43 \text{ dB} \end{aligned}$$

অতএব, $B_1 = 40 \text{ dB}$ এবং $B_2 = 43 \text{ dB}$ ।

সমস্যা ৫২। এমন দুটি শব্দের তীব্রতার অনুপাত নির্ণয় কর, যার একটি অপরটি অপেক্ষা 6 dB বড়।

সমাধান: $B_2 - B_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$ | এখানে,
 $B_2 - B_1 = 6 \text{ dB}$

$$\text{বা, } 6 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} | \quad \therefore \frac{I_2}{I_1} = ?$$

$$\therefore \frac{I_2}{I_1} = 3.98$$

অতএব, তীব্রতার অনুপাত 3.98।

সমস্যা ৫৩। কত তীব্রতার শব্দ $1 \times 10^{-9} \text{ Wm}^{-2}$ তীব্রতার শব্দ অপেক্ষা 17 dB বড় হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। উত্তর : $5 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}$

সমস্যা ৫৪। দুটি সুরশলাকা একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট সৃষ্টি করে। যদি এদের একটি কম্পাঙ্ক 275 Hz হয়, তবে অপরাটির কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : ধরি, সুরশলাকার কম্পাঙ্ক n_1 ও n_2

$$\text{আমরা } \text{জানি}, N = n_1 \sim n_2$$

$$\text{বা}, n_2 = n_1 \pm N$$

$$\therefore n_2 = n_1 + N$$

$$\text{অথবা}, n_2 = n_1 - N$$

$$n_2 = n_1 + N \text{ হলো,}$$

$$n_2 = 275 + 5 = 280 \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } n_2 = n_1 - N \text{ হলো, } n_2 = 275 - 5 = 270 \text{ Hz}$$

$$\therefore \text{অপর সুরশলাকার কম্পাঙ্ক } 280 \text{ Hz } \text{বা, } 270 \text{ Hz}$$

সমস্যা ৫৫। A ও B দুটি সুরশলাকাকে একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। A-এর বাহুতে মোম লাগালে বীটের সংখ্যা কমে যায়। B-এর কম্পাঙ্ক 380 Hz হলে A এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, A ও B সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে λ_1 ও λ_2

যেহেতু A-এর বাহুতে মোম লাগালে বীটের সংখ্যা কমে সেহেতু A-এর কম্পাঙ্ক B-এর কম্পাঙ্কের চেয়ে বেশি।

$$\therefore n_1 - n_2 = N$$

$$\text{বা}, n_1 = n_2 + N$$

$$= 380 + 5 = 285 \text{ Hz}$$

$$\text{নির্ণয় কম্পাঙ্ক } 285 \text{ Hz} !$$

$$\text{এখানে, বীট, } N = 5$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } n_1 = 275 \text{ Hz}$$

$$n_2 = ?$$

$$\text{এখানে,}$$

$$B\text{-এর কম্পাঙ্ক, } n_2 = 380 \text{ Hz}$$

$$\text{বীটের হার, } N = 5$$

$$A\text{-এর কম্পাঙ্ক, } n_1 = ?$$

সমস্যা ৫৬। A ও B দুটি সুরেলী কাঁটা একসাথে খনিত হলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। A-কে একটু ঘষা হলে বীট সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। B-এর কম্পাঙ্ক 515 Hz হলে ঘষার পূর্বে A-এর কম্পাঙ্ক কত ছিল?

সমাধান : ধরি, A ও B সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে n_A ও n_B

যেহেতু A কে ঘষা হলে বীট সংখ্যা বৃদ্ধি পায় সেহেতু $n_A > n_B$

$$\therefore n_A = n_B + N$$

$$= 515 + 5 = 520 \text{ Hz}$$

$$\text{এখানে, } n_B = 515 \text{ Hz}$$

$$N = 5 ; n_A = ?$$

$$\text{অতএব, } A \text{ এর কম্পাঙ্ক } 520 \text{ Hz} \text{ ছিল।}$$

সমস্যা ৫৭। দুটি সুরশলাকা A ও B একত্রে কম্পিত হলে প্রতি সেকেন্ডে এটি স্বরকম্প উৎপন্ন হয়। এদের একটির কম্পাঙ্ক 256 Hz। অপরাটির বাহুতে কিছু মোম আটকিয়ে তারী করলে স্বরকম্প আর শোনা যায় না। দ্বিতীয়টির কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : যেহেতু দ্বিতীয় সুরশলাকায় ভর যুক্ত করলে বীট কমে যায়

$$\text{সেহেতু } n_2 > n_1$$

$$\therefore n_2 = n_1 + N$$

$$= 256 + 4 = 260 \text{ Hz}$$

$$\text{এখানে, বীট, } N = 4$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } n_1 = 256 \text{ Hz}$$

$$n_2 = ?$$

$$\text{নির্ণয় কম্পাঙ্ক } 260 \text{ Hz} !$$

সমস্যা ৫৮। একটি সুর 512 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুরশলাকার সাথে প্রতি সেকেন্ডে ৪টি বীট এবং 514 Hz কম্পাঙ্কের অপর একটি সুরশলাকার সাথে প্রতি সেকেন্ডে ৬টি বীট উৎপন্ন করে। সুরটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, নির্ণয় কম্পাঙ্ক = n

$$\text{আমরা } \text{জানি}, n \pm 512 = 4 \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এবং } n \pm 514 = 6 \dots \dots \dots (2)$$

$$(1) \Rightarrow n = 516 \text{ অথবা } 508$$

$$(2) \Rightarrow n = 520 \text{ অথবা, } 508$$

$$\therefore \text{নির্ণয় কম্পাঙ্ক} = 508 \text{ Hz.}$$

সমস্যা ৫৯। একটি অজানা কম্পাঙ্কের সুরশলাকাকে 512 Hz কম্পাঙ্কের সুরশলাকার সাথে একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৬টি বীটের উৎপন্ন হয়। এক টুকরো তারের সাহায্যে অজানা সুরশলাকাটির ওজন বাড়িয়ে আবার শব্দায়িতকরণে পুনরায় ৬টি বীটের উৎপন্ন হয়। অজানা সুরশলাকার কম্পাঙ্ক কত ছিল এবং এটি কীভাবে ব্যাখ্যা করবে?

সমাধান : যদে করি, জানা কম্পাঙ্ক n_1 এবং অজানা কম্পাঙ্ক n_2 ।

যেহেতু, অজানা কম্পাঙ্কের সুরশলাকায় ভর যুক্ত করলে বীট সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে সেহেতু, $n_2 > n_1$

$$\begin{aligned} \therefore n_2 &= n_1 + N \\ &= 512 + 6 \\ &= 518 \text{ Hz} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{এখানে, বীট, } N &= 6 \\ n_1 &= 512 \text{ Hz} \\ n_2 &=? \end{aligned}$$

অতএব, অজানা সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 518 Hz ছিল।

সমস্যা ৬০। A ও B দুটি সুরেলীকাঁটা একত্রে খনিত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। A-কে একটু ঘষে পুনরায় খনিত করলে একই সংখ্যক বীট উৎপন্ন হয়। B-এর কম্পাঙ্ক 510 Hz। ঘষার পূর্বে ও পরে A এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর এবং ঘটনাটি ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : ধরি, A ও B দুটি সুরেলী কাঁটার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে n_A ও n_B যেহেতু A এর ওজন কমালে বীট সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে সেহেতু

$$n_A < n_B$$

ঘষার পূর্বে,

$$\begin{aligned} \therefore n_A &= n_B - N \\ &= 510 - 5 = 505 \text{ Hz} \end{aligned}$$

$$\text{ঘষার পরে, } n_A = n_B + N = 510 + 5 = 515 \text{ Hz}$$

\therefore ঘষার পূর্বে ও পরে A এর কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 505 Hz ও 515 Hz।

সমস্যা ৬১। দুটি সুরশলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 290 Hz ও 285 Hz। তারা কত সময় পর পর বীট উৎপন্ন করবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$N = f_1 - f_2$$

$$\text{বা, } N = 290 - 285$$

$$\text{বা, } N = 5 \text{ Hz}$$

$$\text{বা, } \frac{\text{বীট সংখ্যা}}{\text{সময়}} = 5 \text{ Hz}$$

$$\text{বা, } \text{সময়} = \frac{\text{বীট সংখ্যা}}{5} = \frac{1}{5} = 0.2 \text{ s}$$

অতএব, তারা 0.2 s পরপর বীট উৎপন্ন করবে।

সমস্যা ৬২। দুটি সুরেলী কাঁটা একত্রে শব্দায়িত করলে 0.2 s অন্তর অন্তর একবার প্রবল ও একবার দুর্বল শব্দ শোনা যায়। একটি সুরেলী কাঁটার কম্পাঙ্ক 256 Hz হলে অপরাটির কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$N = n_1 - n_2$$

$$\text{বা, } n_2 = n_1 - N$$

$$= 256 - 5 = 251 \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } N = n_2 - n_1$$

$$\therefore n_2 = n_1 + N = 256 + 5 = 261 \text{ Hz}$$

অতএব, অপরাটির কম্পাঙ্ক 261 Hz অথবা 261 Hz।

সমস্যা ৬৩। A ও B দুটি সুরশলাকাকে একসাথে শব্দায়িত করলে 3 সেকেন্ডে ১৫টি বীট শোনা যায়। A এর বাহুতে ভর লাগালে বীট বাড়ে সেহেতু $n_A < n_B$

$$\begin{aligned} \therefore n_B &= n_A + N \\ &= 300 + 5 \\ &= 305 \text{ Hz} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \text{এখানে, বীট, } N &= \frac{15}{3} = 5 \\ n_A &= 300 \text{ Hz} \\ n_B &=? \end{aligned}$$

নির্ণয় কম্পাঙ্ক 305 Hz।

নবম অধ্যায় (৪) তরঙ্গ

সমস্যা ৬৪। দুটি সুরশলাকা A ও B একত্রে শক্তিপ্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। কিন্তু A এর বাহুর ভর কিন্তু কমলে বীট সংখ্যা বেড়ে যায়। B-এর কম্পাঙ্ক 256 Hz হলে A এর কম্পাঙ্ক বের কর।

সমাধান : ধরি, A ও B এর কম্পাঙ্ক যথাক্রমে n_A ও n_B যেহেতু A-এর বাহুতে ভর কমালে বীট বাড়ে সেহেতু $n_A < n_B$

$$\begin{aligned} \therefore n_B &= n_A + N \\ &= 256 + 5 \\ &= 261 \text{ Hz} \end{aligned}$$

এখানে, বীট, $N = \frac{15}{3} = 5$
 $n_A = 256 \text{ Hz}$
 $n_B = ?$

নির্ণেয় কম্পাঙ্ক 261 Hz।

সমস্যা ৬৫। দুটি সুরশলাকা A ও B একত্রে শক্তিপ্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। কিন্তু A-তে খানিকটা ওজন লাগালে বীটের সংখ্যা কমে যায়। B-এর কম্পাঙ্ক 256 Hz হলে A এর কম্পাঙ্ক বের কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 261 Hz]

সমস্যা ৬৬। দুটি সুরশলাকা A এবং B একত্রে বাজালে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি ঘরকম্প উৎপন্ন হয়। A-এর কম্পাঙ্ক 512 Hz, B-কে একটু ঘোর হলে এরা পুনরায় প্রতি সেকেন্ডে ৫টি ঘরকম্প উৎপন্ন করে। ঘোর পূর্বে ও পরে B-এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 507 Hz, 517 Hz]

সমস্যা ৬৭। দুটি শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 1m ও 1.01 m তরঙ্গ দুটি একটি গ্যাসে 3 সেকেন্ডে 10টি বীট উৎপন্ন করে। শব্দের বেগ বের কর।

সমাধান : ধরি, শব্দের বেগ v

$$\text{এখানে, } \text{বীটের হার, } N = \frac{10}{3} = 3.33$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} n_1 &= \frac{v}{\lambda_1} \text{ এবং } n_2 = \frac{v}{\lambda_2} \\ \text{বা, } n_1 - n_2 &= v \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) \end{aligned}$$

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

$$\text{বা, } v = \frac{N \lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{3.33 \times 1 \times 1.01}{1.01 - 1} \text{ ms}^{-1} = 336.33 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, শব্দের বেগ 336.33 ms^{-1}

সমস্যা ৬৮। 50 cm দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি টানা তার কোনো একটি সুরশলাকার সাথে ঐকতানে রয়েছে। টান চারগুণ করলে ঐকতানে আনতে কত দৈর্ঘ্যের প্রয়োজন হবে?

সমাধান : এখানে, তারের প্রাথমিক দৈর্ঘ্য, $I_1 = 50 \text{ cm}$

মনে করি, টানা বল = T_1 ; শেষ টানা বল, $= T_2 = 4T_1$
 শেষ দৈর্ঘ্য, $I_2 = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \frac{n_1}{n_2} = \frac{I_1}{I_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\text{বা, } \frac{I_1}{I_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\text{বা, } I_2 = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \times I_1 = \sqrt{\frac{4T_1}{T_1}} \times 50 = 2 \times 50 = 100 \text{ cm}$$

সমস্যা ৬৯। 0.5 m লম্বা একটি তারকে 50 N বল ধারা টানা হলো। যদি তারের ভর 0.005 kg হয়, তবে মৌলিক কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : ধরি, তারের মৌলিক কম্পাঙ্ক n

তারের একক দৈর্ঘ্যের ভর,

$$m = \frac{0.005}{0.5} \text{ kgm}^{-1} = 0.01 \text{ kgm}^{-1}$$

এখানে, ভর = 0.005 kg

দৈর্ঘ্য = 0.5 m

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} n &= \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} \\ &= \frac{1}{2 \times 0.5} \times \sqrt{\frac{50}{0.01}} \\ \therefore n &= 70.71 \text{ Hz} \\ \therefore \text{কম্পাঙ্ক} &= 70.71 \text{ Hz} \end{aligned}$$

এখানে,
 তারের দৈর্ঘ্য, $l = 0.5 \text{ m}$
 টান, $T = 50 \text{ N}$
 ভর, $m = 0.01 \text{ kgm}^{-1}$
 কম্পাঙ্ক, $n = ?$

সমস্যা ৭০। নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের একটি টানা তার নির্দিষ্ট বল ধারা টানা আছে। যদি টানা বল 4 g পুর এবং একই সাথে তারের দৈর্ঘ্য বিগৃহ করা হয় তবে কম্পাঙ্কের কীবৃপ্ম পরিবর্তন হবে?

সমাধান : ধরি, কম্পাঙ্কবয় n_1 ও n_2 হলে,

$$\text{আমরা জানি, } n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\text{এক্ষেত্রে, } n_1 = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{m}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এবং } n_2 = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{m}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$\begin{aligned} \therefore \frac{n_1}{n_2} &= \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{m}} / \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{m}} = \frac{l_2}{l_1} \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \\ &= \frac{2l_1}{l_1} \sqrt{\frac{T_1}{4T_1}} \quad \left[\text{কারণ দৈর্ঘ্য } l_2 = 2l_1 \right] \\ &= 2 \cdot \sqrt{\frac{1}{4}} = 1 \end{aligned}$$

$$\text{বা, } \frac{n_1}{n_2} = 1; \therefore n_1 = n_2$$

অর্থাৎ, শেষ কম্পাঙ্কের প্রাথমিক কম্পাঙ্কের সমান হবে।

সমস্যা ৭১। 5 kg ভর বুলিয়ে টানা 25 cm দৈর্ঘ্যের একটি তারের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। তারটির একক দৈর্ঘ্যের ভর 4.9 g ও $g = 9.8 \text{ Nkg}^{-1}$

সমাধান : টান, $T = 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} = 49 \text{ N}$

দৈর্ঘ্য, $l = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$

একক দৈর্ঘ্যের ভর, $\mu = 4.9 \text{ g} = 0.0049 \text{ kg}$

কম্পাঙ্ক, $f = ?$

$$\text{আমরা জানি, } f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2 \times 0.25} \sqrt{\frac{49}{0.0049}} = 200 \text{ Hz}$$

সমস্যা ৭২। টানা দেওয়া একটি তারের সুরের সাথে একটি টিউনিং ফর্কের একমিল দেখা যায়। তারটির টান চার গুণ বৃদ্ধি করলে তারটির কত দৈর্ঘ্যে পুনরায় টিউনিং ফর্কের সাথে একমিল হবে?

