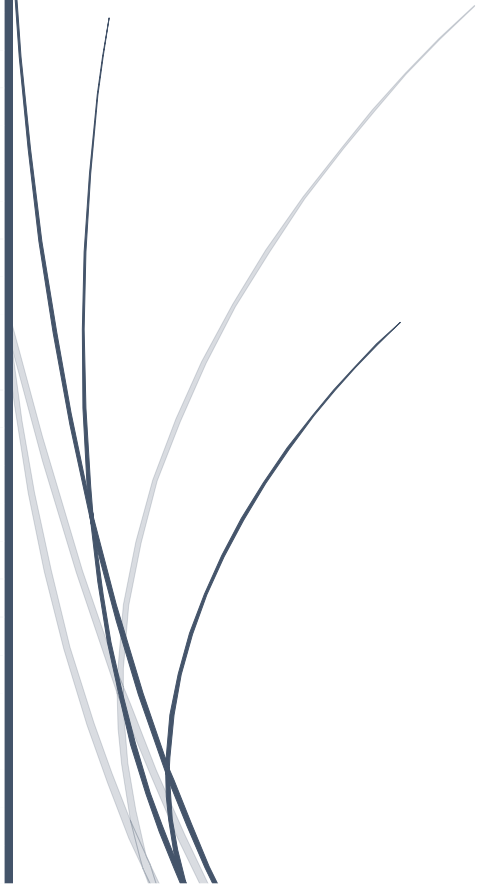


৩৪৫



প্রয়োজনীয় সূত্রাবলীঃ

১। কম্পাঙ্ক $f = \frac{1}{T}$

২। বেগ $v = f\lambda = C$

৩। বেগ $\frac{V_A}{V_B} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$

৪। বেগ $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{f_2}{f_1}$

৫। উপরিপাতনের নীতি $y = y_1 \pm y_2$

৬। তরঙ্গের সমীকরণ $y = a \sin 2\pi ft$

৭। তরঙ্গের সমীকরণ $y = a \sin(\omega t - \phi)$

৮। তরঙ্গের সমীকরণ $y = a \sin 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$

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

১০। স্থির তরঙ্গের সমীকরণ $y = 2a \sin \frac{2\pi}{T} \cos \frac{2\pi x}{\lambda}$

১১। শব্দোচ্চতা $\beta = 10 \log(I)$

১২। $\frac{d\beta}{dt} = \frac{10}{I}$

১৩। $I = 1.26 I_0$

১৪। শব্দোচ্চতার পার্থক্য বা তীব্রতা লেভেল $L = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right) dB$

১৫। বীটের সংখ্যা $N = f_1 - f_2 \text{ or } f_2 - f_1$

১৬। তারের বেগ $v = \sqrt{\frac{T}{m}}$

১৭। তারের কম্পাঙ্ক $f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} = \frac{1}{2lr} \sqrt{\frac{T}{\pi \rho}}$

Type-01: শব্দের বেগ

EXAMPLE-01: একটি সুরশলাকা A মাধ্যমে 10 cm এবং B মাধ্যমে 15cm দৈর্ঘ্যের তরঙ্গ সৃষ্টি করে। A মাধ্যমে শব্দের বেগ $3ms^{-1}$ হলে B মাধ্যমে শব্দ 5 সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান : মনে করি, A ও B মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে V_A এবং V_B

$$V = n\lambda \text{ হতে } \frac{V_A}{V_B} = \frac{n\lambda_A}{n\lambda_B} \Rightarrow V_B = \frac{.15}{.10} \times 3 = 4.5ms^{-1}$$

ধরা যাক, B মাধ্যমে নির্ণেয় অতিক্রান্ত দূরত্ব = S

তাহলে লিখা যায়, $S = V_B t = 4.5 \times 5 = 22.5m$

EXAMPLE-02: A মাধ্যমে শব্দের বেগ B মাধ্যমে শব্দের বেগের 5 গুণ। মাধ্যম দুটিতে একটি শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 4m। B মাধ্যমে শব্দের বেগ 380 ms^{-1} হলে শব্দের উৎসের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

