



HINT & SOLUTION OF SOUND WAVE

EXERCISE-1

PART - I

भाग - I

A 1. $\lambda = \frac{V}{\eta}$

$$\lambda_{\max (\text{अधिकतम})} = \frac{320}{20 \text{ Hz}} = 16 \text{ m}$$

$$\lambda_{\min (\text{न्यूनतम})} = \frac{320}{20 \text{ KHz}} = 16 \text{ mm.}$$

A 2. (a) $\Delta \phi = \frac{2\pi}{T} \Delta t$

$$= 2\pi f \Delta t$$

$$= 2\pi \times 80 \times 400 \times 10^{-3}$$

$$= 64\pi$$

(b) $\Delta \phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x = \frac{2\pi f}{v} \Delta x = \frac{2\pi \times 80}{320} \times \frac{20}{100} = \frac{\pi}{10}$

A 3. (a) $\frac{A}{\lambda} = \frac{A}{2\pi/k} = \frac{Ak}{2\pi} = \frac{2 \times 10^{-2} \times 5}{2\pi} = \frac{1}{20\pi}$

(b) $\frac{\text{max. velocity particle}}{\text{wave velocity}} = \frac{\text{कण का अधिकतम वेग}}{\text{तरंग वेग}} = \frac{A\omega}{\omega/k} = kA = 5 \times 2 \times 10^{-2} = \frac{1}{10}$

A 4. $P_0 = B \cdot k S_0$

$$B = \frac{P_0}{k S_0}$$

$$= \frac{P_0 \lambda}{2\pi S_0}$$

$$= \frac{20 \times 0.4}{2\pi \times 5 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{8 \times 10^5}{\pi} \text{ N/m}^2$$

A 5. $\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda_{\text{maximum}} = \frac{v}{f_{\text{minimum}}} = \frac{1500}{20} = 75 \text{ m}$

$$\lambda_{\text{minimum}} = \frac{v}{f_{\text{maximum}}} = \frac{1500}{20000} = 75 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{v}{f} \Rightarrow \lambda_{\text{अधिकतम}} = \frac{v}{f_{\text{उपेक्षित}}} = \frac{1500}{20} = 75 \text{ m}$$

$$\lambda_{\text{न्यूनतम}} = \frac{v}{f_{\text{विकसित}}} = \frac{1500}{20000} = 75 \text{ mm}$$

B 1. $T = \frac{3}{5} = \frac{2\ell}{V}$

$$\frac{3}{5} = \frac{2 \times 100}{V}$$

$$V = \frac{1000}{3} = 333 \text{ m/sec}$$





B-2. As $v_s = \frac{d}{t_s}$ or $d = v_s t_s$

and $d = v_p t_p$

where d is the distance of occurrence of Earthquake from seismograph.

As, $v_s t_s = v_p t_p$

$4t_s = 8t_p$

$\therefore t_s = 2t_p$

Also, $t_s - t_p = 240$ second.

$\therefore t_s = 480$ second

Now $d = 4 \times 480 = 1920$ Km.

Sol. चूंकि $v_s = \frac{d}{t_s}$ या $d = v_s t_s$

और $d = v_p t_p$

जहाँ d भूकम्प बिन्दु तथा संस्मोग्राफ के बीच की दूरी है।

चूंकि, $v_s t_s = v_p t_p$

$4t_s = 8t_p$

$\therefore t_s = 2t_p$

यह भी, $t_s - t_p = 240$ second.

$\therefore t_s = 480$ second

अब $d = 4 \times 480 = 1920$ Km.

B 3. (a) $\gamma_{mix} = \frac{n_1 C_{P_1} + n_2 C_{P_2}}{n_1 C_{V_1} + n_2 C_{V_2}} = \frac{1 \times \frac{5}{2} R + 2 \times \frac{7}{2} R}{1 \times \frac{3}{2} R + 2 \times \frac{5}{2} R} = \frac{19}{13}$

$m_{mix} = \frac{n_1 m_1 + n_2 m_2}{n_1 + n_2} = \frac{1 \times 4 + 2 \times 32}{1 + 2} = \frac{68}{3}$

$V = \sqrt{\frac{\gamma_{mix} RT}{m_{mix}}} = \sqrt{\frac{19 \times 25 \times 300 \times 3}{13 \times 3 \times 68 \times 10^{-1}}} = 400.9$ m/sec