সমাধান : আমরা জানি, এখানে, তারের আদি দৈর্ঘ্য = I_1

এবং শেষ দৈর্ঘ্য = I_2

তারের আদি টান = T_1

এবং তারের শেষ টান, $T_2 = 4 \times T_1$

তারটির কম্পাঙ্কের যথাক্রমে f_1 এবং f_2

$$\text{হলে, } f_1 = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}} \text{ এবং } f_2 = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}}$$

প্রশান্নসূরে, $f_1 = f_2$

$$\frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}} = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}}$$

$$\text{বা, } I_2 = I_1 \times \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = I_1 \times \sqrt{\frac{4 \times T_1}{T_1}}$$

$$\therefore I_2 = 2 \times I_1$$

অতএব, তারটির দৈর্ঘ্য বিগৃহ হলে পুনরায় টিউনিং ফর্কের সাথে একমিল হবে।

সমস্যা ৭৩। 40 cm (0.40 m) দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি টানা তার কোন একটি সুরশলাকার সাথে ঐকতানে আছে। টান বিগৃহ করলে ঐকতানে আনতে কত দৈর্ঘ্যের প্রয়োজন হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 56.57 cm]



সমস্যা ৭৮। 0.50 m দৈর্ঘ্যের একটি তার 2 kg ভরের ওজনের সমান বল দ্বারা টানলে তারটি সুরক্ষাকার সাথে সমসূরে থাকে। যদি টান বাড়িয়ে 4 kg ভরের ওজনের সমান হয় তবে তারটির দৈর্ঘ্য কত পরিবর্তন করলে তা পুনরায় শলাকাটির সাথে সমসূরে থাকবে নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 0.707 m]

সমস্যা ৭৫। একটি নিম্নিটি দৈর্ঘ্যের তার 15 N বল দ্বারা টানলে কম্পাঙ্ক 160 Hz হয়। এই তারটির দৈর্ঘ্য একই রেখে কত বল দ্বারা টানলে এর কম্পাঙ্ক 400 Hz হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{অর্থাৎ } \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\text{বা, } \frac{160}{400} = \sqrt{\frac{15}{T_2}}$$

$$\text{বা, } \left(\frac{160}{400}\right)^2 = \frac{15}{T_2}$$

$$\therefore T_2 = 93.75\text{ N}$$

অতএব, বল 93.75 N ।

সমস্যা ৭৬। একটি টানা দেওয়া তারে আড় কম্পনে যে সুর উৎপন্ন হয় তার কম্পাঙ্ক 250 Hz ; যখন তারটির দৈর্ঘ্য 30 cm কমানো হয়, তখন কম্পাঙ্ক 400 Hz হয়। তারটির আদি দৈর্ঘ্য কত?

সমাধান : এখানে, $f_1 = 250\text{ Hz}$

$$f_2 = 400\text{ Hz}$$

ধরি, আদি দৈর্ঘ্য l_1 এবং একক দৈর্ঘ্যের ভর μ

$$\therefore \text{পরবর্তীতে দৈর্ঘ্য, } l_2 = l_1 - 30$$

$$\therefore f_1 = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$f_2 = \frac{1}{2(l_1 - 0.3)} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \times \frac{2(l_1 - 0.3)}{\sqrt{\frac{T}{\mu}}}$$

$$\text{বা, } \frac{250}{400} = \frac{l_1 - 0.3}{l_1}$$

$$\text{বা, } 400l_1 - 120 = 250l_1$$

$$\text{বা, } 150l_1 = 120$$

$$\text{বা, } l_1 = 0.8\text{ m} = 80\text{ cm}$$

অতএব, তারটির আদি দৈর্ঘ্য 80 cm ।

সমস্যা ৭৭। 0.50 cm দৈর্ঘ্যের একটি সন্মোচিটির তারকে 40 kg ভরে টানা হলো। তারটির প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ভর $1.0 \times 10^{-3}\text{ kg m}^{-1}$ হলো এবং তারটির মধ্যবিন্দুতে তারটিকে টেনে ছেড়ে দেওয়া হলো। সৃষ্টি মূল সুরের কম্পাঙ্ক এবং উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $l = 0.5\text{ m}$

$$\text{টান, } T = 40\text{ kg} \times 9.8\text{ m s}^{-2} = 392\text{ N}$$

$$\text{প্রতি একক দৈর্ঘ্যের ভর, } \mu = 1.0 \times 10^{-3}\text{ kg m}^{-1}$$

$$\text{মূল সুরের কম্পাঙ্ক, } f = ?$$

$$\text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2 \times 0.5\text{ m}} \sqrt{\frac{392\text{ N}}{1.0 \times 10^{-3}\text{ kg m}^{-1}}} = 626.09\text{ Hz}$$

$$\text{আবার, বেগ, } v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{392\text{ N}}{1.0 \times 10^{-3}\text{ kg m}^{-1}}} = 626.09\text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \lambda = \frac{v}{f} = \frac{626.09\text{ m s}^{-1}}{626.09\text{ Hz}} = 1\text{ m}$$

সমস্যা ৭৮। 0.5 m লম্বা একটি তারকে 50 N বল দ্বারা টান করে রাখা হলো। তারের ভর 0.005 kg হলে তারটি থেকে উৎপন্ন মূল সুরের কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : দেওয়া আছে, তারের দৈর্ঘ্য, $l = 0.5\text{ m}$
তারের টান, $T = 50\text{ N}$

$$\text{তারের একক দৈর্ঘ্যের ভর, } m = \frac{0.005\text{ kg m}^{-1}}{0.5} = 0.01\text{ kg m}^{-1}$$

বের করতে হবে, কম্পাঙ্ক, $n = ?$

$$\text{আমরা জানি, } n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} = \frac{1}{2 \times 0.5\text{ m}} \sqrt{\frac{50\text{ N}}{0.01\text{ kg m}^{-1}}} = 70.71\text{ Hz}$$

সমস্যা ৭৯। 100 cm লম্বা একটি তারকে 100 N বল দ্বারা টান করে রাখা হলো। তারের ভর 5 g হলে মৌলিক কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 70.7 Hz]

সমস্যা ৮০। একটি তারের দৈর্ঘ্য 0.25 m এবং ভর 4.5 g । এটিকে 6 kg ওজন দ্বারা টানা আছে। তারটি থেকে উৎপন্ন সুরের কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 114.31 Hz]

সমস্যা ৮১। 50 cm দৈর্ঘ্যের একটি তারকে 10 kg ওজনে টানলে 256 Hz কম্পাঙ্কের শব্দ উৎপন্ন হয়। কম্পাঙ্ক 384 Hz এ বৃদ্ধি করতে তারের দৈর্ঘ্য কত পরিবর্তন করতে হবে?

সমাধান : এখানে, তারের প্রাথমিক দৈর্ঘ্য, $l_1 = 50\text{ cm}$

$$\text{প্রাথমিক কম্পাঙ্ক, } f_1 = 256\text{ Hz}$$

$$\text{চূড়ান্ত কম্পাঙ্ক, } f_2 = 384\text{ Hz}$$

ধরি, তারের চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য = l_2

$$\text{আমরা জানি, } f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{সূতরাং, } \frac{f_1}{f_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

$$\text{বা, } l_2 = \frac{f_1}{f_2} \times l_1 = \frac{256}{384} \times 50\text{ cmr} = \frac{256}{384} \times 50\text{ cm} = 33.33\text{ cm}$$

$$\text{অতএব, দৈর্ঘ্য পরিবর্তন করতে হবে} = l_1 - l_2$$

$$= 50\text{ cm} - 33.33\text{ cm}$$

$$= 16.67\text{ cm}$$

সমস্যা ৮২। আড় কম্পনে কম্পনরত একটি টানা তারের কম্পাঙ্ক 200 Hz । তারটির টান $16 : 25$ অনুপাতে এবং দৈর্ঘ্য $2 : 5$ অনুপাতে বাঢ়ালে তারের কম্পাঙ্ক কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\text{এখানে, প্রথম তারের কম্পাঙ্ক, } f_1 = 200\text{ Hz}$$

$$\text{টানের অনুপাত, } \frac{T_1}{T_2} = \frac{16}{25}$$

$$\text{দৈর্ঘ্যের অনুপাত, } \frac{l_1}{l_2} = \frac{2}{5}$$

$$\text{অপর তারের কম্পাঙ্ক, } f_2 = ?$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \frac{l_1}{l_2} \times \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\text{বা, } \frac{f_2}{200} = \frac{2}{5} \times \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{2 \times 4}{5 \times 5}$$

$$\text{বা, } f_2 = \frac{10}{20} \times 200 = 100\text{ Hz}$$

অতএব, অপর তারের কম্পাঙ্ক, 100 Hz ।

নবম অধ্যায় (৫)) তরঙ্গ

সমস্যা ৮৩। দুটি সূরশলাকা একত্রে শক্তিয়িত করলে ৩ সেকেন্ডে ১২টি বীটের সৃষ্টি হয়। একটি সূরশলাকা নিনিট টান টান সনেমিটারের তারের ৫০ cm দৈর্ঘ্যের সাথে ঐক্যানিক হয়। টান অপরিবর্তিত রেখে তারটির দৈর্ঘ্য ২ cm করলে ২য় শলাকার সাথে ঐক্যানিক হয়। সূরশলাকার কম্পাঙ্কক কত?

সমাধান : প্রথম ক্ষেত্রে,

$$f_1 = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$2য় ক্ষেত্রে, f_2 = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(১) নং ÷ (২) নং

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

$$\text{বা, } f_1 = \frac{l_2}{l_1} \times f_2 = \frac{48 \times 10^{-2}}{50 \times 10^{-2}} \times f_2 = 0.96 \times f_2$$

তাহলে, বীট বিচেচনা করে লিখা যায়—

$$f_2 - f_1 = N$$

$$\text{বা, } f_2 - 0.96 f_2 = 4 \quad \text{বা, } 0.04 f_2 = 4$$

$$\therefore f_2 = 100 \text{ Hz}$$

$$\therefore f_1 = 0.96 \times 100 = 96 \text{ Hz}$$

অতএব, কম্পাঙ্কহ্যয় যথাক্রমে 96 Hz এবং 100 Hz।

সমস্যা ৮৪। দুটি সূরশলাকা একটি গ্যাসে ০.৭০ cm এবং ০.৭১ cm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের তরঙ্গ উৎপন্ন করে। যদি প্রতি সেকেন্ডে ৭ টি বীট উৎপন্ন হয় তবে উক্ত গ্যাসে শব্দের বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 348 m s^{-1}]

সমস্যা ৮৫। দুটি শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য ১ m ও ১.০১ m। তরঙ্গ দুটি একটি গ্যাসে ৬ সেকেন্ডে ২০টি বীট উৎপন্ন করে। শব্দের বেগ বের কর।

সমাধান : দেওয়া আছে, তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_1 = 1 \text{ m}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_2 = 1.01 \text{ m}$

$$\text{বিটের হার, } N = \frac{20}{6} = 3.33 \text{ Hz}$$

শব্দের বেগ, $v = ?$

এক্ষেত্রে, $\lambda_2 > \lambda_1$ এবং $n \propto \frac{1}{\lambda}$

সুতরাং, $n_1 > n_2$

∴ আমরা পাই, $n_1 - n_2 = N$

$$\text{বা, } \frac{v}{\lambda_1} - \frac{v}{\lambda_2} = 3.33$$

$$\text{বা, } v \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = 3.33$$

$$\text{বা, } v \left(1 - \frac{1}{1.01} \right) = 3.33$$

$$\text{বা, } 0.0099 v = 3.33$$

$$\text{বা, } v = \frac{3.33}{0.0099} = 336.36 \text{ m s}^{-1}$$

সমস্যা ৮৬। $19.6 \times 10^{-4} \text{ kg}$ ভরের ২ m দৈর্ঘ্যের একটি তারকে ৩৯.২ N বল দ্বারা টানা আছে। তারের আড় কম্পনের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{T}{\frac{m}{l}}} \quad \left[\because \mu = \frac{m}{l} \right]$$

$$= \sqrt{\frac{39.2 \times 2}{19.6 \times 10^{-4}}} = 200 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, 200 m s^{-1} ।

এখানে,

$$l_1 = 500 \text{ cm} = 50 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$l_2 = 50 \text{ cm} - 2 \text{ cm}$$

$$= 48 \text{ cm} = 48 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$N = \frac{12}{3} = 4 \text{ s}^{-1}$$

সমস্যা ৮৭। ১৪০ cm দৈর্ঘ্যের এবং ৫২ g ভরসম্পন্ন তারকে ১৬ kg ভার দিয়ে টান করে রাখা আছে। উক্ত তারে অনুপ্রস্থ কম্পন সৃষ্টি করলে মূল শুরের কম্পাঙ্কক কত হবে? ($g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$)

সমাধান : আমরা জানি,

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$= \frac{1}{2 \times 1.4} \sqrt{\frac{16 \times 9.8 \times 1.4}{52 \times 10^{-3}}} \\ = 23.2 \text{ Hz}$$

সমস্যা ৮৮। ১০০ cm দৈর্ঘ্যের একটি তার ১০ kg-wt টানে কম্পিত হয়ে ৭টি নিশ্চল বিন্দু তৈরি করে এবং ৫০ Hz কম্পাঙ্ককের সূরশলাকার সাথে ঐক্যানিক হয়। তারের প্রস্থচ্ছেদ 4.89 mm^2 এবং ঘনত্ব 0.25 gm/cc হলে তরঙ্গের বেগ কত?

সমাধান : এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $l = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

$$\text{টান, } T = 10 \text{ kg-wt} = 10 \times 9.8 = 98 \text{ N}$$

কম্পাঙ্ক, $f = 50 \text{ Hz}$

$$\text{ঘনত্ব, } \rho = 0.25 \text{ gm/cc} = \frac{0.25 \times 10^{-3}}{10^{-6}} = 0.25 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, } A = 4.89 \text{ mm}^2 = 4.89 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

তারের একক দৈর্ঘ্যের ভর,

$$\mu = \frac{m}{l} = \frac{\rho V}{l} = \rho A = 0.25 \times 10^3 \times 4.89 \times 10^{-6}$$

আমরা জানি,

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{98}{0.25 \times 10^3 \times 4.89 \times 10^{-6}}} = 283.13 \text{ ms}^{-1}$$

সমস্যা ৮৯। দুটি সদৃশ তার ঐক্যানানে আছে। 0.36 m দৈর্ঘ্যের একটি তার 100 kg-wt দ্বারা টানা দেওয়া আছে। অপর একটি তার 220 kg-wt ওজন দ্বারা টানা দেওয়া থাকলে, দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য বের কর।

সমাধান : সদৃশ তার হওয়ায় তারবয়ের একক দৈর্ঘ্যের ভর, m সমান হবে।

$$\text{প্রথম তারের জন্য, } n = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{m}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{দ্বিতীয় তারের জন্য, } n = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{m}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(১) ও (২) নং সমীকরণ তুলনা করে পাই,

$$\frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{m}} = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{m}}$$

$$\text{বা, } \frac{l_2}{l_1} = \sqrt{\frac{T_2}{m} \times \frac{m}{T_1}}$$

$$\text{বা, } l_2 = l_1 \times \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\text{বা, } l_2 = 0.36 \text{ m} \times \sqrt{\frac{2156}{980 \text{ N}}}$$

$$\therefore l_2 = 0.534 \text{ m}$$

$$\therefore \text{দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য } 0.534 \text{ m।}$$

প্রথম তারের জন্য, $N = (100 \times 9.8)N = 980 \text{ N}$

$$\text{দ্বিতীয় তারের টান, } T_2 = 220 \text{ kg-wt} = (220 \times 9.8)N = 2156 \text{ N}$$

দ্বিতীয় তারের দৈর্ঘ্য, $l_2 = ?$

সমস্যা ৯০। কোনো গ্যাসে 0.50 m ও 0.505 m তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট দুটি তরঙ্গ প্রতি সেকেন্ডে ৬ টি বীট উৎপন্ন করলে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, শব্দের বেগ v

আমরা জানি,

$$n_1 = \frac{v}{\lambda_1} \quad \text{এবং} \quad n_2 = \frac{v}{\lambda_2}$$

$$\text{বা, } n_1 - n_2 = v \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right)$$

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

$$\text{বা, } v = \frac{N \lambda_1 \lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} = \frac{6 \times 0.50 \times 0.505}{0.505 - 0.50} \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore v = 303 \text{ m s}^{-1} \quad \therefore \text{শব্দের বেগ } 303 \text{ m s}^{-1}$$

সমস্যা ১১। দুটি সুর শলাকা একই সাথে ক্ষমতি হলে প্রতি সেকেতে ৩টি বীট দেয়। একটি সুর শলাকা নিমিটি স্থানে টানা দেওয়ায় 1.30 m দৈর্ঘ্যের সাথে এবং অপরটি উক্ত তারের 1.28 m দৈর্ঘ্যের সাথে ছেঁজ্যতানে থাকে। সুর শলাকা দুটির কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান: এখানে, ১ম তারের দৈর্ঘ্য, $f_1 = 128 \text{ cm} = 1.28 \text{ m}$

২য় তারের দৈর্ঘ্য, $f_2 = 130 \text{ cm} = 1.30 \text{ m}$

বীট, $N = 5 \text{ Hz}$

কম্পাঙ্ক, $n_1 = ?, n_2 = ?$

$$\text{আমরা জানি, } n_1 = \frac{1}{2f_1} \sqrt{\frac{T}{m}} \text{ এবং } n_2 = \frac{1}{2f_2} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\therefore \frac{n_1}{n_2} = \frac{f_2}{f_1} = \frac{1.3}{1.28} > 1$$

$$\therefore n_1 > n_2$$

$$\text{আবার, } N = n_1 - n_2$$

$$\text{বা, } \frac{1.3}{1.28} n_2 - n_2 = 5$$

$$\therefore n_2 = \frac{5 \times 1.28}{0.02} \text{ Hz} = 320 \text{ Hz}$$

$$\therefore n_1 = n_2 + 5 = (5 + 320) \text{ Hz} = 325 \text{ Hz}$$

অতএব, সুরেলী কাঁটাহয়ের কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 325 Hz ও 320 Hz।

সমস্যা ১২। দুটি একই রকম টানা তার সম কম্পাঙ্কে আড় কম্পাঙ্কে কম্পিত হচ্ছে। একটি তারের টান 2% বৃদ্ধি করে কম্পিত করলে প্রতি সেকেতে ৩টি বীট উৎপন্ন হয়। তার দুটির প্রারম্ভিক কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান: মনে করি, তার দুটির প্রারম্ভিক কম্পাঙ্ক = n_1

টান বৃদ্ধি করার পর সংশ্লিষ্ট তারে কম্পাঙ্ক = n_2

শর্তমতে, $n_2 - n_1 = 3$

$$\text{বা, } n_2 = n_1 + 3 \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{অতএব, } n_1 = \frac{1}{2f} \sqrt{\frac{T_1}{m}} \dots \dots \dots (2)$$

$$n_2 = \frac{1}{2f} \sqrt{\frac{T_2}{m}} \dots \dots \dots (3)$$

(3) ÷ (2) করে পাই,

$$\frac{n_2}{n_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \dots \dots \dots (4)$$

$$\text{প্রশ্নমতে, } T_2 = T_1 + \frac{2T_1}{100} = T_1 + \frac{T_1}{50} = \frac{51T_1}{50}$$

$$\therefore \frac{T_2}{T_1} = \frac{51}{50}$$

$$\therefore \frac{n_2}{n_1} = \sqrt{\frac{51}{50}} \quad [(4)-\text{এ } T_2 \text{ এর মান বসিয়ে]$$

$$\text{বা, } \frac{3+n_1}{n_1} = \sqrt{\frac{51}{50}} \quad [(1)-\text{এ } n_2 \text{ এর মান বসিয়ে]$$

$$\text{বা, } 3+n_1 = n_1 \sqrt{\frac{51}{50}}$$

$$\text{বা, } n_1 \sqrt{\frac{51}{50}} - n_1 = 3$$

$$\text{বা, } n_1 \left(\sqrt{\frac{51}{50}} - 1 \right) = 3$$

$$\text{বা, } n_1 = \frac{3}{9.95 \times 10^{-3}} = 301.5 \text{ Hz}$$

অতএব, তারহয়ের প্রারম্ভিক কম্পাঙ্ক 301.5 Hz।

সমস্যা ১৩। 50 cm এবং 51 cm দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট এক মুখ বন্ধ নলে প্রতি সেকেতে ৩টি বীট উৎপন্ন করে। বায়ুতে শব্দের বেগ কত?