ধরা যাক, A ও B মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে V_A এবং V_B এবং নির্ণেয় কম্পাঙ্ক = f

$$\text{প্রশ্নের শর্তানুযায়ী, } \lambda_A - \lambda_B = 4 \Rightarrow \frac{1}{f}(V_A - V_B) = 4 \Rightarrow f = \frac{5V_B - V_B}{4} = \frac{4 \times 380}{4} = 380 \text{ Hz}$$

EXAMPLE-03: কোন একটি মাধ্যমে একটি সূরশলাকা হতে উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য 3 cm এবং মাধ্যমে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} । অপর একটি মাধ্যমে শব্দের বেগ 300 ms^{-1} হলে ঐ মাধ্যমে সূরশলাকাটির 66 টি পূর্ণ কম্পনে শব্দ কত দূর যাবে?

সমাধানঃ মনে করি, A ও B মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে V_A এবং V_B

$$V = n\lambda \text{ হতে } \frac{V_A}{V_B} = \frac{n\lambda_A}{n\lambda_B} \Rightarrow \lambda_B = \frac{300}{330} \times .03 = \frac{3}{110} \text{ m}$$

$$\therefore 66 \text{ টি পূর্ণ কম্পনের জন্য অতিক্রান্ত দূরত্ব} = \frac{3}{110} \times 66 = 1.8 \text{ m}$$

EXAMPLE-04: দুটি লাউড স্পীকার A এবং B এর মধ্যকার দূরত 1.0 m। এরা উভয়েই একই স্পন্দকের সাথে যুক্ত। ফলে উভয়েই 1700 Hz এর শব্দ তরঙ্গ সৃষ্টি করে। একটি সুবেদী গ্রাহক যন্ত্রকে AB সংযোগ রেখার 2.40 m দূরে এবং এর সাথে সমান্তরাল আর একটি রেখা PQ বরাবর সরানো যায়। AB রেখার লম্বদ্বিখন্ডক MP রেখার উপর P বিন্দুতে যন্ত্রটি একটি প্রবল শব্দ ধারণ করে। যন্ত্রটিকে যখন B-এর বিপরীত বিন্দু Q-তে স্থানান্তর করা হয় তখন পরবর্তী প্রবল শব্দটি ধারণ করে। শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

সমাধানঃ

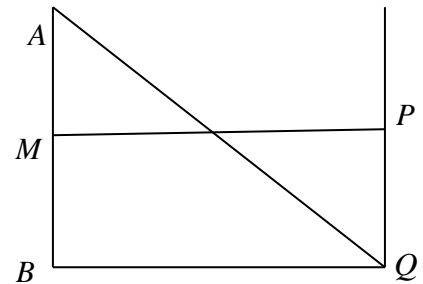
P এবং Q বিন্দুতে শব্দের গঠনমূলক ব্যতিচার ঘটে। যেহেতু P বিন্দু AB এর লম্বদ্বিখন্ডকের উপরে অবস্থিত $AP = BP$ অর্থাৎ উৎস দুটি হতে P বিন্দুর পথ পার্থক্য = 0। অতএব, এই বিন্দুতে একটি প্রবল শব্দ শোনা যাবে। পরবর্তী প্রবল শব্দ Q বিন্দুতে শোনা যায়। অতএব, গঠনমূলক ব্যতিচারের শর্তানুযায়ী,

$$AQ - BQ = \lambda \text{ যেখানে, } \lambda = \text{তরঙ্গ দৈর্ঘ্য}$$

$$\triangle ABC \text{ হতে } AQ^2 = AB^2 + BQ^2 \Rightarrow AQ = \sqrt{2.4^2 + 1.0^2} = 2.6 \text{ m}$$

$$\therefore \lambda = 2.6 - 2.4 = 0.2 \text{ m}$$

$$v = n\lambda = 1700 \times 0.2 = 340 \text{ ms}^{-1}$$



EXAMPLE-05: তিনটি সূর-শলাকার কম্পাঙ্ক যথাক্রমে 123Hz, 369 Hz, 615 Hz। এরা বায়ুতে যে তরঙ্গ সৃষ্টি করে তাদের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় কর।

$$\text{সমাধানঃ } \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{369}{123} = \frac{3}{1}, \frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{n_3}{n_1} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{615}{123} = \frac{5}{1} = \frac{3}{3/5}$$