(b) $V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \Rightarrow \ln V = \frac{1}{2} \ln \frac{\gamma R}{M} + \frac{1}{2} \ln T$

$\frac{1}{V} \frac{dV}{dT} = 0 + \frac{1}{2T}$

$\frac{dV}{V} \times 100 = \frac{1}{2} \frac{dT}{T} \times 100 = \frac{1}{2 \times 300} \times 100 = \frac{1}{6} \%$

B 4. $M_{mix \text{ मिश्रण}} = \frac{M_{Total}}{\frac{m_{Ar}}{M_{Ar}} + \frac{m_{O_2}}{M_{O_2}} + \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}}} = \frac{100}{\frac{24}{40} + \frac{32}{32} + \frac{44}{44}} = \frac{100}{2.6}$

$f_{mix} = \frac{n_1 f_1 + n_2 f_2 + n_3 f_3}{n_1 + n_2 + n_3} = \frac{.6 \times 3 + 1 \times 5 + 1 \times 6}{2.6} = \frac{12.8}{2.6}$

$\gamma_{mix \text{ मिश्रण}} = \frac{f_{mix} + 2}{f_{mix}} = \frac{\frac{12.8}{2.6} + 2}{\frac{12.8}{2.6}} = \frac{18}{12.8}$

$V = \sqrt{\frac{\gamma_{mix} RT}{M_{mix}}} = \sqrt{\frac{18 \times 8.4 \times 300}{12.8 \times \frac{100}{2.6} \times 10^{-3}}} = \sqrt{\frac{18 \times 8.4 \times 300 \times 2.6}{12.8 \times 100 \times 10^{-3}}} = \sqrt{92137.5} \approx 303.5$ m/s

Ans





C 1. (a) $\frac{P_0^2}{2\rho V} = I$ Given दिया गया है $I_w = I_{air}$

$$\left(\frac{P_0^2}{2\rho V} \right)_{\text{Water}} = \left(\frac{P_0^2}{2\rho V} \right)_{\text{air}}$$

$$\left(\frac{P_0^2}{2\rho V} \right)_{\text{जल}} = \left(\frac{P_0^2}{2\rho V} \right)_{\text{वायु}}$$

$$\left(\frac{P_{0 \text{ water}}}{P_{\text{air}}} \right)^2 = \frac{\rho_w V_w}{\rho_{\text{air}} V_{\text{air}}}$$

$$\left(\frac{P_{0 \text{ जल}}}{P_{\text{वायु}}} \right)^2 = \frac{\rho_w V_w}{\rho_{\text{वायु}} V_{\text{वायु}}}$$

$$\frac{P_{0 \text{ water}}}{P_{0 \text{ air}}} = \sqrt{\frac{\rho_w V_w}{\rho_{\text{air}} V_{\text{air}}}} = \sqrt{\frac{1000 \times 1530}{1.25 \times 340}} = 60$$

$$\frac{P_{0 \text{ जल}}}{P_{0 \text{ वायु}}} = \sqrt{\frac{\rho_w V_w}{\rho_{\text{वायु}} V_{\text{वायु}}}} = \sqrt{\frac{1000 \times 1530}{1.25 \times 340}} = 60$$

(b) $P_0 = \sqrt{2I\rho V}$
 $\Rightarrow (\sqrt{2I\rho V})_{\text{water}} = (\sqrt{2I\rho V})_{\text{air}}$
 $\Rightarrow (\sqrt{2I\rho V})_{\text{जल}} = (\sqrt{2I\rho V})_{\text{वायु}}$
 $\frac{I_w}{I_{\text{air}}} = \frac{\rho_{\text{air}} V_{\text{air}}}{\rho_{\text{water}} V_{\text{water}}} = \frac{1}{3600}$
 $\frac{I_w}{I_{\text{वायु}}} = \frac{\rho_{\text{वायु}} V_{\text{वायु}}}{\rho_{\text{जल}} V_{\text{जल}}} = \frac{1}{3600}$