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 306 m s^{-1}]

সমস্যা ১৪। দুটি একমুখ বন্ধ অর্গান নল একজো বাজালে প্রতি সেকেতে ৩টি বৰকম্পের সৃষ্টি হয়। এদের দৈর্ঘ্যের অনুপাত $50 : 51$ হলে, এদের কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

$$\text{বা, } \frac{f_2}{f_1} = \frac{51}{50} \dots \dots \dots (1)$$

$$\therefore f_1 > f_2$$

আবার, আমরা জানি, $N = f_1 - f_2$

$$\text{বা, } 5 = f_1 - \frac{50}{51} f_1 = \frac{51 f_1 - 50 f_1}{51} = \frac{f_1}{51}$$

$$\therefore f_1 = 255 \text{ Hz}$$

$$(i) \text{ নং হতে পাই, } f_2 = \frac{50}{51} \times 255 \\ = 250 \text{ Hz}$$

সমস্যা ১৫। একটি একমুখ বন্ধ নলের বায়ুত্তড়ের মৌলিক সুরের কম্পাঙ্ক 256 Hz হলে, নলের দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। (বায়ুতে শব্দের বেগ 332.8 m s^{-1})

সমাধান: আমরা জানি,

$$v = 4fL$$

$$\therefore L = \frac{v}{4f} = \frac{332.8}{4 \times 256} \\ = 0.325 \text{ m}$$

অতএব, নলের দৈর্ঘ্য 0.325 m।

সমস্যা ১৬। একটি দুই মুখ খোলা নলের দৈর্ঘ্য একটি একমুখ বন্ধ নলের দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ। যদি খোলা নলের মূল কম্পাঙ্ক 100 Hz হয় তবে বন্ধ নলের দৈর্ঘ্য কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান:

দুই মুখ খোলা নলের ক্ষেত্রে—

$$\text{আমরা জানি, } f_1 = \frac{v}{2 \times 2L}$$

$$\text{বা, } 100 = \frac{v}{4L}$$

$$\therefore \frac{v}{L} = 400 \dots \dots \dots (i)$$

একমুখ বন্ধ নলের ক্ষেত্রে—

$$f_2 = \frac{3v}{4L}$$

$$= \frac{3}{4} \times 400 \quad [(i) \text{ থেকে মান বসিয়ে}]$$

$$= 300 \text{ Hz}$$

সমস্যা ১৭। একটি দুই মুখ খোলা নলের এক মুখ হঠাতে করে বন্ধ করে দেওয়া হলো। দেখা গেল বন্ধ নলটির তৃতীয় সমমেলের কম্পাঙ্ক খোলা নলের মূল কম্পাঙ্ক অপেক্ষা 100 Hz বেশি। খোলা নলের মূল কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান: এখানে,

$$f_2 = f_1 + 100$$

$$\text{বা, } \frac{3v}{4L} = \frac{v}{2L} + 100$$

$$\text{বা, } \frac{v}{4L} = 100$$

$$\therefore \frac{v}{L} = 400 \dots \dots \dots (i)$$

$$\text{আমরা জানি, } f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{1}{2} \times 400 \text{ Hz} [1 \text{ নং থেকে}] \\ = 200 \text{ Hz}$$

এখানে, বীটের হার, $N = 5$

$$\text{প্রথম নলের দৈর্ঘ্য} = l_1$$

$$2য় নলের দৈর্ঘ্য} = l_2$$

$$\therefore l_1 : l_2 = 50 : 51$$

$$\text{বা, } \frac{l_1}{l_2} = \frac{50}{51}$$

এখানে,

$$\text{শব্দের বেগ, } v = 332.8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } f = 256 \text{ Hz}$$

$$\text{বায়ুত্তড়ের দৈর্ঘ্য, } L = ?$$

$$\text{ওয়া সমমেলের কম্পাঙ্ক, } f_2 = ?$$

এখানে, শব্দের বেগ = v

দুই মুখ খোলা নলের ক্ষেত্রে—

$$\text{মূল কম্পাঙ্ক, } f_1 = 100 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং নলের দৈর্ঘ্য} = 2L$$

একমুখ খোলা নলের ক্ষেত্রে—

$$\text{নলের দৈর্ঘ্য} = L$$

$$\text{ওয়া সমমেলের কম্পাঙ্ক, } f_2 = ?$$

নথম অধ্যায় (।।।) তরঙ্গ

সমস্যা । ১৮। একটি দুই মুখ খোলা নলের মূল সুরের কম্পাঙ্ক 300 Hz। এ নলের প্রথম উপসুরের কম্পাঙ্ক একটি একমুখ বন্ধ নলের প্রথম উপসুরের কম্পাঙ্কের সমান। নল দুটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। (বায়ুতে শব্দের বেগ 247.5 m s⁻¹)

সমাধান : আমরা জানি,

খোলা নলের ক্ষেত্রে,

$$v = 4f$$

$$\text{বা, } l = \frac{v}{4f} = \frac{247.5}{4 \times 300} = 0.4125 \text{ m}$$

অতএব, খোলা নলের দৈর্ঘ্য 0.4125 m।

আবার, খোলা নলে প্রথম উপসুরের কম্পাঙ্ক = $2f = 2 \times 300 = 600 \text{ Hz}$

আবার, বন্ধ নলের প্রথম উপসুরের কম্পাঙ্ক = $3 \times$ মূল সুরের কম্পাঙ্ক = $3 \times f_1$

প্রশ্নমতে, $3f_1 = 600$

$$\therefore f_1 = 200 \text{ Hz}$$

আবার, $v = 4f_1$

$$\therefore l_1 = \frac{v}{4f_1} = \frac{247.5}{4 \times 200} = 0.309 \text{ m}$$

অতএব, এক মুখ বন্ধ নলের দৈর্ঘ্য 0.309 m।

সমস্যা । ১৯। একটি দুই মুখ খোলা নলের মূল সুরের কম্পাঙ্ক 300 Hz। এই নলের ১ম উপসুরের কম্পাঙ্ক একটি এক মুখ খোলা নলের ২য় উপসুরের কম্পাঙ্কের সমান। এক মুখ খোলা নলের দৈর্ঘ্য কত? (বায়ুতে শব্দের বেগ = 330 m s⁻¹)

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 0.6875 m]

৭। সেট-২ : জটিল সমস্যাবলি

সমস্যা । ১০০। 500 s⁻¹ কম্পাঙ্কবিশিষ্ট একটি তরঙ্গের বেগ কোন মাধ্যমে 350 m s^{-1} । তরঙ্গস্থিত 60° দশা পার্থক্যে অবস্থিত দুটি বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। কোন বিন্দুতে 10^{-3} s সময়ের ব্যাবধানে দুটি সরণের মাঝে দশা পার্থক্য কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$v = nl$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{n} = \frac{350 \text{ m s}^{-1}}{500 \text{ s}^{-1}}$$

$$\therefore \lambda = 0.7 \text{ m}$$

আবার, আমরা জানি,

$$\text{দশা-পার্থক্য} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{মধ্যবর্তী দূরত্ব}$$

$$\text{বা, } \text{মধ্যবর্তী দূরত্ব} = \frac{\text{দশা-পার্থক্য} \times \lambda}{2\pi}$$

$$\therefore S = \frac{60 \times \pi \times 0.7 \text{ m}}{180 \times 2\pi} = 0.116 \text{ m}$$

আবার, 10^{-3} s সময়ে মধ্যবর্তী দূরত্ব হবে = $350 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$\text{এক্ষেত্রে, দশা পার্থক্য} = \frac{2\pi}{0.7} \times 350 \times 10^{-3} = \pi \text{ rad}$$

অতএব, দূরত্ব 0.116 m ও দশা পার্থক্য $\pi \text{ rad}$ ।

সমস্যা । ১০১। একই সরলরেখায় গতিশীল দুটি সাইন সদৃশ তরঙ্গের উভয়ের বিস্তার 0.05 m ও কম্পাঙ্ক 80 Hz। এদের দশা পার্থক্য 60° হলে তরঙ্গ দুটির মিলিত ক্রিয়ার কম্পাঙ্ক ও বিস্তার নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, প্রত্যেকটি তরঙ্গের বিস্তার, $a = 0.05 \text{ m}$

এবং কম্পাঙ্ক, $f = 80 \text{ Hz}$

$$\text{দশা পার্থক্য}, \delta = 60^\circ = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$$

মিলিত তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, $F = ?$

এবং বিস্তার, $A = ?$

মিলিত তরঙ্গের কম্পাঙ্ক, $F = f = 80 \text{ Hz}$

এখানে,

মূল সুরের কম্পাঙ্ক, $f = 80 \text{ Hz}$

বায়ুতে শব্দের বেগ, $v = 247.5 \text{ ms}^{-1}$

দুই মুখ খোলা নলের দৈর্ঘ্য, $l = ?$

একমুখ বন্ধ নলের দৈর্ঘ্য, $l_1 = ?$

আমরা জানি, দুটি সদৃশ অগ্রগামী তরঙ্গ একই দিকে ধাবিত হলে এদের উপরিপাতনের ফলে সৃষ্টি সম্ভিত তরঙ্গের বিস্তার, $A = 2a \cos \left(\frac{\pi}{\lambda} [x_2 - x_1] \right)$; যেখানে, λ = অগ্রগামী তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং

$[x_2 - x_1] =$ তরঙ্গাবয়ের পথ পার্থক্য।

$$\text{আবার, } \frac{\text{পথ পার্থক্য}}{\lambda} = \frac{\text{দশা পার্থক্য}}{2\pi}$$

$$\text{বা, পথ পার্থক্য} = \frac{\text{দশা পার্থক্য}}{2\pi} \times \lambda$$

$$\text{বা, } [x_2 - x_1] = \frac{\pi}{2\pi} \times \lambda$$

$$\therefore [x_2 - x_1] = \frac{\lambda}{6}$$

$$\text{অর্থাৎ, } A = 2a \cos \left(\frac{\pi}{\lambda} [x_2 - x_1] \right)$$

$$= 2 \times 0.05 \cos \left(\frac{\pi}{\lambda} \times \frac{\lambda}{6} \right) = 2 \times 0.05 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.05 \sqrt{3}$$

সমস্যা । ১০২। 24টি সুরশলাকার ক্রমবর্ধমান কম্পাঙ্ক হিসেবে পর পর সাজানো আছে। যে কোন সুরশলাকা তার পরবর্তী সুরশলাকার সাথে ৪টি বীট তৈরি করে এবং শেষ সুরশলাকাটি যদি প্রথমটির অক্টক হয়, তবে প্রথম ও শেষ দুটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : মনে করি, প্রথম ও শেষ শলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে, f_1 ও f_2

আমরা পাই,

$$f_2 = f_1 + (24 - 1) \times N$$

$$\text{বা, } 2f_1 = f_1 + 23 \times 4$$

$$\therefore f_1 = 92 \text{ Hz}$$

$$\text{সুতরাং, } f_2 = 2 \times 92 = 184 \text{ Hz}$$

অতএব, কম্পাঙ্কবয় যথাক্রমে 92 Hz এবং 184 Hz।

সমস্যা । ১০৩। 65টি সুরশলাকা ক্রমবর্ধমান কম্পাঙ্কে সাজানো আছে। এদের শেষটির কম্পাঙ্ক প্রথমটির হিগুণ এবং পর পর যে কোন দুটি শলাকা প্রতি সেকেন্ডে ৪টি বীট উৎপন্ন করে। প্রথম ও শেষ সুরশলাকার কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 256 Hz, 512 Hz]

সমস্যা । ১০৪। 64টি সুর শলাকা ক্রমবর্ধমান কম্পাঙ্কে সাজানো আছে। তাদের শেষটির কম্পাঙ্ক যদি প্রথমটির কম্পাঙ্কের হিগুণ হয় এবং পরপর যেকোনো দুটি শলাকা প্রতি সেকেন্ডে ৪টি বীট উৎপন্ন করে। প্রথম ও শেষ সুর শলাকার কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : মনে করি, প্রথম ও শেষ শলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে f_1 ও f_2

আমরা পাই, $f_2 = f_1 + (64 - 1) \times N$

$$\text{বা, } 2f_1 = f_1 + 63 \times 4$$

$$\therefore f_1 = 252 \text{ Hz}$$

অতএব, প্রথম সুর শলাকার সম্পাঙ্ক 252 Hz।

সমস্যা । ১০৫। একটি তারের দৈর্ঘ্য 1 m, ব্যাস 0.001 m ও টান 107.8 N। তারের উপাদানের আপেক্ষিক গুরুত্ব 7 হলে তারের মূল সুরের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $l = 1 \text{ m}$

ব্যাস, $d = 0.001 \text{ m}$

টান, $T = 107.8 \text{ N}$

আপেক্ষিক গুরুত্ব = 7

$$\therefore \text{ঘনত্ব, } \rho = 7 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

মূল সুরের কম্পাঙ্ক, $f = ?$

$$\text{আমরা জানি, } f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{কিন্তু } \mu = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \rho$$

$$\therefore f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{4T}{\pi d^2 \rho}}$$

$$= \frac{1}{2 \times 1 \text{ m}} \sqrt{\frac{4 \times 107.8 \text{ N}}{3.1416 \times (0.001 \text{ m})^2 \times 7 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}}}$$

$$= 70.01 \text{ Hz}$$

সমস্যা ১০৬। ৯ g/cc ঘনত্বের একটি তারকে 100 cm দূরত্বে অবস্থিত দুটি অবলম্বনের মধ্যে টানা দেওয়া হলো। তারটিতে এমন টান প্রয়োগ করা হলো যাতে .05 cm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে। তারের আড়কম্পনের ন্যূনতম কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। (তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক = $9 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2$)

সমাধান: এখানে, ঘনত্ব, $\rho = 9 \text{ g/cc} = 9 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

দৈর্ঘ্য, $L = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $I = 0.05 \text{ cm} = 0.05 \times 10^{-2} \text{ m}$

ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 9 \times 10^{11} \text{ dyne/cm}^2 = 9 \times 10^{11} \text{ N m}^{-2}$

ন্যূনতম কম্পাঙ্ক, $f = ?$

$$\text{আমরা জানি, } f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$= \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{A\rho}} = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{T}{A} \cdot \frac{1}{\rho}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{আবার, } \frac{T}{A} = \frac{\frac{T}{l}}{\frac{l}{L}}$$

$$\text{বা, } \frac{T}{A} = \frac{Yl}{L} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(1) ও (2) হতে পাই,

$$f = \frac{1}{2L} = \sqrt{\frac{Yl}{L} \cdot \frac{1}{\rho}}$$

$$= \frac{1}{2 \times 1 \text{ m}} \sqrt{\frac{9 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2} \times 0.05 \times 10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ m} \times 9 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}}}$$

$$= 35.35 \text{ Hz.}$$

সমস্যা ১০৭। ইস্পাত ও রূপার তৈরি দুটি সমান ব্যাস ও দৈর্ঘ্যের তার একই টানে টানা আছে। ইস্পাতের তারটির মূল সুরের কম্পাঙ্ক 200 Hz হলে রূপার তারটির ঐ সুরের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। (রূপা ও ইস্পাতের ঘনত্ব যথাক্রমে $10.4 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ও $7.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$)

সমাধান: আমরা জানি,

$$n_1 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\pi \rho_1}}$$

$$\therefore 200 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\pi \times 7.8 \times 10^3}} \dots (1)$$

$$\text{আবার, } n_2 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\pi \times 10.4 \times 10^3}}$$

(2) $n_2 \div (1)n_1$

$$\frac{n_2}{200} = \sqrt{\frac{7.8 \times 10^3}{10.4 \times 10^3}}$$

$$\therefore n_2 = 173.2 \text{ Hz}$$

অতএব, রূপার তারটির কম্পাঙ্ক 173.2 Hz।

সমস্যা ১০৮। 0.99 m দৈর্ঘ্যের এবং 1 g ভরবিশিষ্ট একটি নমনীয় তারকে একটি নিমিট পরিমাণ বল ধারা টানা দেওয়া হলো। তারটি তিনটি বৃত্তাংশে বিভক্ত হয়ে কম্পিত হতে থাকলে এর কম্পাঙ্ক 500 Hz হয়। টানের (T) পরিমাণ বের কর।

সমাধান: এখানে, তারের দৈর্ঘ্য, $I = 0.99 \text{ m}$

$$\text{একক দৈর্ঘ্যের ভর, } \mu = \frac{1 \text{ g}}{I} = \frac{10^{-3} \text{ kg}}{0.99 \text{ m}} = 1.01 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-1}$$

১১৪ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-শব্দশ শ্রেণি

কম্পাঙ্ক, $f = 500 \text{ Hz}$

লুপ সংখ্যা, $P = 3$

টান, $T = ?$

$$\text{আমরা জানি, } f = \frac{P}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{বা, } \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{2f}{P}$$

$$\text{বা, } \frac{T}{\mu} = \left(\frac{2f}{P}\right)^2$$

$$\text{বা, } T = \mu \times \left(\frac{2f}{P}\right)^2$$

$$= 1.01 \times 10^{-3} \text{ kg m}^{-1} \times \left(\frac{2 \times 0.99 \text{ m} \times 500 \text{ Hz}}{3}\right)^2$$

$$= 109.989 \text{ N} = 110 \text{ N}$$

সমস্যা ১০৯। 0.88 m দৈর্ঘ্য ও 0.001 kg ভরের একটি তারের টান 55 N। তারটি 5টি লুপে বা বৃত্তাকার অংশে বিভক্ত হয়ে কম্পিত হলে তারের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$f = \frac{P}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\text{বা, } f = \frac{5}{2 \times 0.88} \sqrt{\frac{55}{0.001}} \therefore \mu = \frac{m}{l}$$

$$\therefore f = 625 \text{ Hz}$$

অতএব, কম্পাঙ্ক 625 Hz।

এখানে,
দৈর্ঘ্য, $I = 0.88 \text{ m}$
ভর, $m = 0.001 \text{ kg}$
টান, $T = 55 \text{ N}$
লুপের সংখ্যা, $P = 5$
কম্পাঙ্ক, $f = ?$

সমস্যা ১১০। একটি প্রিন্টিং কম্পিউটের দুটি মেশিন বন্ধ করে দিলে যদি শব্দের তীব্রতা অর্ধেক হয়ে যায় তাহলে ঐ কম্পিউটের তীব্রতা লেভেল কত হ্রাস পাবে?