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

EXAMPLE-06: A ও B দুটি মাধ্যমে শব্দের বেগ যথাক্রমে $332ms^{-1}$ ও $1600ms^{-1}$ মাধ্যমে দুটিতে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য = $0.1m$ হলে সুর শলাকার 20 টি কম্পনে শব্দ B মাধ্যমে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? কম্পাংক একই থাকবে সুতরাং দ্বিতীয় মাধ্যমে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশি হবে,

$$\lambda_A - \lambda_B = 4 \Rightarrow \frac{1}{f}(V_A - V_B) = 4 \Rightarrow f = \frac{V_A - V_B}{4} = \frac{1600 - 332}{4} = 317Hz$$

$$1 \text{ বার কম্পনে শব্দ অতিক্রম করে } \frac{1600}{317} = 5.07m$$

$$20 \text{ বার কম্পনে শব্দ অতিক্রম করে } 20 \times 5.073 = 100.95m$$

EXAMPLE-07: বায়ু ও পানিতে 300 Hz কম্পাংকের একটি শব্দ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য $4.16m$ বায়ুতে শব্দের বেগ 352 ms^{-1} হলে পানিতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

কম্পাংক উভয় মাধ্যমে একই পানি মাধ্যম শব্দের বেগ বেশি সুতরাং পানি মাধ্যমে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশি হবে।

$$\lambda_A - \lambda_B = 4 \Rightarrow \frac{1}{f}(V_A - V_B) = 4.16 \Rightarrow V_A = 300 \times 4.16 = 1248ms^{-1}$$

EXAMPLE-08: একটি সুরশলাকা A মাধ্যমে $0.1m$ এবং B মাধ্যমে 0.15 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট তরঙ্গ উৎপন্ন করে। A-মাধ্যমে শব্দের বেগ 3 ms^{-1} হলে B মাধ্যমে শব্দ 4s এ কতদূরত্ব অতিক্রম করবে?

$$n = \frac{v_A}{\lambda_A} = \frac{v_B}{\lambda_B} \Rightarrow V_B = \frac{3 \times 0.15}{0.10} = 4.5ms^{-1}, S = Vt = 4.5 \times 4 = 18m$$

Practice:

- ১। কোন একটি মাধ্যমে একটি সুর শলাকা হতে উৎপন্ন শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $0.04m$ এবং ঐ মাধ্যমে শব্দের বেগ 330 ms^{-1} । অপর একটি মাধ্যমে শব্দের বেগ 300 ms^{-1} হলে ঐ মাধ্যমে সুর শলাকাটির 55 টি পূর্ণ কম্পনে শব্দ কত দূর যাবে? Ans: 2.0 m
- ২। একটি সুর শলাকা কর্তৃক বায়ুতে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $1.0m$ এবং হাইড্রোজেনে সৃষ্ট শব্দের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য $4.0m$ । বায়ুতে শব্দের বেগ 332 ms^{-1} হলে হাইড্রোজেনে শব্দের বেগ বের কর। ঐ শব্দ হাইড্রোজেনে 5 sec এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? Ans: $1328 \text{ ms}^{-1}, 6640 \text{ m}$
- ৩। $0.325m$ ব্যবধানে অবস্থিত তরঙ্গের দুটি কণার মধ্যে দশা পার্থক্য 3.14 রেডিয়ান। তরঙ্গ উৎসের কম্পাঙ্ক 512 cycle s^{-1} হলে, মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর। Ans: 332.8 ms^{-1}
- ৪। কোন এক সীমাবদ্ধ মাধ্যমে সৃষ্ট স্থির তরঙ্গের কম্পাঙ্ক $256Hz$ এবং তরঙ্গের পরসপর সংলগ্ন দুটি নিম্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.70 m । মাধ্যমে তরঙ্গের বেগ নির্ণয় কর। Ans: 358.4 ms^{-1}

Type-02: $y = a \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x\right)$

EXAMPLE-01: একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ $y = 10\sin(20\pi t - 1.57x)m$ এখানে সবকটি রাশি S.I এককে প্রদত্ত। তরঙ্গটির বিস্তার, কম্পাঙ্ক, বেগ ও পর্যায়কাল নির্ণয় কর।

সমাধানঃ অগ্রগামী তরঙ্গের একটি প্রমিত সমীকরণ হল- $y = a \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x\right)$