C 2. $P_0 = \sqrt{2I\rho V}$
 $= \sqrt{2 \left(\frac{P}{4\pi r^2} \right) \rho V} \quad \left(\because I = \frac{P}{4\pi r^2} \right)$
 $= \sqrt{\frac{2 \times .8 \times 225\pi \times 340}{544 \times 4\pi \times 1.5 \times 1.5}} = 5 \text{ N/m}^2$

$$S_0 = \frac{P_0}{B k} = \frac{P_0}{\rho V^2 \left(\frac{w}{V} \right)} = \frac{P_0}{2\pi \rho V n} \quad \left(\because B = \rho v^2 \quad vkSj \quad k = \frac{\omega}{v} \right)$$

$$= \frac{5 \times 544}{2\pi \times 225\pi \times 340 \times 600}$$

$$= \frac{5 \times 544 \times 3 \times 3.375}{2 \times 225 \times 340 \times 600 \times 100} = 3 \times 10^{-6} \text{ m} = 3 \mu\text{m}$$

D 1. (a) $\lambda = \frac{340}{850} \quad \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta s$
 $= \frac{2\pi \times 850}{340} \times \left[\sqrt{1^2 + 2.4^2} - 2.4 \right] = \frac{2\pi \times 850}{340} \times [2.6 - 2.4]$
 $= \frac{2\pi \times 850}{340} \times 0.2 = \pi$





$$\begin{aligned}
 (b) I &= I_A + I_B + 2 \sqrt{I_A I_B} \cos \pi \\
 &= (\sqrt{I_A} - \sqrt{I_B})^2 \\
 &= \left[\sqrt{\frac{P_A}{4\pi (2.4)^2}} - \sqrt{\frac{P_B}{4\pi (2.6)^2}} \right]^2 \\
 &= \left[\sqrt{\frac{25\pi}{4 \times \pi \times (2.4)^2}} - \sqrt{\frac{25\pi}{4\pi (2.6)^2}} \right]^2 = \left(\frac{5}{2 \times 2.4} - \frac{5}{2 \times 2.6} \right)^2 \\
 &= \left[\frac{5(2.6 - 2.4)}{2(2.4 \times 2.6)} \right]^2 = \left(\frac{5 \times 0.2}{2 \times 2.4 \times 2.6} \right)^2 = \left(\frac{25}{12 \times 26} \right)^2 = \left(\frac{25}{312} \right)^2
 \end{aligned}$$

- D 2.** if path difference at detector is always less than $\lambda/2$ then no destructive interference is possible. Here max. path difference is 2

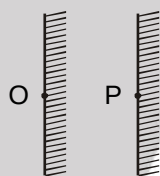
यदि सूचक पर पथान्तर हमेशा $\lambda/2$ से कम हो तो कोई विनाशी व्यतिकरण सम्भव नहीं है। यहाँ अधिकतम पथान्तर 2 है।

$$\frac{\lambda}{2} > 2, \quad \lambda > 4 \text{ m} \quad \frac{V}{n} > 4 \text{ m} \quad n < \frac{V}{4} < \frac{332}{4} < 83 \text{ Hz}$$

D 3.

$\dot{S}$

$\dot{D}$



Let माना $SO + OD - SD = n\lambda$ I

constructive interference संपोषी व्यतिकरण

$\Rightarrow SP + PD - SD = n\lambda + \frac{\lambda}{2}$ II

destructive interference विनाशी व्यतिकरण

II - I gives करने पर

$SP - SO + PD - OD = \frac{\lambda}{2}, \quad OP + OP = \frac{\lambda}{2}$

$OP = \frac{\lambda}{4} = \frac{1}{4} \frac{v}{f} = \frac{1}{4} \frac{330}{660} = 0.125 \text{ m} = 12.5 \text{ cm}$

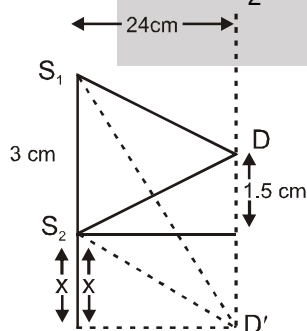
D 4.