সমাধান: আমরা জানি,

$$\beta_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$= 10 \times \log \frac{1}{10^{-12}} = 120 \text{ dB}$$

$$\text{আবার, } \beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} = 10 \log \frac{0.5}{10^{-12}} = 116.9897 \approx 117 \text{ dB}$$

$$\therefore \text{তীব্রতা লেভেলের হ্রাস} = \beta_1 - \beta_2$$

$$= (120 - 117) \text{ dB} = 3 \text{ dB}$$

অতএব, তীব্রতা লেভেলে হ্রাস পাবে 3 dB।

ধরি,
তীব্রতা, $I_1 = I \text{ W m}^{-2}$
প্রমাণ তীব্রতা, $I_0 = 10^{-2} \text{ W m}^{-2}$
তীব্রতা, $I_2 = 0.5 \text{ W m}^{-2}$

$$\text{আবার, } \beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} = 10 \log \frac{0.5}{10^{-12}} = 116.9897 \approx 117 \text{ dB}$$

$$\therefore \text{তীব্রতা লেভেলের হ্রাস} = \beta_1 - \beta_2$$

$$= (120 - 117) \text{ dB} = 3 \text{ dB}$$

অতএব, তীব্রতা লেভেলে হ্রাস পাবে 3 dB।

সমস্যা ১১১। একটি সাইরেনের চাকতি প্রতি সেকেতে 10 বার ঘূরছে। চাকতিতে কতটি ছিল ধারকে তা 480 Hz কম্পাঙ্কের একটি সুর শলাকার সাথে এক্রয়ানিক হবে?

সমাধান: যনেকরি, ছিদ্রের সংখ্যা = m

$$\therefore \text{আমরা পাই, } f = m \times n$$

এখানে,

কম্পাঙ্ক, $f = 480 \text{ Hz}$

ঘূর্ণন সংখ্যা, $n = 10 \text{ Hz}$

$$\text{বা, } m = \frac{f}{n} = \frac{480}{10} = 48$$

অতএব, ছিদ্রের সংখ্যা 48টি।

১১৪ সূজনশীল সমস্যাবলি

সমস্যা ১১২। একদিন তরঙ্গ ক্লাসে শিক্ষক একজন শিক্ষার্থীকে অঘণালী তরঙ্গের সমীকরণ লিখতে বললেন। শিক্ষার্থী দুটি সমীকরণ যথাক্রমে $y_1 = 0.5 \sin \frac{2\pi}{6.8} (340t - x)$ এবং $y_2 = 0.5 \sin \frac{2\pi}{6.8} (340t + x)$ লিখে দেখালেন। শিক্ষক শিক্ষার্থীকে তরঙ্গ দুটির উপরিপাতনের ফলাফল ব্যাখ্যা করলেন এবং $x = 6.8 \text{ m}$ থেরে বিভিন্ন রাশির মান এস.আই. প্রতিটিতে বের করে দেখালেন। (i) শিক্ষক নতুন তরঙ্গের বিভাগ কর নির্ণয় করেছিলেন? (ii) শিক্ষক 0 m, 3.4 m, 6.8 m ও 10.2 m দূরে সুলভ বিন্দু নির্ণয় করে দেখিয়েছিলেন। শিক্ষকের ধারণা ফলাফল সত্য হিসেবে কি-না?

নবম অধ্যায় (৫)) তরঙ্গ

সমাধান : (i) এখানে, প্রদত্ত সমীকরণটি,

$$y_1 = 0.5 \sin \frac{2\pi}{6.8} (340 t - x)$$

$$y_2 = 0.5 \sin \frac{2\pi}{6.8} (340 t + x)$$

তরঙ্গায়ের উপরিপাতের ফলে সৃষ্টি নতুন তরঙ্গের সরণ, $y = y_1 + y_2$

$$= 0.5 \sin \frac{2\pi}{6.8} (340 t - x) + 0.5 \sin \frac{2\pi}{6.8} (340 t + x)$$

$$= 2 \times 0.5 \left(\sin \frac{2\pi}{6.8} 340 t \right) \cos \left(\frac{2\pi}{6.8} x \right)$$

$$y = 1 \sin \left(\frac{2\pi}{6.8} 340 t \right) \cos \frac{2\pi}{6.8} x$$

$$\text{বা, } y = 1 \cos \left(\frac{2\pi}{6.8} x \right) \sin \left(\frac{2\pi}{6.8} 340 t \right)$$

ধৰি, নতুন তরঙ্গের বিস্তার = A

$$y = A \sin \left(\frac{2\pi}{6.8} \times 340 t \right) \dots\dots (1) \text{ কে আদর্শ সমীকরণ}$$

$$y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} vt \text{ এর সাথে তুলনা করে পাই,}$$

$$\text{এখন, } A = 1 \cos \left(\frac{2\pi}{6.8} \times x \right)$$

$$\text{যদি } x = 6.8 \text{ m হয়, তবে, } A = 1 \cos \frac{2\pi}{6.8} \times 6.8$$

$$= 1 \times 1 \\ = A = 1 \text{m}$$

∴ শিক্ষকের নতুন তরঙ্গের বিস্তার = 1m

(ii) শিক্ষকের প্রাণ্ত ফলাফল সত্য ছিল কি-না তা নিম্নে গাণিতিকভাবে দেখানো হলো :

$$(i) \text{ নৎ সমীকরণটি, } y = A \sin \frac{2\pi}{6.8} vt$$

$$\text{এখানে, } \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{6.8}$$

$$\therefore \lambda = 6.8 \text{ m}$$

সুস্পন্দন বিন্দুর জন্য শর্ত :

$$x = 0, \frac{2\lambda}{4}, \frac{4\lambda}{4}, \frac{6\lambda}{4}, \dots, \frac{2n\lambda}{4} \dots (ii); n = 0, 1, 2, \dots$$

$$\lambda = 6.8 \text{ m হলো (ii) নৎ সমীকরণ হতে পাই,}$$

$$x = 0, 3.4 \text{m}, 6.8 \text{m}, 10.2 \text{m}$$

অর্থাৎ এ সকল বিন্দুতে সুস্পন্দন বিন্দু তৈরি হবে।

∴ বলা যায় যে, শিক্ষকের প্রাণ্ত ফলাফল সত্য ছিল।

সমস্যা ১১৩। একজন শিক্ষকার্থী একটি তারের একটি ঝুটির সাথে বেঁধে অপরপ্রান্তে হাত দিয়ে খাঁকুনি দিল। এতে তারের মধ্যে একটি অহগামী

তরঙ্গের সৃষ্টি হলো। যার সমীকরণ হলো $y = 0.5 \sin \pi \left(100 t - \frac{x}{3.4} \right)$

(i) উল্লেখিত তরঙ্গের কৌণিক কম্পাঙ্ক, পর্যায়কাল ও বেগ নির্ণয় কর।

(ii) উল্লেখিত তরঙ্গের সাথে বিপরীতমুখী তরঙ্গের উপরিপাতন হলে তারটির সকল বিন্দুর স্পন্দন সমান হবে কি? গাণিতিক বিলোৱণ কর।

সমাধান : এখানে, প্রদত্ত সমীকরণ,

$$y = 0.5 \sin \pi \left(100 t - \frac{x}{3.4} \right) = 0.5 \sin \frac{\pi}{3.4} (100 \times 3.4 t - x)$$

$$\therefore y = 0.5 \sin \frac{\pi}{3.4} (340 t - x) \dots\dots (1) \text{ কে}$$

আদর্শ সমীকরণ $y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x)$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$$(i) \text{ এর ক্ষেত্রে, } \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{3.4} \text{ ও } v = 340 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \lambda = 6.8 \text{ m}$$

$$\text{আমরা জানি, } v = f\lambda \text{ বা, } f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340 \text{ ms}^{-1}}{6.8 \text{ m}}$$

$$\therefore f = 50 \text{ Hz}$$

$$\text{আবার, } f = \frac{1}{T} \text{ ও } w = 2\pi f = 2 \times 3.1416 \times 50 \text{ s}^{-1} = 314.16 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{বা, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50 \text{ s}^{-1}} = 0.02 \text{ s}$$

$$\therefore \text{তরঙ্গের কৌণিক কম্পাঙ্ক } = 314.16 \text{ rad s}^{-1}$$

$$\text{পর্যায়কাল } = 0.02 \text{ s; বেগ } = 340 \text{ ms}^{-1}$$

(ii) বিপরীতমুখী তরঙ্গের সমীকরণ,

$$y_2 = 0.5 \sin \frac{\pi}{3.4} (340 t + x)$$

$$\text{প্রদত্ত সমীকরণ, } y_1 = 0.5 \sin \frac{\pi}{3.4} (340 t - x)$$

উপরিপাতনের ফলে লব্ধি সরণ y হলো,

$$y = y_1 + y_2$$

$$= 0.5 \sin \frac{\pi}{3.4} (340 t - x) + 0.5 \sin \frac{\pi}{3.4} (340 t + x)$$

$$= 2 \times 0.5 \sin \frac{\pi}{3.4} (340 t) \cos \left(\frac{\pi}{3.4} x \right)$$

$$y = 1 \cos \left(\frac{\pi x}{3.4} \right) \sin \left(\frac{340\pi t}{3.4} \right)$$

$$\text{বা, } y = A \sin \frac{\pi}{3.4} (340 t) \dots (2)$$

$$\therefore A = 1 \cos \frac{\pi x}{3.4}$$

(2) নৎ কে আদর্শ সমীকরণের সাথে তুলনা করে,

$$\frac{\pi}{3.4} = \frac{2\pi}{\lambda}$$

$$\therefore \lambda = 6.8 \text{ m}$$

সুস্পন্দন বিন্দুর জন্য শর্ত :

$$x = 0, \frac{2\lambda}{4}, \frac{4\lambda}{4}, \dots, \frac{2n\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\lambda = 6.8 \text{ m হলো, } x = 0, 3.4 \text{m}, 6.8 \text{ ...}$$

অর্থাৎ, এ সকল বিন্দুতে অবস্থিত তরঙ্গাস্থিত কণার স্পন্দন সমান হবে এবং একই সাথে স্পন্দিত হবে।

নিম্নস্পন্দন বিন্দুর শর্ত :

$$x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}, \dots, (2n+1) \frac{\lambda}{4}; n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

$$\lambda = 6.8 \text{ হলো, } x = 1.7 \text{m}, 5.1 \text{m}, 8.5 \text{m} \dots$$

অর্থাৎ এ সকল দূরত্বে অবস্থিত তরঙ্গাস্থিত কণাসমূহ একই সাথে স্পন্দিত হবে এবং স্পন্দন সমান হবে।

সমস্যা ১১৪। দুটি অযাগামী শব্দ তরঙ্গ বাতাসের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হচ্ছে। তরঙ্গ দুটির সমীকরণ দেওয়া হলো—

$$y_1 = 0.5 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.002} - \frac{x}{0.7} \right) \text{ এবং } y_2 = 0.5 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.002} + \frac{x}{0.7} \right)$$

(i) উল্লেখিত তরঙ্গের কৌণিক কম্পাঙ্ক, পর্যায়কাল ও বেগ নির্ণয় কর।

(ii) উল্লেখিত তরঙ্গ দুটি কোন শ্রেতার পক্ষে সহ্য করা সম্ভব কি-না গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : (i) এখানে,

$$y_1 = 0.5 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.002} - \frac{x}{0.7} \right)$$

$$= 0.5 \sin 2\pi \left(500t - \frac{x}{0.7} \right) = 0.5 \sin \frac{2\pi}{0.7} (350t - x)$$

$$\text{এবং, } y_2 = 0.5 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.002} + \frac{x}{0.7} \right)$$

$$= 0.5 \sin 2\pi \left(500t + \frac{x}{0.7} \right) = 0.5 \sin \frac{2\pi}{0.7} (350t + x)$$

নবম অধ্যায় (১)) তরঙ্গ

$$\text{বা, } v_w = v_s + f_p \times 0.18 \\ = 9.82 + 500 \times 0.18 = 99.82 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v_w > v_s$$

অতএব, P শব্দ তরঙ্গের বেগ বায়ু মাধ্যম অপেক্ষা পানি মাধ্যমে বেশি হবে।

সমস্যা ১১৭। একজন শিক্ষার্থী A ও B দুটি সুরশলাকা নিয়ে শব্দ তরঙ্গ উৎপন্ন করে শক্ত করলো শক্ত একটানা হচ্ছে না। একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একবার বাড়ছে এবং একবার কমছে। A সুরশলাকা হতে নিঃস্ত শব্দের তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 0.5 \sin \pi \left(100t - \frac{x}{3.4} \right)$ অন্য

একটি সুরশলাকা B যার কম্পাঙ্ক অজ্ঞান। A ও B কে একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। আমরা B এর বায়ুতে ঘোম লাগিয়ে পুনরায় শব্দায়িত করলে বীট কমে যায়।

(i) বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর। (ii) B এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। সন্দৰ্ভ হবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) A-সুরশলাকা থেকে নিঃস্ত শব্দতরঙ্গের সমীকরণ,

$$y = 0.5 \sin \pi \left(100t - \frac{x}{3.4} \right) \text{ m}$$

$$= 0.5 \sin \frac{\pi}{3.4} (100 \times 3.4 t - x) \text{ m}$$

$$y = 0.5 \sin \frac{\pi}{3.4} (340t - x) \text{ m} \quad \text{(i) কে}$$

আদর্শ সমীকরণ, $y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) \text{ m}$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$$\text{এখন, } \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{3.4} \quad \text{এবং } v = 340 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \lambda = 6.8 \text{ m} \quad \therefore \text{বায়ুতে শব্দের বেগ} = 340 \text{ m s}^{-1}$$

(ii) B এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় করা সন্দৰ্ভ কি-না তা নিয়ে গাণিতিকভাবে উপস্থাপন করা হলো—

$$\text{এখন, } f_A = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{\lambda_A} \\ \therefore f_A = \frac{340 \text{ ms}^{-1}}{6.8 \text{ m}} : 50 \text{ Hz}$$

ধরি, B-সুরশলাকার কম্পাঙ্ক = f_B ; বীটসংখ্যা, N = 5

আমরা জানি, $f_B = f_A \pm N = 50 \pm 5 = 55 \text{ Hz}, 45 \text{ Hz}$

B-এর বায়ুতে ঘোম লাগানোর ফলে বীটসংখ্যা কমে যায়, অর্থাৎ কম্পাঙ্ক কমে, কম্পাঙ্কের পার্থক্য কমে। সুতরাং A এর কম্পাঙ্ক B এর কম্পাঙ্ক অপেক্ষা কম ছিল।

অর্থাৎ $f_B > f_A$

$$\therefore f_B = 50 + 5 = 55 \text{ Hz}$$

\therefore B-সুরশলাকার কম্পাঙ্ক = 55 Hz.