একে প্রদত্ত সমীকরণ $y = 10\sin(20\pi t - 1.57x)m$ এর সাথে তুলনা করলে লেখা যায়,
বিস্তার, $a=10m$

কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = 20\pi \Rightarrow 2\pi n = 20\pi \Rightarrow n = 10Hz$

পর্যায়কাল, $T = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0.1s$, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\frac{2\pi}{\lambda} = 1.57 \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{1.57} = 4m$

তরঙ্গ বেগ, $V = n\lambda = 10 \times 4 = 40ms^{-1}$

EXAMPLE-02: একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 5\sin(200\pi t - 1.57x)m$ তরঙ্গটির বেগ কত?

$\omega = \frac{2\pi}{T} = 200\pi \Rightarrow T = 0.01s$ $v = n\lambda = 100 \times 4 = 400ms^{-1}$

$\Rightarrow \omega = 2\pi n = 200\pi \Rightarrow n = 100$

$\frac{2\pi}{\lambda} = 1.57 \therefore \lambda = \frac{2\pi}{1.57} = 4m$

EXAMPLE-03: তরঙ্গটি $t = \frac{T}{4}s$ এ $x = 10m$ দূরত্ব অতিক্রম করলে উল্লম্ব সরণ কত?

$y = 5\sin\left(200\pi \frac{0.01}{4} - 1.57 \times 10\right) \Rightarrow 5\cos\left(\frac{1.57 \times 180 \times 10}{\pi}\right) = 5m$

EXAMPLE-04: কোন মাধ্যমে x - অক্ষের ঋণাত্মক দিকে গতিশীল একটি তরঙ্গের সমীকরণ লিখ যার বিস্তার $0.01m$, কম্পাঙ্ক 550 cycle s^{-1} এবং বেগ $330ms^{-1}$ ।

সমাধানঃ

আমরা জানি, ঋণাত্মক অক্ষের দিকে অগ্রগামী একটি তরঙ্গের একটি সমীকরণ হল-

$y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) \Rightarrow y = .01 \sin \frac{2\pi}{330} (330t + x) = 0.01 \sin \left(1100\pi + \frac{2\pi x}{0.6}\right)$

EXAMPLE-05: একটি তরঙ্গের পর্যায়কাল $T = 0.05s$ এবং বিস্তার $A = 6 \times 10^{-3}m$ তরঙ্গস্থিত কোন কণার গতি সরল হ্রদিত গতি হলে 60° দশা মুহূর্তে কণাটির সরণ ও বেগ নির্ণয় কর।

(১) মনে করি, সরণ= y

আমরা জানি, $y = a \sin \theta = 6 \times 10^{-3} \times \sin 60^\circ = 5.2 \times 10^{-3} m$

বেগ, $v = \frac{dy}{dt} = \frac{d}{dt} (a \sin \omega t) = a \omega \cos \omega t = 6 \times 10^{-3} \times \frac{2\pi}{0.05} \times \cos 60^\circ = 0.628ms^{-1}$

EXAMPLE-06: বায়ুতে 480Hz ও 320 Hz কম্পাংক বিশিষ্ট দুটি সুর শলাকা হতে সৃষ্ট তরঙ্গদ্বয়ের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য 0.346m দেখতে পেলে। পরবর্তীতে পানিতে একই বিন্দু 0 হতে উৎসদ্বয় আলাদাভাবে কম্পিত কম্পিত কর।। পানিতে শব্দের বেগ 1600ms^{-1} ? Q বিন্দুতে দশা পার্থক্য কত? যেখানে $OQ=3\text{m}$.

$$\text{পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_{w1} = \frac{1600}{480} = 3.33\text{Hz}$$

$$\text{পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, } \lambda_{w2} = \frac{1600}{320} = 5\text{Hz}$$

$$\text{পানিতে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পার্থক্য } \Delta\lambda_w = 5 - 3.33 = 2.67\text{m}$$

$$\text{প্রথম তরঙ্গের জন্য দশা কোণ } \delta_1 = \frac{2\pi x}{\lambda_{w1}} = \frac{2\pi \times 3}{3.33} = 1.8\pi$$

$$\text{দ্বিতীয় তরঙ্গের জন্য দশা কোণ } \delta_2 = \frac{2\pi x}{\lambda_{w2}} = \frac{2\pi \times 3}{5} = 1.5\pi$$

$$\text{দশা পার্থক্য } \Delta\delta = \delta_1 - \delta_2 = 0.3\pi \text{ সমদশায়}$$