Now new situation of detector is D'
so path difference for subsequent minima

माना सूचक की नई स्थिति D' है।

अतः न्यूनतम बिन्दु के लिये पथान्तर

$\Delta S = S_1 D' - S_2 D' = \frac{\lambda}{2}$



$= \sqrt{(3+x)^2 + 24^2} - \sqrt{x^2 + 24^2} = 1 \Rightarrow x = 7 \text{ cm}.$

so detector should be displaced by $7 + 1.5 = 8.5 \text{ cm}$

अतः सूचक 8.5 cm से विस्थापित होगा।





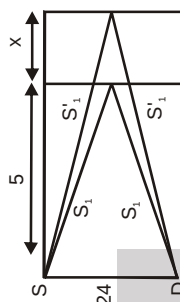
D 5. Initially path difference $2S_1 - 24 = \lambda/3$... (i)

$\Rightarrow$ where $\lambda = 6$

समान कला के लिए प्रारम्भिक पथान्तर $2S_1 - 24 = \lambda/3$... (i)

If shifting is x for bring waves in phase $2S_1' - 24 = \lambda$... (ii)

विपरीत कला के लिए विस्थापन x है $2S_1' - 24 = \lambda$... (ii)



subtract (2) and (1)

समीकरण (2) में से (1) को घटाने पर

$$2S_1' - 2S_1 = \frac{2\lambda}{3}$$

$$S_1' - S_1 = \frac{\lambda}{3}$$

$$S_1' - S_1 = \frac{6}{3}$$

$$\sqrt{(5+x)^2 + 12^2} - \sqrt{5^2 + 12^2} = 2$$

on solving हल करने पर $x = 4$ cm

E 1. $V = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \sqrt{\frac{7.5 \times 10^{10}}{2500}} = \sqrt{30} \times 10^3$

$$\frac{6}{2} \frac{\lambda}{\lambda} = 1 \quad \lambda = \frac{1}{3} \text{ m}$$

$$n = \frac{V}{\lambda} = 3 \sqrt{30} \times 10^3 \quad \omega = 2\pi n = 6\pi \sqrt{30} \times 10^3$$

$$a = 2 \times 10^{-6} \text{ m}$$

for stationary wave अप्रगामी तरंग हेतु $y = a \sin kx \cos (\omega t + \theta)$

$$y = 2 \times 10^{-6} \sin 6\pi x \cos (6\sqrt{30} \pi \times 10^3 t + \theta)$$

at $x = 0.1$ पर

$$y = 2 \times 10^{-6} \sin \frac{6\pi}{10} \cos (6\sqrt{30} \pi \times 10^3 t + \theta)$$

$$y(0.1, t) = 2 \times 10^{-6} \sin \frac{6\pi}{10} \cos (6\sqrt{30} \pi \times 10^3 t + \theta)$$

$$y_1(x, t) = 1 \times 10^{-6} \sin (6\pi x + 6\sqrt{30} \pi \times 10^3 t + \theta_1)$$

$$y_2(x, t) = 1 \times 10^{-6} \sin (6\pi x - 6\sqrt{30} \pi \times 10^3 t + \theta_2)$$

at $x = 0.1$

$$y_1(0.1, t) = 1 \times 10^{-6} \sin \left(\frac{6\pi}{10} + 6\sqrt{30} \pi \times 10^3 t + \theta_1 \right)$$

$$y_2(0.1, t) = 1 \times 10^{-6} \sin \left(\frac{6\pi}{10} - 6\sqrt{30} \pi \times 10^3 t + \theta_2 \right)$$





E 2. (a) $f = \frac{100}{2} \frac{\pi}{\pi} = 50 \text{ Hz}$

$k = 10 \pi \quad \lambda = \frac{2 \pi}{k} = \frac{2 \pi}{10 \pi} \times 100 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$

$v = f \lambda = 50 \times 0.2 = 10 \text{ m/s}$

(b) $B = \rho v^2 = (10^{-3} \times 1000) \times 10^2 = 100 \text{ N/m}^2$

$P_m = B K S_0 = 100 \times 10 \pi \times 20 \times 10^{-3} = 20 \pi \text{ N/m}^2$

(c) Distance between Pressure Antinode and displacement Node is $\frac{\lambda}{4} = 5 \text{ cm} = .05 \text{ m}$

दाब प्रस्पंद तथा विस्थापन निस्पंद के मध्य दूरी है $\frac{\lambda}{4} = 5 \text{ cm} = .05 \text{ m}$