অর্থাৎ B-এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব।

সমস্যা ১১৮। দুটি সুর শলাকাকে একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। সুর শলাকা দুইটি একই টানা তারের ঘথাক্রমে 1.30 m এবং 1.25 m দৈর্ঘ্যের সাথে এক্যুতান হয়। ঐ দিন বাতাসে শব্দের বেগ 340 ms^{-1} ছিল। (i) সুর শলাকা দুইটি হতে নির্গত শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর। (ii) যদি বাতাসে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পেয়ে 350 ms^{-1} হয় তবে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য পূর্বের সমান হবে কি-না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : এখানে, বীটসংখ্যা, N = 5s⁻¹

১ম টানা তারের দৈর্ঘ্য, $l_1 = 1.30 \text{ m}$

২য় টানা তারের দৈর্ঘ্য, $l_2 = 1.25 \text{ m}$

$$\therefore l_1 > l_2 \therefore f_2 > f_1 \text{ এবং } \lambda_1 > \lambda_2 \text{ হবে।}$$

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

ধরি, নির্গত শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ঘথাক্রমে λ_1 ও λ_2

$$(i) \lambda_1 : \lambda_2 = ?$$

$$(i) \text{আমরা জানি, } \frac{f_1}{f_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

$$\text{বা, } \frac{f_1}{f_2} = \frac{1.25}{1.30}$$

$$\text{বা, } \frac{f_2}{f_1} = \frac{1.30}{1.25} > 1$$

$$\text{বা, } \frac{f_2}{f_1} = 1.04 \therefore f_2 = 1.04 f_1 \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{আবার, } f_2 - f_1 = 5 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{বা, } 1.04 f_1 - f_1 = 5 \text{ s}^{-1} [(1) \text{ নং হতে}]$$

$$\text{বা, } f_1(1.04 - 1) = 5 \text{ s}^{-1}$$

$$\therefore f_1 = 125 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং } f_2 = (1.04 \times 125) \text{ Hz} = 130 \text{ Hz.}$$

$$\text{এবং } \frac{f_1}{f_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$\text{বা, } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{130}{125} = \frac{26}{25}$$

$$\therefore \lambda_1 : \lambda_2 = 26 : 25$$

(ii) যদি বাতাসে শব্দের বেগ 350 ms^{-1} করা হয় তবে নির্গত শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য সমান হবে কি-না তা নিয়ে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো :

$$(i) \text{নং হতে পাও, } 1\text{ম সুরশলাকার কম্পাঙ্ক, } f_1 = 125 \text{ Hz}$$

$$2\text{য় সুরশলাকার কম্পাঙ্ক, } f_2 = 130 \text{ Hz}$$

$$\text{এখন, } V = f_1 \lambda_1 \quad \text{ও } V = f_2 \lambda_2$$

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

$$= \frac{340 \text{ ms}^{-1}}{125 \text{ Hz}} = 2.72 \text{ m} = \frac{340 \text{ m}}{30 \text{ Hz}} = 2.62 \text{ m}$$

$$\text{এক্ষেত্রে তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য, } \Delta \lambda = (2.72 - 2.62) \text{ m}$$

$$\therefore \Delta \lambda = 0.10 \text{ m.}$$

$$\text{আবার, } 2\text{য় ক্ষেত্রে, শব্দের বেগ যথন, } V_1 = 350 \text{ ms}^{-1} \text{ তখন}$$

$$\therefore \lambda'_1 = \frac{V_1}{f_1} = \frac{350 \text{ ms}^{-1}}{125 \text{ Hz}} = 2.8 \text{ m} \quad \begin{array}{l} \text{ধরি, } 2\text{য় ক্ষেত্রে, শব্দ দুটির} \\ \text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য যথাক্রমে } \lambda'_1 \text{ ও } \lambda'_2 \end{array}$$

$$\text{ও } \lambda'_2 = \frac{V_1}{f_2} = \frac{350 \text{ ms}^{-1}}{130 \text{ Hz}} = 2.7 \text{ m}$$

$$\therefore 2\text{য় ক্ষেত্রে, তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য: } \Delta \lambda' = (2.8 - 2.7) \text{ m}$$

$$\therefore \Delta \lambda' = 0.10 \text{ m.}$$

$$\therefore \Delta \lambda' = \Delta \lambda$$

সুতরাং বলা যায় যে, হাঁ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য সমান হবে।

সমস্যা ১১৯। একটি ড্রিল মেশিনে উৎপন্ন শব্দের অঞ্চলগামী তরঙ্গের সমীকরণ $y = 10 \sin (300 \pi t - 0.5 x)$ এবং শব্দের তীব্রতা লেভেল ৪০ dB। মেশিনটি চালু অবস্থায় একটি টিভি চালানো হলো যার তীব্রতা লেভেল ৯০ dB। একজন মানুষের কানের সহ্যসীমা 120 dB। (i) ড্রিল মেশিনে উৎপন্ন শব্দের বেগ নির্ণয় কর। (ii) যদি এ সময় তার কানে ব্যথা অনুভব করবে কি-না— গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : (i) এখানে, ড্রিল মেশিনে উৎপন্ন শব্দের অঞ্চলগামী তরঙ্গের সমীকরণ,

$$Y = 10 \sin (300 \pi t - 0.5 x) \dots \dots \dots (1)$$

অঞ্চলগামী তরঙ্গের আদর্শ সমীকরণ,

$$Y = a \sin \left(\frac{2\pi vt}{\lambda} - \frac{2\pi x}{\lambda} \right) \dots \dots \dots (2)$$

$$(1) \text{নং}(2) \text{ নং তুলনা করে পাই,}$$

$$\frac{2\pi vt}{\lambda} = 300 \pi t$$

$$\text{বা, } \frac{2v}{\lambda} = 300$$

$$\text{বা, } v = \frac{300 \times \lambda}{2} \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{আবার, } \frac{2\pi x}{\lambda} = 0.5x$$

$$\text{বা, } 2\pi = 0.5\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{2\pi}{0.5} \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

(3) নং (4) নং হতে,

$$v = \frac{300 \times \frac{2\pi}{0.5}}{2}$$

$$= \frac{300 \times 2\pi}{2 \times 0.5} = \frac{300\pi}{0.5} = \frac{300 \times 3.1416}{0.5} = 1884.96 \text{ m s}^{-1}$$

সুতরাং ড্রিল মেশিনে উৎপন্ন শব্দের বেগ 1884.96 m s^{-1}

(ii) এখানে, ড্রিল মেশিনের শব্দের তীব্রতা লেভেল $\beta_1 = 80 \text{ dB}$
প্রমাণ তীব্রতা, $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$
ড্রিল মেশিনের শব্দের তীব্রতা I_1 হলে,

$$\beta_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\text{বা, } \frac{\beta_1}{10} = \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\text{বা, } \frac{80}{10} = \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\text{বা, } 8 = \log \frac{I_1}{10^{-12} \text{ W m}^{-2}}$$

$$\text{বা, } I_1 = 10^8 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2} = 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$$

গাড়ির হর্ছের তীব্রতা লেভেল, $\beta_2 = 90 \text{ dB}$

গাড়ির হর্ছের তীব্রতা I_2 হলে,

$$\beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$$

$$\text{বা, } I_2 = 10^9 \times 10^{-12} \text{ W m}^{-2} = 10^{-3} \text{ W m}^{-2}$$

সম্মিলিত তীব্রতা, $I = I_1 + I_2$

$$= (10^{-4} + 10^{-3}) \text{ W m}^{-2} = 1.1 \times 10^{-3} \text{ W m}^{-2}$$

যদি সম্মিলিত তীব্রতা লেভেল β হয় তবে,

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$= 10 \log \left(\frac{1.1 \times 10^{-3} \text{ W m}^{-2}}{10^{-12} \text{ W m}^{-2}} \right) = 90.42 \text{ dB} < 120 \text{ dB}$$

সম্মিলিত তীব্রতা লেভেল 90.42 dB যা 120 dB অপেক্ষা অনেক কম তাই ব্যক্তি কানে ব্যথা অনুভব করবে না।

সমস্যা ১২০। পরীক্ষাগারে 5 kg ভর বুলিয়ে টানা 25 cm দৈর্ঘ্যের একটি তারের মূল সূরের সাথে বায়ুতে 1.65 m তরঙ্গদৈর্ঘ্য সৃষ্টিকারী একটি সুর শলাকার সৃষ্টি বীট শোনার চেষ্টা করা হলো। তারাটির এক মিটার দৈর্ঘ্যের ভর 4.9 g ও পরীক্ষাগারের বায়ুতে শব্দের বেগ 350 m s^{-1} । (i) উদ্দীপকের টানা তারটিতে সৃষ্টি আড় তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর। (ii) উদ্দীপকে পরীক্ষাগারের শিক্ষার্থীরা বীট শুনতে ব্যর্থ হলো—গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : (i) দেওয়া আছে, ভর, $m = 5 \text{ kg}$

প্রতি একক দৈর্ঘ্য ভর, $\mu = 4.9 \times 10^{-3} \text{ kg}$

$$\text{আমরা জানি, } v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{mg}{\mu}} = \sqrt{\frac{5 \times 9.8}{4.9 \times 10^{-3}}} = 100 \text{ m s}^{-1}$$

টানা তারটিতে সৃষ্টি আড় তরঙ্গের বেগ = 100 m s^{-1}

(ii) দেওয়া আছে, তারের দৈর্ঘ্য, $l = 25 \times 10^{-2} \text{ m}$

$$\text{ভর, } m = 5 \text{ kg}$$

$$\text{প্রতি একক দৈর্ঘ্য ভর, } \mu = 4.9 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

∴ টানা তারে সৃষ্টি কম্পাঙ্ক,

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \frac{1}{2 \times 25 \times 10^{-2}} \sqrt{\frac{5 \times 9.8}{4.9 \times 10^{-3}}} = 200 \text{ Hz}$$



নটিশ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-বাদশ শ্রেণি

ধরি, সুর শলাকায় উৎপন্ন কম্পাঙ্ক, f'

আবার, শব্দের বেগ, $v = 350 \text{ m s}^{-1}$

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = 1.65 \text{ m s}^{-1}$

আমরা জানি, $v = f'\lambda$

$$f' = \frac{v}{\lambda} = \frac{350}{1.65} = 212.12 \approx 212 \text{ Hz}$$

উৎপন্ন বীট = $f' - F = 212 - 200 = 12 \text{ টি}$

প্রতি সেকেন্ডে 12 টি বীট উৎপন্ন হবে।

আমরা জানি, প্রতি সেকেন্ডে 10 টির বেশি বীট উৎপন্ন হলে আমরা তা শুনতে পাই না।

সুতরাং, পরীক্ষাগারে শিক্ষার্থীরা বীট শুনতে ব্যর্থ হবে।

সমস্যা ১২১। করিম কম্পিউটারে গান শুনছিলেন যার তীব্রতা ছিল 10^{-7} W m^{-2} । রহিম নাটক দেখার জন্য টিভি চালু করল, যার তীব্রতা লেভেল ছিল 90 dB । করিম সাউন্ড বাড়িয়ে 80 dB করল। (i) করিম তীব্রতা লেভেল কতটুকু বাড়িয়েছিল? (ii) টিভি চালু অবস্থায় সম্মিলিত তীব্রতা লেভেল কতটুকু স্বত্ত্বায়ক? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) এখানে, প্রথমে কম্পিউটারের তীব্রতা, $I = 10^{-7} \text{ W m}^{-2}$ এবং আদর্শ তীব্রতা, $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$

$$\therefore \text{প্রথমে কম্পিউটারের তীব্রতা লেভেল, } \beta = 10 \log \frac{10^{-7}}{10^{-12}} \text{ dB} = 50 \text{ dB}$$

∴ শেষে টিভির তীব্রতা লেভেল, 80 dB

$$\therefore \text{করিম তীব্রতা লেভেল বৃদ্ধি করেছিল} = (80 - 50) \text{ dB} = 30 \text{ dB}.$$

(ii) এখানে, কম্পিউটারের তীব্রতা লেভেল, $\beta = 80 \text{ dB}$

$$\therefore \text{টিভির তীব্রতা } I_1 \text{ হলে, } \beta = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\text{বা, } \frac{\beta}{10} = \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\text{বা, } 8 = \log \frac{I_1}{10^{-12}}$$

$$\text{বা, } I_1 = 10^8 \times 10^{-12} = 1 \times 10^{-4} \text{ W m}^{-2}$$

$$\text{টিভির তীব্রতা, } I_2 \text{ হলে, } 90 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$$

$$\text{বা, } I_2 = 10^{-12} \times 10^9 = 1 \times 10^{-3} \text{ W m}^{-2}$$

$$\therefore \text{সম্মিলিত তীব্রতা, } I = I_1 + I_2 = 1 \times 10^{-4} + 1 \times 10^{-3} \text{ W m}^{-2} = 1.1 \times 10^{-3} \text{ W m}^{-2}$$

$$\text{সম্মিলিত তীব্রতা লেভেল, } \beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{1.1 \times 10^{-3}}{10^{-12}} = 90.42 \text{ dB}$$

$$\therefore \beta = 90.42 \text{ dB}$$

সম্মিলিত তীব্রতা লেভেল 90.42 dB যা 80 dB এর তুলনায় বেশি যা সার্বক্ষণিক শ্রবণে করিমের মারাত্মক ক্ষতি করতে পারে তবে শুতি যত্নগা সৃষ্টি করে না।

সমস্যা ১২২। দুটি তরঙ্গকে একসাথে কম্পত করে কোন মাধ্যমে সঞ্চালিত করা হলো। একটি নিদিষ্ট সময়ে কোন বিন্দুতে তরঙ্গ দুটির সরণ পাওয়া গেল যা $y_1 = 5 \sin 400 \pi t$ ও $y_2 = 5 \sin 404 \pi t$ সমীকরণের মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়। (i) তরঙ্গস্থয়ের পর্যায়কলনের তুলনা কর। (ii) উদ্দীপকের তরঙ্গস্থয়ের ক্ষেত্রে লক করা যায় নিদিষ্ট সময় পর কোনো শব্দ শোনা যাচ্ছে না—কেন এবং কিভাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) এখানে, দুটি তরঙ্গের সমীকরণ $y_1 = 5 \sin 400 \pi t$

$$\text{এবং } y_2 = 5 \sin 404 \pi t$$

উপরোক্ত সমীকরণস্বরূপে $y = a \sin \omega t$ এর সাথে তুলনা করে পাই,

$$\omega_1 = 400\pi$$

$$\frac{2\pi}{T_1} = 400\pi$$

$$\text{বা, } T_1 = \frac{2}{400} = 5 \times 10^{-3} \text{ sec}$$

নবম অধ্যায় (৫) তরঙ্গ

আবার, $\omega_2 = 404\pi$

$$\text{বা, } \frac{2\pi}{T_2} = 404\pi$$

$$\text{বা, } T_2 = \frac{2}{404} = 4.9505 \times 10^{-3} \text{ sec}$$

$$\text{এখন, } \frac{T_1}{T_2} = \frac{5 \times 10^{-3}}{4.9505 \times 10^{-3}} = 1.01$$

$$\text{বা, } T_1 = 1.01 T_2$$

অর্থাৎ প্রথম তরঙ্গের পর্যায়কাল = $1.01 \times$ দ্বিতীয় তরঙ্গের পর্যায়কাল।

সুতরাং প্রথম তরঙ্গের পর্যায়কাল দ্বিতীয় তরঙ্গের পর্যায়কালের 1.01 গুণ।

(ii) এখানে, দুটি তরঙ্গের সমীকরণ $y_1 = 5 \sin 400\pi t$

$$y_2 = 5 \sin 404\pi t$$

মনে করি, তরঙ্গছয়ের উপরিপাতনে সৃষ্টি তরঙ্গের লম্বি সরণ y .

$$\begin{aligned} \therefore y &= y_1 + y_2 \\ &= 5 \sin 400\pi t + 5 \sin 404\pi t \\ &= 5 (\sin 404\pi t + \sin 400\pi t) \\ &= 5 \left(2 \sin \frac{404\pi + 400\pi}{2} t \cdot \cos \frac{404\pi - 400\pi}{2} t \right) \\ &= 10 \sin (402\pi t) \cos (2\pi t) \\ &= 10 \cos (2\pi t) \cdot \sin (402\pi t) \\ &= A \sin (402\pi t) \end{aligned}$$

লম্বি তরঙ্গের বিস্তার $A = 10 \cos 2\pi t$

$$t = \frac{1}{4}, \frac{3}{4}, \frac{5}{4} \text{ সময়ে}$$

$$A = 10 \cos 2\pi \times \frac{1}{4}, 10 \cos 2\pi \times \frac{3}{4}, 10 \cos 2\pi \times \frac{5}{4} \dots \dots \dots$$

$$\text{বা, } A = 10 \cos \frac{\pi}{2}, 10 \cos \frac{3\pi}{4}, 10 \cos \frac{5\pi}{4}$$

$$\therefore A = 0, 0, 0 \dots \dots \dots \text{হয়}$$

এজন্য $\frac{1}{4}$ এর বিজোড় গুণিতক সময় পরপর লম্বি তরঙ্গের বিস্তার শূন্য হওয়ায় শব্দ শোনা যায় না।

৭ সেট-৪ : ভর্তি পরীক্ষায় আসা সমস্যাবলি

সমস্যা ১২৩ | কোনো শ্রেণিকক্ষের শব্দের তীব্রতা 10^{-7} W/m^2 । শব্দের তীব্রতা ছিগুণ হলে নতুন তীব্রতা লেভেল কতটুকু বাঢ়বে? (প্রমাণ তীব্রতা = 10^{-12} W/m^2)

[বৃয়েট '১৭-১৮]

$$\text{সমাধান : } \beta = 10 \log \frac{2 \times 10^{-7}}{10^{-12}} = 10 \log 200000 = 53 \text{ dB}$$