Practice:

১। একটি আড় অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ $y = 0.8 \sin 2\pi \left(\frac{t}{0.3} - \frac{x}{30} \right)$ এখানে, দৈর্ঘ্যকে সেন্টিমিটারে

এবং সময়কে সেকেন্ডে প্রকাশ করা হয়েছে। তরঙ্গের বিস্তার, কম্পাঙ্ক, তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও বেগ বের কর। Ans: 8m, 3.33Hz, 30m এবং 100ms^{-1}

২। একটি কণা সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন। এর দোলনকাল 10s ও বিস্তার 0.15m (i) সাম্যাবস্থান হতে 2s পরে কণাটির সরণ ও ত্বরণ নির্ণয় কর। (ii) কণাটির সর্বোচ্চ ত্বরণ ও বেগের মান নির্ণয় কর। Ans: (i) 0.142m, 0.056ms^{-2} (ii) 0, 0.059ms^{-2}

Type-03: $f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$

EXAMPLE-01: 60 cm দীর্ঘ একটি টানা তার একটি সুরেলী কাঁটার সাথে ঐক্যতানে আছে। টান অর্ধেক করে ঐক্যতানে আনতে কত দৈর্ঘ্যের প্রয়োজন?

সমাধানঃ যেহেতু টানা তারের দু'অবস্থাতেই টানা তারটি সুরেলী কাঁটার সাথে ঐক্যতানে আছে অর্থাৎ প্রত্যেক ক্ষেত্রেই কম্পাঙ্ক একই হবে।

$$f = \frac{1}{2l_1} \sqrt{\frac{T_1}{\mu}} = \frac{1}{2l_2} \sqrt{\frac{T_2}{\mu}} \Rightarrow \frac{l_2}{l_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \Rightarrow l_2 = l_1 \times \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = 0.6 \times \sqrt{\frac{2}{1}} = 0.424264\text{m} = 42.43\text{cm}$$

EXAMPLE-02: একটি তারের 150cm দৈর্ঘ্যের ভর 3.2×10^{-4} তারটিতে 4 kg ভর ঝুলালে তারের কম্পাংক কত হবে? $g = 10 \text{ms}^{-2}$

$$n = \frac{1}{\lambda} \sqrt{\frac{T}{m}} = \frac{1}{2 \times 1.5} \sqrt{\frac{4 \times 10}{3.2 \times 10^{-4} / 1.5}} = 433\text{Hz}$$

EXAMPLE-03: দুটি সুরেলা কাঁটার প্রতি 3s এ 15 টি বীট তৈরী করে। কোন একটি কাটা টানা তারের 1.28cm দৈর্ঘ্যের সাথে এবং অপরটা 1.3 cm দৈর্ঘ্যের সাথে ঐক্য তাতে পৌছালে প্রথম কাটার কম্পাংক কত?

$$n_1 l_1 = n_2 l_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{1.3}{1.28} > 1$$

$$n_1 - n_2 = \frac{15}{3} = 5 \therefore n_1 \left(1 - \frac{n_2}{n_1}\right) = 5 \Rightarrow n_1 = \frac{5}{1 - \frac{1.28}{1.30}} = 325 \text{ Hz}$$

EXAMPLE-04: 1m ও 1.01m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি শব্দ তরঙ্গ কোন গ্যাসীয় মাধ্যমে 3 সেকেন্ড 10 টি বীট তৈরী করে। উক্ত মাধ্যমে শব্দের বেগ কত?

$$\text{সমাধানঃ } n_1 - n_2 = \frac{10}{3} \Rightarrow v \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = \frac{10}{3} \Rightarrow v = \frac{10}{3 \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{1.01} \right)} = 336.67 \text{ ms}^{-1}$$

Practice:

০১) দুটি সুরেলা কাঁটার প্রতি 3s এ 15 টি বীট তৈরী করে। কোন একটি কাটা টানা তারের 1.28cm দৈর্ঘ্যের সাথে এবং অপর কাটা 1.3 cm দৈর্ঘ্যের সাথে ঐক্য তাতে পৌছালে প্রথম কাটার কম্পাংক কত? Ans: 325Hz