সমস্যা ১২৪ | একটি ভ্যাকুয়াম ফ্লীনার ও একটি টেলিভিশনের শব্দের তীব্রতার মাত্রা যথাক্রমে 80 dB এবং 78 dB। এদের সম্প্রিলিত শব্দের তীব্রতার মাত্রা কত? [প্রমাণ তীব্রতা 10^{-12} W/m^2]

[বৃয়েট '১২-১৩; বৃয়েট '০৭-০৮; কুয়েট '০৩-০৮; চুয়েট '০৫-০৬]

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৬৬৮ পৃষ্ঠার ৩নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১২৫ ► একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 5 \sin(300\pi t - 1.57x)$, এখানে সবকয়টি রাশি SI এককে প্রদত্ত। তরঙ্গটির বিস্তার, কম্পাঙ্ক, বেগ ও পর্যায়কাল নির্ণয় কর।

[বৃয়েট '১৫-১৬]

$$\text{সমাধান : } y = 5 \sin(300\pi t - 1.57x) = 5 \sin 1.57 \left(\frac{300\pi}{1.57} t - x \right)$$

$$\text{বিস্তার, } A = 5 \text{ m, কম্পাঙ্ক, } f = \frac{300\pi}{2\pi} = 150 \text{ Hz,}$$

$$\text{বেগ, } v = \frac{300\pi}{1.57} = 600.304 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{পর্যায়কাল, } T = \frac{1}{f} = \frac{1}{150} = 6.67 \times 10^{-3} \text{ s}$$

সমস্যা ১২৬ | একটি সূতায় দুটি তরঙ্গের মিলনের ফলে যে স্থিরতরঙ্গের সৃষ্টি হয় তার সমীকরণ হচ্ছে $y = 5 \sin \frac{\pi x}{3} \cos 40\pi t$, যেখানে x ও y হলো সে.মি.-এ এবং t হলো সেকেন্ডে। (a) তরঙ্গ দুটির প্রত্যেকটির বিস্তার ও বেগ কত? (b) দুটি পর পর নিষ্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব কত? [বৃয়েট '১৬-১৭]

সমাধান : স্থির তরঙ্গের সাধারণ সমীকরণ,

$$y = 2a \sin \left(\frac{2\pi vt}{\lambda} \right) \cos \left(\frac{2\pi x}{\lambda} \right)$$

$$\text{যেখানে, মূল তরঙ্গস্পন্দন, } y_1 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x);$$

$$y_2 = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x); y = 5 \sin \left(\frac{\pi x}{3} \right) \cos (40\pi t)$$

এখানে, \sin এবং \cos উভয়েই sinusoidal function তাই প্রদত্ত স্থির তরঙ্গের সমীকরণের x এবং t এর সহগ সাধারণ সমীকরণের সাথে তুলনা করা যায়।

$$\therefore \frac{2\pi}{\lambda} v = 40\pi, \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\pi}{3}, 2a = 5$$

$$(a) \text{ তরঙ্গ দুটির প্রত্যেকের বিস্তার} = \frac{5}{2} \text{ cm, বেগ} = 120 \text{ cms}^{-1}$$

$$(b) \lambda = 6 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{পরপর দুটি নিষ্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব} = \frac{\lambda}{2} = 3 \text{ cm.}$$

সমস্যা ১২৭ | একটি লাউড স্পিকারের শক্তি 262 Hz। কম্পাঙ্কে সরল ছদ্মিত স্পন্দনে স্পন্দিত হয়। শক্তির কেন্দ্রের বিস্তার $A = 1.5 \times 10^{-4} \text{ m}$ এবং $t = 0$ সময়ে সরণ $x = A$ হয়। শক্তির কেন্দ্রের গতি বর্ণনাকারী সমীকরণটি নির্ণয় কর। শক্তির বেগ ও তুরণকে সময়ের ফাংশন হিসাবে প্রকাশ কর। [বৃয়েট '১৪-১৫]

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৬৬৮ পৃষ্ঠার ১নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১২৮ | দুটি $\pi/2$ rad দশা পার্থক্যের সন্দৃশ্য অগ্রগামী তরঙ্গ একই দিকে ধারিত হচ্ছে। যদি তরঙ্গ দুটির প্রত্যেকটির বিস্তার y_m হয় তবে লম্বি তরঙ্গটির বিস্তার কত? [বৃয়েট '১৪-১৫]

সমাধান : খণ্ড-১ এর ৬৬৮ পৃষ্ঠার ২নং সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১২৯ | একটি বস্তুর ছদ্মিত গতি $x = 10.0 \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right) \text{ m}$

সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়। $t = 2 \text{ s}$ সময়ে উক্ত বস্তুর (ক) সরণ (খ) বেগ ও (গ) তুরণ নির্ণয় কর। [বৃয়েট '০৩-'০৮]

সমাধান : (ক) সরণ, $x = 10 \cos \left(10\pi + \frac{\pi}{4} \right) = 7.07 \text{ m}$

$$(খ) \text{ বেগ, } v = \frac{dx}{dt} = -10 \times 5\pi \times \sin \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right); t = 2 \text{ হলে}$$

$$\therefore v = 111.07 \text{ m s}^{-1}$$

$$(গ) \text{ তুরণ, } a = \frac{dv}{dt} = -10 \times 5\pi \times 5\pi \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right); t = 2 \text{ হলে, } a = 1744.71 \text{ m s}^{-2}$$

সমস্যা ১৩০ | দেখাও যে, শব্দের তীব্রতা স্তর যখন 1 ডিসিবেল পরিবর্তিত হয় তখন শব্দ তীব্রতা শতকরা 26 ভাগ পরিবর্তিত হয়। [বৃয়েট '০২-'০০]

সমাধান : $\Delta \beta = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$

$$\text{বা, } 1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \text{ বা, } \frac{I_2}{I_1} = 1.26 \text{ বা, } I_2 = 1.26 I_1$$

$$\therefore I_2 - I_1 = 1.26 I_1 - I_1 = I_1 (1.26 - 1) = 0.26 I_1$$

∴ তীব্রতা স্তর 1 dB পরিবর্তিত হলে শব্দ তীব্রতা শতকরা 26 ভাগ পরিবর্তিত হয়।

সমস্যা ১৩১। একটি কম্পাঙ্কের দুইটি শব্দ তরঙ্গের তীব্রতা যথাক্রমে $10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ এবং $10^{-10} \text{ W m}^{-2}$ । শব্দ তরঙ্গ দুটির তীব্রতা স্বরের পার্থক্য বেল ও ডেসিবেল এ কত হবে? [বৃহত '০১-'০২]

সমাধান : আমরা জানি,

$$\Delta\beta = \log \frac{P_2}{P_1} = \log \frac{10^{-10}}{10^{-12}} B = 2 B = 20 \text{ dB}$$

এখানে, ১ম শব্দের তীব্রতা, $P_1 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$	২য় শব্দের তীব্রতা, $P_2 = 10^{-10} \text{ W m}^{-2}$
--	--

তীব্রতা স্বরের পার্থক্য, $\Delta\beta = ?$

সমস্যা ১৩২। 60 cm দীর্ঘ একটি তার প্রতি সেকেন্ডে 120 বার কাপে। যদি এর দৈর্ঘ্য 40 cm করা হয় এবং টান 4 গুণ বৃদ্ধি করা হয়, তাহলে তারের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [বৃহত '০৯-'১০]

সমাধান : এখানে, তারটির প্রাথমিক দৈর্ঘ্য, $l_1 = 60 \text{ cm}$

চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য, $l_2 = 40 \text{ cm}$

প্রাথমিক টান, $T_1 = T$

চূড়ান্ত টান, $T_2 = 4 T$

প্রাথমিক কম্পাঙ্ক, $f_1 = 120 \text{ Hz}$

 কেন্দ্ৰীয় সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্ৰ  একাদশ-বাদশ শ্ৰেণি

চূড়ান্ত কম্পাঙ্ক, $f_2 = ?$

তারের একক দৈর্ঘ্যের ভর μ হলে আমরা জানি,

$$f_1 = \frac{1}{2 l_1} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}} \text{ এবং } f_2 = \frac{1}{2 l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}}$$

$$\text{সূতৰাঃ, } f_2 = \frac{l_1}{l_2} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}}$$

$$\text{বা, } f_2 = f_1 \times \frac{l_1}{l_2} \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 120 \text{ Hz} \times \frac{60 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} \times \sqrt{\frac{4 \text{ T}}{\text{T}}}$$

$$\therefore f_2 = 360 \text{ Hz}$$

সমস্যা ১৩৩। একটি সূতা $y = 5 \cos \frac{\pi}{3} x \sin 40 \pi t$ সমীকৰণ অনুযায়ী স্পন্দিত হচ্ছে। যে তরঙ্গ দুইটির উপরিপাতনের ফলে স্পন্দনটির সৃষ্টি হয় তার বিভাগ ও বেগ নির্ণয় কর। এখানে x ও y এর একক হচ্ছে cm এবং t এর একক হচ্ছে sec। [বৃহত '১৩-'১৪]

সমাধান : $y = 2a \sin \omega t \cos kx; \omega = 40 \pi$

$$\therefore a = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ cm}; k = \frac{\pi}{3}; v = \frac{\omega}{k} = \frac{40 \pi}{\frac{\pi}{3}} = 120 \text{ cm s}^{-1}$$

ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজরুল ইসলাম স্বারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। দুটি সুর শলাকায় কম্পাঙ্কের পার্থক্য 118 Hz। বাতাসে শলাকা দুটি যে তরঙ্গ উৎপন্ন করে, তাদের একটির দুটি পূর্ণ তরঙ্গদৈর্ঘ্য অপরটির তিনটি পূর্ণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সমান। শলাকাবাহীরের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য λ_1 ও λ_2 এবং কম্পাঙ্ক n_1 ও n_2

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

$$n_1 - n_2 = 118 \text{ Hz} \quad [\because \lambda_1 < \lambda_2 \text{ হওয়ায়, } n_1 > n_2]$$

$$n_1 = ?; n_2 = ?$$

এখন, $n_1 - n_2 = 118$ সমীকৰণ থেকে পাই,

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

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

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

$$\text{বা, } \left(\frac{2-3}{3\lambda_2} \right) = \frac{118}{v}$$

$$\text{বা, } -\frac{1}{3\lambda_2} = \frac{118}{332} \quad [\because v = \text{বাতাসে শব্দের বেগ} = 332 \text{ m s}^{-1}]$$

$$\text{বা, } -3\lambda_2 = \frac{332}{118}; \text{ বা, } \lambda_2 = -\frac{332 \text{ m}}{118 \times 3} = -0.9378$$

$$\therefore \lambda_2 = 0.9378 \text{ m} \quad [\text{এখানে, ধনাত্মক চিহ্ন ধর্তব্য}]$$

$$\text{এবং } \lambda_1 = \frac{3}{2}\lambda_2 = \frac{3}{2} \times 0.9378 \text{ m} = 1.4067 \text{ m}$$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক, } n_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{0.9378 \text{ m}} = 354 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং } n_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{1.4067 \text{ m}} = 236 \text{ Hz}$$

সমস্যা ২। একটি সুরশলাকা A মাধ্যমে 0.1 m ও B মাধ্যমে 0.15 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তরঙ্গ উৎপন্ন করে। A মাধ্যমে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} হলে B মাধ্যমে শব্দ 6s এ কতদূর যাবে নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, B মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_B = 0.15 \text{ m}$

এখানে, A মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_A = 0.1 \text{ m}$

B মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_B = 0.15 \text{ m}$

A মাধ্যমে শব্দের বেগ, $v_A = 3 \text{ ms}^{-1}$

সুরশলাকার কম্পাঙ্ক,

$$n = \frac{v_A}{\lambda_A} = \frac{3 \text{ ms}^{-1}}{0.1 \text{ m}}$$

$$\therefore n = 30 \text{ Hz}$$

এখানে, $v_A = 3 \text{ ms}^{-1}$

$$\lambda_A = 0.1 \text{ m}$$

$$n = ?$$

এখানে, $n = 30 \text{ Hz}$

$$\lambda_B = 0.15 \text{ m}$$

$$v_B = ?$$

$$\therefore v_B = 4.5 \text{ ms}^{-1}$$

অতিক্রম দূরত্ব,

$$S = v_B \times t = 4.5 \text{ ms}^{-1} \times 6 \text{ s}$$

$$\therefore S = 27 \text{ m}$$

অতএব, শব্দ B মাধ্যমে 27 m যাবে।

সমস্যা ৩। বায়ু ও পানিতে 320 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 3.9 m বায়ুতে শব্দের বেগ 345 m s^{-1} হলে পানিতে শব্দের বেগ কত?

সমাধান : এখানে, কম্পাঙ্ক, $n = 320 \text{ Hz}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য, $\lambda_2 - \lambda_1 = 3.9 \text{ m}$

বায়ুতে শব্দের বেগ, $v_1 = 345 \text{ m s}^{-1}$; পানিতে শব্দের বেগ, $v_2 = ?$

ধরি, বায়ু ও পানিতে শব্দের বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 এবং তরঙ্গ দৈর্ঘ্য যথাক্রমে λ_1 ও λ_2 ।

$$\text{আমরা জানি, } \lambda_1 = \frac{v_1}{n} \text{ এবং } \lambda_2 = \frac{v_2}{n}$$

এখানে, $\lambda_2 > \lambda_1$ (কারণ পানিতে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বায়ুতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চেয়ে বেশি)

$$\therefore \lambda_2 - \lambda_1 = \left(\frac{v_2}{n} - \frac{v_1}{n} \right)$$

$$\text{বা, } \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{1}{n} (v_2 - v_1)$$

$$\text{বা, } v_2 = n (\lambda_2 - \lambda_1) + v_1 = 320 \text{ Hz} \times 3.9 \text{ m} + 345 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore v_2 = 1593 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, পানিতে শব্দের বেগ 1593 m s^{-1} ।

সমস্যা ৪। একটি শব্দ উৎস হতে সৃষ্টি শব্দ তরঙ্গ উৎসটির 30 বার কম্পনের সময়ে বায়ুতে 24 m দূরত্ব অতিক্রম করে। উৎসটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর? [বায়ুতে শব্দের বেগ = 332 ms^{-1}]

সমাধান : আমরা জানি,

$$\lambda = \frac{S}{N}$$

$$= \frac{24}{30} \text{ m} = 0.8 \text{ m}$$

এখানে,

কম্পন সংখ্যা, $N = 30$ বার

দূরত্ব, $S = 24 \text{ m}$

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

নবম অধ্যায় (৫) তরঙ্গ

আবার,

$$v = n\lambda$$

$$\text{বা, } n = \frac{v}{\lambda} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{0.8 \text{ m}} = 415 \text{ Hz}$$

অতএব, উৎসের কম্পাঙ্ক 415 Hz।

সমস্যা ৫। P ও Q দুটি মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে 300 ms^{-1} এবং 340 ms^{-1} । মাধ্যম দুটিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.2 m হলে সুর শলাকার 50 কম্পনে শব্দ Q মাধ্যমে কত দূরে যাবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

$$\therefore \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{300}{340} = \frac{15}{17}$$

$$\text{বা, } \lambda_1 = \frac{15}{17} \lambda_2$$

$$\therefore \lambda_2 - \lambda_1 = 0.2$$

$$\text{বা, } \lambda_2 - \frac{15}{17} \lambda_2 = 0.2$$

$$\text{বা, } \lambda_2 \left(1 - \frac{15}{17} \right) = 0.2$$

$$\text{বা, } \frac{2}{17} \lambda_2 = 0.2$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = \frac{17}{2} \times 0.2 \text{ m}$$

$$\text{সুতরাং, অতিক্রান্ত দূরত্ব} = N\lambda_2 = 50 \times \frac{17}{2} \times 0.2 \text{ m} = 85 \text{ m}$$

অতএব, Q মাধ্যমে শব্দ 85 m দূরত্বে যাবে।

সমস্যা ৬। দুটি সুর শলাকার কম্পাঙ্কের যথাক্রমে 128 Hz ও 384 Hz ।

বায়ুতে শলাকা দুটি হতে সৃষ্টি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, প্রথম সুরশলাকা হতে উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_1 এবং দ্বিতীয় সুরশলাকা হতে উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_2 ।

আমরা জানি, $v = n\lambda$

$$\text{বা, } v = n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2$$

$$\text{বা, } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\text{বা, } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{384 \text{ Hz}}{128 \text{ Hz}}$$

$$\text{বা, } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{3}{1}$$

$$\therefore \lambda_1 : \lambda_2 = 3 : 1$$

সমস্যা ৭। 500 s^{-1} কম্পাঙ্কবিশিষ্ট একটি তরঙ্গের বেগ কোনো মাধ্যমে 350 ms^{-1} । তরঙ্গস্থিত 60° দশা-পার্থক্যে অবস্থিত দুটি বিদ্যুর মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় কর। কোনো বিদ্যুতে 10^{-3} s সময়ের ব্যবধানের দুটি সরণের মাঝে দশা-পার্থক্য কত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$v = n\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{n} = \frac{350 \text{ ms}^{-1}}{500 \text{ s}^{-1}}$$

$$\therefore \lambda = 0.7 \text{ m}$$

আবার, আমরা জানি,

$$\text{দশা-পার্থক্য} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{মধ্যবর্তী দূরত্ব}$$

$$\text{বা, } \text{মধ্যবর্তী দূরত্ব} = \frac{\text{দশা-পার্থক্য} \times 1}{2\pi}$$

$$\therefore S = \frac{60 \times \pi \times 0.7 \text{ m}}{180 \times 2\pi} = 0.116 \text{ m}$$

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

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 0.8 \text{ m}$$

$$\text{কম্পাঙ্ক, } n = ?$$

আবার, 10^{-3} s সময়ে মধ্যবর্তী দূরত্ব হবে $= 350 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$\text{এফেক্টে, দশা পার্থক্য} = \frac{2\pi}{0.7} \times 350 \times 10^{-3} = \pi \text{ rad}$$

অতএব, দূরত্ব 0.116 m ও দশা পার্থক্য $\pi \text{ rad}$ ।

সমস্যা ৮। 0.65 m ব্যবধানে অবস্থিত তরঙ্গের দুটি কণার মধ্যে দশা পার্থক্য 6.28 rad । মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ 332.8 ms^{-1} হলে তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} x$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{2\pi \times x}{\delta}$$

$$= \frac{2\pi \times 0.65 \text{ m}}{6.28 \text{ rad}} = 0.65 \text{ m}$$

আবার, $v = n\lambda$

$$\text{বা, } n = \frac{v}{\lambda} = \frac{332.8 \text{ ms}^{-1}}{0.65 \text{ m}}$$

$$= 512 \text{ Hz}$$

অতএব, তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 512 Hz ।

সমস্যা ৯। দুটি সুর শলাকার কম্পাঙ্কের পার্থক্য 32 Hz । বায়ুতে শলাকা দুটির একটির শব্দ তরঙ্গ ৭টি ও অপরটির শব্দ তরঙ্গ 10টি পূর্ণ কম্পন দিয়ে একই দূরত্ব অতিক্রম করলে কম্পাঙ্কব্যবস্থা নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ_1 ও λ_2 এবং কম্পাঙ্ক n_1 ও n_2 ।

এখানে, $9\lambda_1 = 10\lambda_2$

$$\text{বা, } \lambda_1 = \frac{10}{9} \lambda_2$$

$$\lambda_1 < \lambda_2 \text{ হওয়ায় } n_1 > n_2$$

এখন, $n_1 - n_2 = 32$

$$\text{বা, } \frac{v}{\lambda_1} - \frac{v}{\lambda_2} = 32$$

$$\text{বা, } v \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = 32$$

$$\text{বা, } v \left(\frac{1}{\frac{10}{9}\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = 32 \quad [\because \lambda_1 = \frac{10}{9} \lambda_2]$$

$$\text{বা, } \left(\frac{9-10}{10\lambda_2} \right) = \frac{32}{v}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{10\lambda_1} = \frac{32}{332} \quad [\because \text{বাতাসে শব্দের বেগ} = 332 \text{ ms}^{-1}]$$

$$\text{বা, } -10\lambda_2 = \frac{332}{32}$$

$$\text{বা, } \lambda_2 = -\frac{332}{32 \times 10} = -1.0375$$

$\therefore \lambda_2 = 1.0375 \text{ m}$ [এখানে, ধনাত্মক চিহ্ন ধর্ত্যা]

$$\text{এবং } \lambda_1 = \frac{10}{9} \lambda_2 = \frac{10}{9} \times 1.0375 \text{ m} = 1.153 \text{ m}$$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক, } n_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{1.153 \text{ m}}$$

$$\therefore n_1 = 288 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং } n_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{332 \text{ ms}^{-1}}{1.0375 \text{ m}}$$

$$\therefore n_2 = 320 \text{ Hz}$$

\therefore কম্পাঙ্কব্যবস্থা 288 Hz ও 320 Hz ।

সমস্যা ১০। কোনো একটি মাধ্যমে 640 Hz এবং 480 Hz কম্পাঙ্কের দুটি শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 1 m হলে শব্দের বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 1920 m s^{-1}]

সমস্যা ১১। একটি সূর শলাকা যে সময়ে 200 বার কম্পন দেয় সে সময়ে এটি ছাঁচা সৃষ্টি শব্দ তরঙ্গ বাতাসে 140m দূরত্ব অতিক্রম করে। সূর শলাকার কম্পাঙ্ক 500 Hz হলে বাযুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, কম্পন সংখ্যা, $N = 200$ বার

$$\text{দূরত্ব}, S = 140 \text{ m}$$

$$\text{সূর শলাকার কম্পাঙ্ক}, n = 500 \text{ Hz}$$

$$\text{বাযুতে শব্দের বেগ}, v = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, \lambda = \frac{S}{N} = \frac{140 \text{ m}}{200} = \frac{7}{10} \text{ m}$$

$$\text{আবার}, v = n\lambda = 500 \text{ Hz} \times \frac{7}{10} \text{ m} = 350 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, বাযুতে শব্দের বেগ 350 m s^{-1}

সমস্যা ১২। একটি তরঙ্গের দুটি কণা 0.175 m ব্যবধানে অবস্থিত। কণাগুলোর দশা পার্থক্য 1.57 রেডিয়ান। তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক 470 Hz হলে, তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: ধরি, তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ এর তরঙ্গ বেগ v ।

আমরা জানি,

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} x$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{2\pi \times x}{\delta}$$

$$= \frac{2\pi \times 0.175 \text{ m}}{1.57 \text{ rad}} = 0.7 \text{ m}$$

$$\text{আবার}, v = n\lambda$$

$$= 470 \text{ Hz} \times 0.7 \text{ m}$$

$$= 329 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, তরঙ্গের বেগ 329 ms^{-1} ।

এখানে,

$$\text{পথ পার্থক্য}, x = 0.175 \text{ m}$$

$$\text{দশা পার্থক্য}, \delta = 1.57 \text{ rad}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য}, \lambda = ?$$

এখানে,

$$\text{কম্পাঙ্ক}, n = 470 \text{ Hz}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য}, \lambda = 0.7 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গ বেগ}, v = ?$$

সমস্যা ১৩। $y = 1.15 \sin(2000t + 0.01x)$ যেখানে সকল রাশি S.I এককে প্রকাশিত। তরঙ্গের বিস্তার, কম্পাঙ্ক, তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং তরঙ্গবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি, $y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) \dots \dots \dots (1)$

প্রদত্ত সমীকরণ,

$$y = 1.15 \sin(2000t + 0.01x) = 1.15 \sin 0.01(200000t + x)$$

$$= 1.15 \sin \frac{2\pi}{628}(200000t + x)$$

(১) নং সমীকরণের সাথে তুলনা করে পাই,

$$\text{বিস্তার, } A = 1.15 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 628 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গবেগ, } v = 200000 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{কম্পাঙ্ক, } n = \frac{v}{\lambda} = \frac{200000 \text{ ms}^{-1}}{628 \text{ m}} = 318.47 \text{ Hz}$$

অতএব, তরঙ্গের বিস্তার 1.15 m , কম্পাঙ্ক 318.47 Hz , তরঙ্গদৈর্ঘ্য 628 m এবং তরঙ্গবেগ 200000 ms^{-1} ।

সমস্যা ১৪। বাযুতে শব্দ প্রবাহে সৃষ্টি তরঙ্গের পরপর দুটি বিপরীত দশাগুলি কণার মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.6 m । তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক 300 Hz হলে বাযুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: পরপর দুটি বিপরীত দশাগুলি কণার মধ্যবর্তী দূরত্ব,

$$\frac{\lambda}{2} = 0.6$$

$$\therefore \lambda = 1.2 \text{ m}$$

$$\text{আমরা জানি, } v = n\lambda = 300 \times 1.2$$

$$\therefore v = 360 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \text{বাযুতে শব্দের বেগ } 360 \text{ m s}^{-1}.$$

এখানে,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } n = 300 \text{ Hz}$$

$$\text{বেগ, } v = ?$$

নথি ৫ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-সন্দেশ প্রেস

সমস্যা ১৯। একটি সূর শলাকার যে সময়ে 200 বার কম্পন দেয় সে সময়ে এটি ছাঁচা সৃষ্টি শব্দ তরঙ্গ বাতাসে 140 m দূরত্ব অতিক্রম করে। সূর শলাকার কম্পাঙ্ক 500 Hz হলে বাযুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$v = n\lambda$$

$$\text{বা, } \lambda = \frac{v}{n}$$

$$\therefore \lambda = \frac{340}{264} = 1.28$$

এখানে,

$$\text{কম্পাঙ্ক, } n = 264 \text{ Hz}$$

$$\text{দূরত্ব, } s = 42.5 \text{ m}$$

$$N = ?$$

$$\text{বাযুতে শব্দের বেগ, } v = 340 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আবার, } s = N\lambda \text{ বা, } N = \frac{s}{\lambda} = \frac{42.5}{1.28}$$

$$\therefore N = 33 \text{ বার।}$$

সমস্যা ২০। তিনটি সূর শলাকার কম্পনের পর্যায়কাল যথক্রমে $0.008, 0.0025$ ও 0.00125 s । বাযুতে এদের শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর।

সমাধান: শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯ং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৩। কোনো শব্দের তীব্রতা প্রমাণ তীব্রতার 100 গুণ হলে এই শব্দের তীব্রতার লেভেল কত ডেসিলেবেল?

সমাধান: ধরি, প্রমাণ তীব্রতা $= I_0$

$$\therefore \text{উৎপন্ন শব্দের তীব্রতা, } I = 100 I_0$$

$$\therefore \text{তীব্রতা লেভেল, } \beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \text{ dB}$$

$$= 10 \log \frac{100 I_0}{I_0} \text{ dB}$$

$$= 10 \log 100 \text{ dB} = 10 \log 10^2 \text{ dB} = 20 \text{ dB}$$

সমস্যা ২৪। বাযুতে একটি শব্দ তরঙ্গের উৎসের তীব্রতা 500 W m^{-2} এবং বিস্তার 0.15 m । বাযুর ঘনত্ব 1.29 kg m^{-3} হলে শব্দ উৎসের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। (শব্দের বেগ, $v = 330 \text{ m s}^{-1}$)

সমাধান: আমরা জানি,

$$I = 2\pi^2 a^2 n^2 r v$$

$$\text{বা, } n^2 = \frac{I}{2\pi^2 a^2 p v}$$

$$= \frac{500}{2\pi^2 \times (0.15)^2 \times 1.29 \times 330}$$

$$\therefore n = 1.62 \text{ Hz.}$$

সমস্যা ২৫। একটি শব্দ উৎস হতে 1 km দূরে শব্দের তীব্রতা $5.5 \times 10^{-6} \text{ W m}^{-2}$ হলে উৎসের ক্ষমতা নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$I = \frac{P}{r^2}$$

$$\text{বা, } P = Ir^2 = 5.5 \times 10^{-6} \text{ W m}^{-2} \times (10^3 \text{ m})^2$$

$$\therefore P = 5.5 \text{ W}$$

সমস্যা ২৭। এমন দুইটি শব্দের তীব্রতার অনুপাত নির্ণয় কর যার একটি অপরটি অপেক্ষা 6dB বড়।

সমাধান: এখানে, $\beta_2 - \beta_1 = 6 \text{ dB}$

$$\beta_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0}$$

$$\beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$$

$$\therefore \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_0} - 10 \log \frac{I_1}{I_0} = 10 \left(\log \frac{I_2}{I_1} \right)$$

$$\text{বা, } 6 = 10 \left(\log \frac{I_2}{I_1} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{6}{10} = \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$\text{বা, } \frac{I_2}{I_1} = 3.98$$

$$\therefore \text{তীব্রতার অনুপাত } 3.98 : 1.$$

তীব্রতার অনুপাত

$$\frac{I_2}{I_1} = ?$$

সমস্যা ৩৮। একটি অঞ্চলিক তল তরঙ্গের সমীকরণ $y = 7 \sin \pi(t - 0.005x)$ cm মাধ্যমের কণার সর্বাধিক সরণ, সর্বাধিক বেগ ও সর্বাধিক ত্বরণ কত?

সমাধান : দেয়া আছে,

$$\text{অঞ্চলিক তরঙ্গটির সমীকরণ, } y = 7 \sin \pi(t - 0.005x) \text{ cm}$$

$$\therefore \text{কণার সর্বাধিক সরণ, } y_{\max} = a \\ = 7 \text{ cm} \quad \begin{array}{l} \text{এখানে,} \\ \text{বিস্তার, } a = 7 \text{ cm} \end{array}$$

$$\text{কণার সর্বাধিক বেগ, } v_{\max} = \omega a \\ = \pi \times 7 \text{ cm s}^{-1} \\ = 22 \text{ cm s}^{-1}$$

$$\text{কণার সর্বাধিক ত্বরণ, } a_{\max} = -\omega^2 a \\ = -\pi^2 \times 7 \text{ cms}^{-2} \\ = -69.08 \text{ cms}^{-2}$$

$$\text{সমস্যা ৩৯। } y_1 = 0.1 \sin \frac{\pi}{2} (200t - x) \text{ cm } \text{এবং } y_2 = 0.2 \sin \frac{\pi}{2} (200t - x + 5) \text{ cm}$$

(200t - x + 5) cm হলো দুটি তরঙ্গের সমীকরণ। দেখাও যে, তরঙ্গ দুটির দশা পার্থক্য পরিবর্তিত হতে পারে না। ওই দশা পার্থক্যের মান কত?

সমাধান : দেওয়া আছে, অঞ্চলিক তরঙ্গসমষ্টির সমীকরণ,

$$y_1 = 0.1 \frac{\pi}{2} (200t - x) \text{ cm } \text{এবং } y_2 = 0.2 \sin \frac{\pi}{2} (200t - x + 5) \text{ cm}$$

$$\therefore \text{তরঙ্গসমষ্টির দশা পার্থক্য} = \frac{\pi}{2} (200t - x + 5) - \frac{\pi}{2} (200t - x) \\ = \frac{\pi}{2} \times (200t - x + 5 - 200t + x) \\ = \frac{\pi}{2} \times 5 \text{ যা একটি ধূব সংখ্যা}$$

অতএব, তরঙ্গসমষ্টির দশা পার্থক্য পরিবর্তিত হতে পারে না।

$$\text{এখন, দশা পার্থক্য} = \frac{\pi}{2} \times 5 = 4.2 + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2} [\text{চতুর্ভাগ বিবেচনায়}]$$

$$\text{অতএব, দশা পার্থক্য } \frac{\pi}{2}$$

সমস্যা ৪২। 24টি সূর শলাকা ক্রমবর্ধমান কম্পাঙ্কে সাজানো আছে। যে কোনো একটি সূর শলাকা এর পূর্ববর্তী শলাকার সাথে সেকেভে ৫টি বীট উৎপন্ন করে এবং শেষ সূর শলাকা যদি প্রথমটির অস্টক হয় তাহলে প্রথম ও শেষ শলাকা দুটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, 24টি সূরশলাকা ক্রমবর্ধমান কম্পাঙ্কে সাজানো আছে।

$$\therefore f + (f \times 4) + (f + 2 \times 4) + \dots + f + 23 \times 4 = 2f$$

$$\text{বা, } f = 23 \times 4 = 92$$

$$\therefore \text{প্রথম কম্পাঙ্কটি } 92$$

$$\therefore \text{অপরটি ছিঁড়ুল}$$

$$\therefore f = 2f = 2 \times 92 = 184$$

$$\therefore \text{প্রথমটি } 92, \text{ শেষটি } 184।$$

সমস্যা ৪৫। একটি বক্তুর ছন্দিত গতি $x = 100 \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right)$ m সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যায়। $t = 2$ s সময়ে উত্ত বক্তুর (ক) সরণ (খ) বেগ ও (গ) ত্বরণ নির্ণয় কর। [BUET '03-04]

$$\text{সমাধান : (ক) সরণ, } x = 10 \cos \left(10\pi \frac{\pi}{4} \right) = 7.07 \text{ m}$$

$$(খ) বেগ, $v = \frac{dx}{dt} = -10 \times 5\pi \times \sin \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right); t = 2$ হলে$$

$$\therefore v = 111.07 \text{ m s}^{-1}$$

$$(গ) ত্বরণ, $a = \frac{dv}{dt} = -10 \times 5\pi \times 5\pi \cos \left(5\pi t + \frac{\pi}{4} \right); t = 2$ হলে, $a = 1744.71 \text{ m s}^{-2}$$$

বৃহাত সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র



একাদশ-বাদশ শ্রেণি

সমস্যা ৪৬। একটি কম্পাঙ্কের দুইটি শব্দ তরঙ্গের তীব্রতা যথাক্রমে $10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ এবং $10^{-10} \text{ W m}^{-2}$ । শব্দ তরঙ্গ দুটির তীব্রতা ভরের পার্থক্য বেল ও ডেসিবেল এ কত হবে? [BUET '01-02]

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১১২ গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 20 dB]

সমস্যা ৪৭। দুইটি একই ধরনের তার সমকম্পাঙ্ককে তির্যক কম্পাঙ্কে কম্পিত হচ্ছে। যখন একটি তারের টান 2.01% বৃদ্ধি করা হয় এবং তার দুইটিকে একত্রে কম্পিত করা হয়, তখন প্রতি সেকেভে 3টি ঘরকম্প উৎপন্ন হয়। তার দুইটির প্রারম্ভিক কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [KUET '05-06]

$$\text{সমাধান : } T_2 = T_1 + \frac{2.01}{100} \times T_1 \therefore T_2 = 1.0201 T_1$$

$$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{1.0201} \text{ বা, } f_2 = 1.01 f_1 \therefore f_2 > f_1$$

$$\text{বা, } 1.01 f_1 - f_1 = 3 \text{ বা, } 0.01 f_1 = 3 \text{ বা, } f_1 = 300 \text{ Hz } \text{এবং } f_2 = 303 \text{ Hz}$$