০২) 1.00m ও 1.01m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি শব্দ তরঙ্গ কোন গ্যাসীয় মাধ্যমে 3 সেকেন্ড 10 টি বীট তৈরী করে। উক্ত মাধ্যমে শব্দের বেগ কত? Ans: 336.67 ms⁻¹

Type-04: সরল দোলকের ব্যবহারিক প্রয়োগ

* খনির মধ্যে বা একই উচ্চতায় উপরে সরল দোলক ধীরে চলে কারন g কম হয়।

সরল দোলকের দোলন কাল বেড়ে যায় ঘড়ি ধীরে চলে। কাল দীর্ঘ-হয়। এখন কথা হলো দিনে বা ঘন্টায় কত সময় বৃদ্ধি পায়।

শীতকালে কাল ছোট হয় ঘড়ি দ্রুত চলে কথা হলো দিনে বা ঘন্টায় কত সময় হ্রাস পায়।

EXAMPLE-01: সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি করলে উক্ত দোলক দিনে কত সময় হারাবে? কতগুলো দোলন হারাবে?

সমাধানঃ

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \text{ সূত্র হতে}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_1 + 0.01L_1}} = \sqrt{\frac{1}{1.01}}$$

$$T_2 = 2.01$$

$$\text{প্রতি 2s এ হারাবে .01s} \therefore 86400\text{s এ হারাবে } \frac{.01 \times 86400}{2} = 432\text{s}$$

$$\text{দোলন হারাবে} = \frac{432}{2} = 216 \text{ টি}$$

EXAMPLE-02: একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য শৈত্যের ফলে হ্রাস পায় ফলে দোলকটি দিনে 200

সেকেন্ড দ্রুত চলে। পরিবর্তিত দোলনকাল কত? দোলকের দৈর্ঘ্য কতটুকু হ্রাস পাবে?

সমাধানঃ 1 দিন = 86400 সেকেন্ড

86400 সেকেন্ডে দ্রুত চলে 200 সেকেন্ড

$$2 \text{ সেকেন্ডে দ্রুত চলে } \frac{200 \times 2}{86400} = 4.63 \times 10^{-3} s$$

$$\text{পরিবর্তিত দোলন কাল} = 2 - 4.63 \times 10^{-3} = 1.9954s$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{2}{1.9954} \right)^2 = 1.00465$$

$$\frac{L_2}{L_1} = 0.9954 \Rightarrow \frac{L_1 - L_2}{L_1} = 4.63 \times 10^{-3} = 0.47\%$$

EXAMPLE-03: k_1 ও k_2 বল ধ্রুবক বিশিষ্ট দুটি স্প্রিংকে শ্রেণীতে ও সমান্তরাল সমবয়ে যুক্ত করলে তাদের দোলনকালের অনুপাত কত হবে?

সমাধানঃ

$$\text{শ্রেণি সমবয়ে সরণ, } x_1 = \frac{ma}{k_1} + \frac{ma}{k_2} = ma \times \frac{k_1 + k_2}{k_1 \times k_2}$$

$$T_s = 2\pi \sqrt{\frac{\text{displacement}}{\text{acceleration}}} = 2\pi \sqrt{\frac{ma \times \frac{k_1 + k_2}{k_1 \times k_2}}{a}} = 2\pi \sqrt{m \frac{k_1 + k_2}{k_1 \times k_2}}$$

$$\text{সমান্তরাল সমবয়ে সরণ, } x_2 = -k_1 x - k_2 x = -x(k_1 + k_2)$$

$$\text{ত্বরণ, } a = \frac{F}{m} = \frac{-x(k_1 + k_2)}{m} = -\omega^2 x = -\left(\frac{2\pi}{T_p} \right)^2 x \Rightarrow T_p = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_1 + k_2}}$$

$$\frac{T_s}{T_p} = \sqrt{\frac{(k_1 + k_2)^2}{k_1 \times k_2}} = \frac{k_1 + k_2}{\sqrt{k_1 \times k_2}} \therefore T_s : T_p = (k_1 + k_2) : \sqrt{k_1 \times k_2}$$

Practice:

০১। কোন সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 2% বাড়ালে এটি প্রতিদিন কত সময় লাভ করবে বা হারাবে? কতটি পূর্ণ দোলন কম বা বেশি দিবে? [উত্তর : 847.06 সেকেন্ড হারাবে, 424টি]

০২। একটি সেকেন্ড দোলক 3.2 কিলোমিটার গভীরে খনির তলদেশে নিয়ে গেলে কত সেকেন্ড ধীরে চলবে? পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = 6400 কিলোমিটার। [উত্তর : 21.6 সেকেন্ড]

০৩। হিমালয়ের তৃতীয় উচ্চতম পর্বতশৃঙ্গ কাঞ্চনজঙ্ঘার উচ্চতা কত। সেখানে ঘড়ি প্রতিদিন 16 সেকেন্ড ধীরে চলে। [উত্তর : 8.604 কিলোমিটার]

০৪। একটি সরল দোলককে বিষুব অঞ্চলে নিলে দিনে ঘড়ি কত সেকেন্ড বেশি চলবে। [উত্তরঃ 0.72 মিনিট]

Type –05: বীট

বীটের সমস্যা সমাধানের জন্য নিম্নোক্ত বিষয় মনে রাখতে হবে:

(ক) অজানা সুরেলা কাঁটায় মোম লাগালে বা ভারযুক্ত করলে কম্পাঙ্ক কমে যাবে।

যদি বীট বেড়ে যায় তবে অজানা কম্পাঙ্ক জানা কম্পাঙ্ক অপেক্ষা কম হবে।

যদি বীট কমে যায় বা সমান থাকে তবে অজানা কম্পাঙ্ক জানা কম্পাঙ্ক অপেক্ষা বেশি হবে।

(খ) অজানা সুরেলা কাঁটাকে ঘষে বা ভারমুক্ত করলে কম্পাঙ্ক বেড়ে যাবে।

যদি বীট বেড়ে যায় তবে অজানা কম্পাঙ্ক জানা কম্পাঙ্ক অপেক্ষা বেশি হবে।

যদি বীট কমে যায় বা সমান থাকে তবে অজানা কম্পাঙ্ক জানা কম্পাঙ্ক অপেক্ষা ছোট হবে।

EXAMPLE-01: একটি সুর শলাকা কম্পাঙ্কের একটি সুর শলাকার সাথে প্রতি সেকেন্ডে ৪টি বীট দেয় এবং কম্পাঙ্কের সাথে ৬টি বীট দেয়। সুর শলাকাটির কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান :

১ম ক্ষেত্রে সম্ভাব্য কম্পাঙ্ক, $n = 512 \pm 4 = 508 \& 516\text{Hz}$

২য় ক্ষেত্রে সম্ভাব্য কম্পাঙ্ক, $n = 514 \pm 6 = 508 \& 520\text{Hz}$

সুতরাং যদি অজানা কম্পাঙ্ক 508Hz হয় তবে উভয়ের শর্ত পূরণ হয়

EXAMPLE-02: A ও B দুটি সুরশলাকা একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫ টি বীট শোনা যায়। A-এর ভর কিছু বাড়ালে বীট বেড়ে যায় A এর কম্পাঙ্ক 512Hz হলে B-এর কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : $n_B - n_A = N \Rightarrow n_B = N + n_A = 5 + 512 = 517\text{Hz}$

EXAMPLE-03: A ও B দুটি সুরশলাকা একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট তৈরী হয়। A-কে একটু ঘষে পুনরায় শব্দায়িত করলে একই সংখ্যক বীট পাওয়া যায়। B-এর কম্পাঙ্ক 510Hz হলে ঘষার পূর্বে ও পরে A এর কম্পাঙ্ক কত? Ans: 505 Hz ও 515 Hz [যথাক্রমে পূর্বে ও পরে]

সমাধান : ঘষার পূর্বে, $n_B - n_A = N \Rightarrow n_A = n_B - N = 510 - 5 = 505\text{Hz}$