সমস্যা ৪৮। একটি ভাকুয়াম ক্লীনার ও একটি টেলিভিশনের শব্দের তীব্রতার মাত্রা যথাক্রমে 80 dB এবং 78 dB। এদের সমিলিত শব্দের তীব্রতার মাত্রা কত? [শর্মাজ তীব্রতা 10^{-12} Wm^{-2}] [BUET '12-13; RUET '07-08; KUET '03-04; CUET '05-06]

$$\text{সমাধান : } \beta_{V,C} = 80 \text{ dB}; \beta_{T,V} = 78 \text{ dB}$$

$$\text{এখন, } 80 = 10 \log_{10} \left(\frac{I_{VC}}{I_0} \right)$$

$$\text{বা, } I_{VC} = 10^8 I_0.$$

$$\text{আবার, } 78 = 10 \log_{10} \left(\frac{I_{TV}}{I_0} \right)$$

$$\text{বা, } \frac{I_{TV}}{I_0} = 10^{7.8}$$

$$\text{এখন, } I = I_{TV} + I_{VC} = 10^{7.8} I_0 + 10^8 I_0 = (10^{7.8} + 10^8)$$

$$\beta = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \text{ dB} = \left\{ 10 \log_{10} \left(\frac{10^{7.8} + 10^8}{I_0} \right) \right\} \text{dB} = 82.124 \text{ dB}$$

সমস্যা ৪৯। 60 cm দীর্ঘ একটি তার প্রতি সেকেভে 120 বার কাপে। যদি এর দৈর্ঘ্য 40 cm করা হয় এবং টান 4 গুণ বৃদ্ধি করা হয়, তাহলে তারের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। [RUET '09-10]

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০৭ গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : 360 Hz]

সমস্যা ৫০। একটি সূতা $y = 5 \cos \frac{\pi}{3} x \sin 40 \pi$ m সমীকরণ অনুযায়ী স্পন্দিত হচ্ছে। যে তরঙ্গ দুইটির উপরিপাতনের ফলে স্পন্দনটির সূচি হয় তার বিস্তার ও বেগ নির্ণয় কর। এখানে x ও y এর একক হচ্ছে cm এবং t এর একক হচ্ছে sec। [BUET '13-14]

সমাধান : $y = 2a \sin \omega t \cos kx; \omega = 40 \pi$

$$\therefore a = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ cm}; k = \frac{\pi}{3}; v = \frac{\omega}{k} = \frac{40 \pi}{\frac{\pi}{3}} = 120 \text{ cm s}^{-1}$$

সমস্যা ৫১। দুটি $\frac{\pi}{2}$ rad দশা পার্থক্যের সম্মুখ অঞ্চলিক তরঙ্গ একই দিকে ধাবিত হচ্ছে। যদি তরঙ্গ দুটির প্রত্যেকটির বিস্তার y_m হয় তবে লক্ষ্য তরঙ্গটির বিস্তার কত? [BUET '14-15]

$$\text{সমাধান : } A_B = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos(\alpha)} \\ = \sqrt{y_m^2 + y_m^2 + 2y_m^2 \cos \frac{\pi}{2}} \\ = \sqrt{2y_m^2 + 0} = \sqrt{2} y_m$$

১০ ড. শাহজাহান তপন, মুহম্মদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। বাতাসে একটি সূরশলাকার সৃষ্টি শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 50cm এবং অপর একটি সূরশলাকার সৃষ্টি তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 70 cm । প্রথম সূরশলাকার কম্পাঙ্ক 350 Hz হলে দ্বিতীয় সূরশলাকার কম্পাঙ্ক কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২। একটি শব্দ তরঙ্গ বায়ুতে 3 মিনিটে 1020 মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে; এই শব্দ তরঙ্গের দৈর্ঘ্য 50 cm হলে তরঙ্গের পর্যায়কাল কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩। একটি সূরশলাকা A মাধ্যমে 10 cm এবং B মাধ্যমে 15 cm দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তরঙ্গ সঞ্চালন করে। A মাধ্যমে শব্দের বেগ 3 m s^{-1} হলে B মাধ্যমে শব্দ $5s$ -এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৪। একটি সূরশলাকা দুটি মাধ্যমে যথাক্রমে 10 cm এবং 15 cm তরঙ্গদৈর্ঘ্যের তরঙ্গ সৃষ্টি করে। প্রথম মাধ্যমে সূরশলাকার সৃষ্টি শব্দ যদি 10 সেকেণ্টে 4000 m অতিক্রম করে তবে দ্বিতীয় মাধ্যমে শব্দের বেগ কত?

সমাধান : এখানে,

$$\text{প্রথম মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য } \lambda_1 = 10\text{ cm} = 0.1\text{ m}$$

$$\text{দ্বিতীয় মাধ্যমে তরঙ্গদৈর্ঘ্য } \lambda_2 = 15\text{ cm} = 0.15\text{ m}$$

$$\text{প্রথম মাধ্যমে শব্দের বেগ} = v_1$$

$$\text{দ্বিতীয় মাধ্যমে শব্দের বেগ}, v_2 = ?$$

প্রথম মাধ্যমে 10s এ অতিক্রম করে, 4000 m দূরত্ব

$$\begin{aligned} \text{সূতরাং, প্রথম মাধ্যমে শব্দের বেগ} &= \frac{4000}{10} \text{ m s}^{-1} \\ &= 400 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, প্রথম মাধ্যমে শব্দের বেগ, $v_1 = 400 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{সূরশলাকার কম্পাঙ্ক, } n = \frac{v_1}{\lambda_1} = \frac{400 \text{ ms}^{-1}}{0.1\text{m}} = 4000 \text{ Hz} = 4000 \text{ s}^{-1}$$

আবার,

$$\text{দ্বিতীয় মাধ্যমে শব্দের বেগ}, v_2 = n\lambda_2 = 4000 \text{ s}^{-1} \times 0.15 \text{ m} = 600 \text{ m s}^{-1}$$

অতএব, দ্বিতীয় মাধ্যমে শব্দের বেগ 600 m s^{-1}

সমস্যা ৫। A মাধ্যমে শব্দের বেগ B মাধ্যমে শব্দের বেগের 5 গুণ বেশি। B মাধ্যমে একটি শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10 cm হলে A মাধ্যমে উৎসের 100 বার কম্পনে শব্দ কতদূর যাবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৬। P ও Q দুটি মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে 300 m s^{-1} এবং 350 m s^{-1} । মাধ্যম দুটিতে শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.1m হলে সূরশলাকার 50 কম্পনে শব্দ Q মাধ্যমে কতদূর যাবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৭। কোনো মাধ্যমে 480 Hz এবং 320 Hz কম্পাঙ্কের দুটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 2m হলে মাধ্যমে শব্দের বেগ কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। কোনো মাধ্যমে 512 Hz ও 480 Hz কম্পাঙ্কের দুটি শব্দ তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.75 m । ঐ মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর : } 5760 \text{ m s}^{-1}]$$

সমস্যা ৯। 320 Hz কম্পাঙ্কের একটি সূরশলাকা হতে বাতাসে ও পানিতে উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 3.9 m । বায়ুতে শব্দের বেগ 345 m s^{-1} হলে পানিতে শব্দের বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। 320 Hz কম্পাঙ্কের একটি সূরশলাকা হতে বাতাসে ও পানিতে উৎপন্ন তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4 m । বায়ুতে শব্দের বেগ 345 m s^{-1} হলে পানিতে শব্দের বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর : } 1625 \text{ m s}^{-1}]$$

সমস্যা ১১। 300 Hz কম্পাঙ্কের একটি শব্দ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4.16 m । বায়ুতে শব্দের বেগ 352 m s^{-1} হলে, পানিতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১২। দুটি সূরশলাকা কম্পাঙ্কের পার্থক্য 118 Hz । বাতাসে শলাকা দুটি যে তরঙ্গ উৎপন্ন করে, তাদের একটির দুটি পূর্ণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অপরটির তিনটি পূর্ণ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সমান। শলাকাবয়ের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৩। একটি সূরশলাকা যে সময়ে 200 বার কম্পন দেয় সে সময়ে এটি ধারা সৃষ্টি শব্দ তরঙ্গ বাতাসে 140m দূরত্ব অতিক্রম করে। সূরশলাকার কম্পাঙ্ক 500 Hz হলে বায়ুতে শব্দের বেগ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৪। কোনো এক সীমাবদ্ধ মাধ্যমে সৃষ্টি স্থির তরঙ্গের কম্পন 320 Hz । তরঙ্গের প্রপর দুটি নিষ্পন্দ বিন্দুর দূরত্ব 0.52 m । মাধ্যমে তরঙ্গ বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

$$[\text{উত্তর : } 332.8 \text{ m s}^{-1}]$$

সমস্যা ১৫। একটি অঞ্গগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 5 \sin (200\pi t - 1.57x)$ এখানে সবক্ষতি রাখি S. I পদ্ধতিতে প্রদত্ত। তরঙ্গাটির বিস্তার, কম্পাঙ্ক, বেগ ও পর্যায়কাল নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। $y = 10 \sin (240\pi t - 0.16\pi x)$, এখানে সবক্ষতি রাখি S. I এককে প্রদত্ত। তরঙ্গাটির বিস্তার, কম্পাঙ্ক, পর্যায়কাল ও শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৭। একটি তারের যথ্যদিয়ে অঞ্গগামী আড় তরঙ্গের সমীকরণ হচ্ছে, $y = 90 \sin \pi (20t - 0.1x)$, এখানে y এবং x মিটার এবং t সেকেণ্টে প্রকাশিত। তরঙ্গাটির (i) বিস্তার, (ii) তরঙ্গদৈর্ঘ্য, (iii) কম্পাঙ্ক ও (iv) তরঙ্গবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৮। কোনো কক্ষের তীব্রতা $1 \times 10^{-7} \text{ W m}^{-2}$ । শব্দের তীব্রতা হিঁগু হলে নতুন তীব্রতা লেভেল নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 53 dB]

সমস্যা ১৯। কোনো শ্রেণিকক্ষে শব্দের তীব্রতা 10^{-7} W m^{-2} । শব্দের তীব্রতা তিনগুণ হলে নতুন তীব্রতা লেভেল কত হবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 54.77 dB]

সমস্যা ২০। কোন শ্রেণিকক্ষের শব্দের তীব্রতা 10^{-8} W m^{-2} । শব্দের তীব্রতা তিনগুণ হলে নতুন তীব্রতা লেভেল কত হবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২১। একটি সজীভান্তুনের আ্যামপ্লিফায়ার থেকে 1W ক্ষমতা শক্তি উৎপন্ন হলে ঐ শব্দের তীব্রতা লেভেল কত?

সমাধান : এখানে, শব্দের তীব্রতা, $I = 1 \text{ W m}^{-2}$

প্রামাণ তীব্রতা লেভেল, $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$

শব্দের তীব্রতা লেভেল, $\beta = ?$

আমরা পাই,

$$\beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \text{ dB} = 10 \log \left(\frac{1 \text{ W m}^{-2}}{10^{-12} \text{ W m}^{-2}} \right) \text{ dB} \quad \left[\because \frac{I}{I_0} = \frac{P}{P_0} \right] \\ = 120 \text{ dB}$$

সূতরাং, শব্দের তীব্রতা লেভেল 120 dB

সমস্যা ২২। কোনো শব্দের তীব্রতা প্রামাণ তীব্রতার 100 গুণ হলে ঐ শব্দের তীব্রতার লেভেল কত ডিসিবেল?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৩। দুটি সুরেলী কাঁটা একত্রে শব্দায়িত করলে 3 সেকেন্ডে 15 টি বীট উৎপন্ন হয়। একটি সুরেলী কাঁটার কম্পাঙ্ক প্রতি সেকেন্ডে 252 Hz হলে, অপরটির কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : এখানে, একটি শলাকার কম্পাঙ্ক, $n_1 = 252 \text{ Hz}$

$$\text{প্রতি সেকেন্ডে বীট সংখ্যা, } N = \frac{15}{3} = 5$$

অপর শলাকার কম্পাঙ্ক, $n_2 = ?$

আমরা পাই, $n_2 = n_1 \pm N = (252) \pm 5 \text{ Hz} = 257 \text{ Hz}$ বা, 247 Hz

অতএব, অপর সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 257 Hz বা, 247 Hz।

সমস্যা ২৪। A ও B দুটি সুরশলাকাকে একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে 5টি বীট উৎপন্ন হয়। A-এর বাহুতে মোম লাগালে বীটের সংখ্যা এটি হয়। B এর কম্পাঙ্ক 380 Hz হলে A এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৫। দুটি সুরশলাকা A ও B একত্রে কম্পিত হলে প্রতি সেকেন্ডে ৪টি বীট উৎপন্ন হয়। কিন্তু A-তে খানিকটা মোম লাগালে বীট কমে যায়। B-এর কম্পাঙ্ক 256 Hz হলে, A-এর কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 260 Hz]

সমস্যা ২৬। A ও B দুটি সুরশলাকাকে একসাথে বাজালে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট শোনা যায়। A-এর ভর কমালে বীট কমে যায়। B-এর কম্পাঙ্ক 430 Hz হলে A-এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, প্রাথমিক অবস্থায় বীট সংখ্যা, $N = 5$

B এর কম্পাঙ্ক, $n_B = 430 \text{ Hz}$

A-এর কম্পাঙ্ক, $n_A = ?$

আমরা পাই, $n_A = n_B \pm N = (430 \pm 5) \text{ Hz} = 435 \text{ Hz}$ বা, 425 Hz



একাদশ-দ্বাদশ শ্রেণি

প্রশ্নসমূহে, A এর ভর কমানোর ফলে বীট সংখ্যা কমে যায়।

তাই, n_A, n_B এর চেয়ে কম হয়। অর্থাৎ $n_A = n_B - N$

অতএব, A এর কম্পাঙ্ক, 425 Hz।

সমস্যা ২৭। A ও B দুটি সুরশলাকা একত্রে শব্দায়িত করলে 3 সেকেন্ডে 15টি বীট উৎপন্ন হয়। A' এর বাহুতে ভর লাগালে বীট বাড়ে। A-এর কম্পাঙ্ক 300 Hz হলে B এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 305 Hz]

সমস্যা ২৮। কোনো ঘায়মে A ও B দুটি সুরশলাকা একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৮টি বীট উৎপন্ন হয়। A-এর ভর কমালে বীট কমে। A-এর ভর কমালে বীট কমে। A-এর কম্পাঙ্ক 450 Hz হলে B এর কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 457 Hz]

সমস্যা ২৯। A ও B দুটি সুরেলী কাঁটা এক সাথে ধ্বনিত হলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। A-কে একটু ঘষা হলো। এতে বিটের সংখ্যা বৃদ্ধি পেল। B-এর কম্পাঙ্ক 510 Hz হলে ঘষার পূর্বে A এর কম্পাঙ্ক কত ছিল।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

[উত্তর : 515 Hz]

সমস্যা ৩০। A ও B দুটি সুরেলী কাঁটা একসাথে ধ্বনিত হলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। A কে একটু ঘষা হলে বীট সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। B-এর কম্পাঙ্ক 515 Hz হলে ঘষার পূর্বে A এর কম্পাঙ্ক কত ছিল?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩১। A সুরশলাকার কম্পাঙ্ক 288 Hz। A ও B সুরশলাকারয়েকে একই সাথে বাজালে প্রতি সেকেন্ডে ৪টি বীট শোনা যায়। A-কে কিছু ঘষে A এবং B কে পুনরায় একই সাথে বাজালে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট শোনা যায়। B সুরশলাকার কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, A এর কম্পাঙ্ক, $n_A = 288 \text{ Hz}$

বীট সংখ্যা, $N = 4$; B এর কম্পাঙ্ক, $n_B = ?$

আমরা পাই, $n_B = n_A \pm N = (288 \pm 4) \text{ Hz} = 292$ বা, 284 Hz

প্রশ্নসমূহে, A কে ঘষার ফলে বীট সংখ্যা বৃদ্ধি পায়

তাই, A ও B এর কম্পাঙ্কের পার্থক্য বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ $n_B < n_A$ হয়।

অতএব, B এর কম্পাঙ্ক 292 Hz হতে পারে না।

তাই B এর কম্পাঙ্ক 284 Hz হবে।

সমস্যা ৩২। A ও B দুটি সুরেলী কাঁটা একত্রে ধ্বনিত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। A-কে একসাথে বাজালে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট শোনা যায়। A-কে কিছু ঘষে A এবং B কে পুনরায় একই সাথে বাজালে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট শোনা যায়। B সুরেলাকার কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, A এর কম্পাঙ্ক, $n_A = 288 \text{ Hz}$

প্রশ্নসমূহে, A কে ঘষার ফলে বীট সংখ্যা বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ $n_B > n_A$ হয়।

অতএব, B এর কম্পাঙ্ক 292 Hz হতে পারে না।

তাই B এর কম্পাঙ্ক 284 Hz হবে।

সমস্যা ৩৩। A ও B দুটি সুরেলী কাঁটা একত্রে ধ্বনিত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। A-কে একটু ঘষে পুনরায় ধ্বনিত করলে একই সংখ্যক বিট উৎপন্ন হয়। B-এর কম্পাঙ্ক 510 Hz। ঘষার পূর্বে ও পরে A এর কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর এবং ঘটনাটি ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

[উত্তর : 325 Hz]

সমস্যা ৩৪। কোনো গ্যাসে 0.50 m ও 0.505 m তরঙ্গদৈর্ঘ্যবিশিষ্ট দুটি

তরঙ্গ প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন করলে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।