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

EXAMPLE-04: ২৪টি সুরশলাকা ক্রমবর্ধমান কম্পাঙ্ক সাজানো হল। যে কোন সুর শলাকা এর পূর্ববর্তী সুর শলাকার সাথে ৪টি বীট তৈরী করে। শেষ সুর শলাকাটি যদি প্রথমটির এক অষ্টক উঁচু হয় তবে দ্বিতীয় সুর শলাকার কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : $f_1 + (n-1)N = f_n \Rightarrow f_1 + 23 \times 4 = 2f_1 \Rightarrow f_1 = 92\text{Hz}, \therefore f_2 = f_1 + 4 = 96\text{Hz}$

EXAMPLE-05: A ও B দুটি সুরেলী কাঁটা একত্রে শব্দায়িত করলে প্রতি সেকেন্ডে ৫টি বীট উৎপন্ন হয়। A এর বাহুর ভর কিছু কমালে বীট উৎপাতের হার বৃদ্ধি পায়। B এর কম্পাঙ্ক 512Hz হলে A এর কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : $n_1 = N + n_2 = 512 + 5 = 517\text{ Hz}$

EXAMPLE-06: দুটি সুরেলী কাঁটা A ও B একই সাথে শব্দায়িত হওয়ায় প্রতি সেকেন্ডে ২টি বীট উৎপন্ন হয়। কিন্তু A তে খানিকটা মোম লাগিয়ে ভর বৃদ্ধি করলে বীটের সংখ্যা কমে যায়। B এর কম্পাঙ্ক 256 Hz হলে A এর কম্পাঙ্ক কত?

সমাধান : $n_A = N + n_B = 256 + 2 = 258\text{ Hz}$

Practice:

০১) ৬৪টি সুর চালাকা ক্রমবর্ধমান কম্পাংকে সাজানো আছে। তাদের শেষটির কম্পাংক প্রাথমটির দ্বিগুণ এবং পর পর দেখান দুটি সুরকালালা প্রতি সেকেন্ডে ৪টি বাঁট উৎপন্ন করে। দ্বিতীয় সুরকালাকার কম্পাংক কত? Ans. 260Hz

Type-06: উৎসের তীব্রতা

EXAMPLE-01: বায়ুতে একটি শব্দ তরঙ্গের কম্পাংক 512Hz বিস্তার 0.5cm এবং বস্তুর ঘনত্ব 1.29 kg m^{-3} হলে উৎসের তীব্রতা কত?

$$I = 2\pi^2 n^2 a^2 \rho^2 v = 2 \times (3.1416)^2 \times (512)^2 \times (0.005)^2 \times 1.29 \times 330 = 5.51 \times 10^4 \text{ Wm}^{-2}$$

EXAMPLE-02: একটি উৎস 40 W ক্ষমতার শব্দ উৎপন্ন করে। উৎসটিকে 2m ব্যাসার্ধের গোলকের মধ্যে ঝুলালে গোলকের তলে আলোক তীব্রতা কত হবে?

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{40}{4\pi \times 2^2} = 1.59 \text{ Wm}^{-2}$$

$$\text{তীব্রতা dB} - \text{এ } 10 \log \frac{1.59}{1 \times 10^{-12}} = 122 \text{ dB}$$

EXAMPLE-03: কোন জনসভায় শব্দের তীব্রতা 10^{-7} Wm^{-1} শব্দের তীব্রতা লেভেল dB_μ এ কত? শব্দের তীব্রতা তিনগুন হলে তীব্রতা লেভেল কত?

$$\beta = 10 \log \frac{10^{-7}}{10^{-12}} = 50 \text{ dB}, \beta' = 10 \log \frac{3 \times 10^{-7}}{10^{-12}} = 54.77 \text{ dB}$$

EXAMPLE-04: একটি ক্যাসেট প্লেয়ার হতে নিঃসৃত শব্দের তীব্রতা 40 mw হতে বেড়ে 60 mw এ পরিবর্তিত হলে তীব্রতা লেভেল এর কত পরিবর্তন হবে?

$$\Delta\beta = 10 \log \left(\frac{60 \times 10^{-3}}{40 \times 10^{-3}} \right) = 1.76 \text{ dB}$$

EXAMPLE-05: শব্দের তীব্রতা দ্বিগুন হয়ে তীব্রতা লেভেল 53dB হলে তীব্রতা কত ছিল?

$$\text{সমাধানঃ } \beta = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \Rightarrow 53 = 10 \log \left(\frac{2 \times I}{10^{-12}} \right) \Rightarrow I = 9.976 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}$$