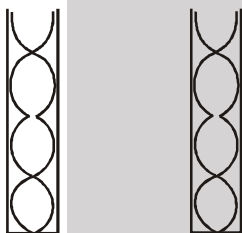
(d) $I = \frac{P_m^2}{2 \rho v} = \frac{(20 \pi)^2}{2 \times 1 \times 10} = 20 \pi^2 \text{ w/m}^2$

F 1. Equation of stationary wave from closed end = $a \sin kx \cos \omega t$

बंद सिरे से अप्रगामी तरंग का समीकरण = $a \sin kx \cos \omega t$

Now at $x = \frac{\ell}{7}$

3rd overtone तृतीय अधिस्वरक



$\frac{7\lambda}{4} = \ell$

Amplitude आयाम = $a \sin kx = a \sin \frac{2\pi \ell}{\lambda 7}$

= $a \sin \frac{2\pi}{\lambda} \frac{7\lambda}{4 \times 7} = a \sin \frac{\pi}{2} = a$

F 2. fundamental frequency of air column

$f = \frac{v}{4 \ell} = \frac{320}{4 \times 0.8} = 100$

other frequency which resonates are

$f = 100 (2n+1) \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$

here $f \leq 2 \text{ kHz}$ Ans

वायु स्तम्भ की मूलभूत आवृत्ति

$f = \frac{v}{4 \ell} = \frac{320}{4 \times 0.8} = 100$

अन्य अनुनादी आवृत्ति निम्न होगी

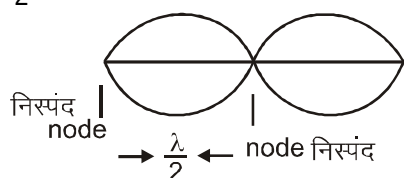
$f = 100 (2n+1) \quad n = 0, 1, 2, 3, \dots$

यहां $f \leq 2 \text{ kHz}$ Ans



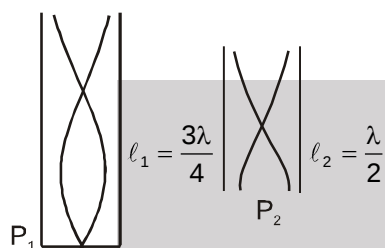


F 3. $\frac{\lambda}{2} = 4 \times 10^{-2} \text{ m}$ $\lambda = 8 \times 10^{-2} \text{ m}$



$$n = \frac{V}{\lambda} = \frac{336}{8 \times 10^{-2}} = 4200 \text{ Hz} = 4.2 \text{ KHz}$$

F 4.



First overtone प्रथम अधिस्वरक fundamental मूलवृत्ति

$$\frac{3V}{4 \ell_1} = \frac{V}{2 \ell_2}$$

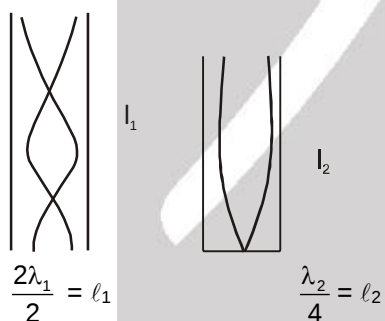
$$\ell_2 = \frac{2}{3} \ell_1 = \frac{2 \times 30}{3} = 20 \text{ cm}$$

F 5.

$$\Delta n = \frac{V}{2\ell} = (2100 - 1800)$$

$$\ell = \frac{330}{2(300)} \text{ m} = \frac{330 \times 100}{2 \times 300} \text{ cm} = 55 \text{ cm}$$

F 6.



$$\lambda_1 = \frac{2}{2} \ell_1 = \ell_1$$

$$\lambda_2 = 4 \ell_2$$

$$f_1 = f_2$$

$$\frac{V}{\ell_1} = \frac{V}{4 \ell_2}$$

$$\ell_1 = 4 \ell_2$$

$$\ell_1 + \ell_2 = 100$$

$$5 \ell_2 = 100$$

$$\ell_2 = 20 \text{ cm}$$

$$\ell_1 = 80 \text{ cm}$$

Fundamental frequency of open pipe.

खुले पाइप की मूल विधा

$$f = \frac{320}{\lambda} = \frac{320}{2 \times \ell_1} = \frac{320 \times 100}{2 \times 80} = 200 \text{ Hz}$$



Resonance
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) – 324005

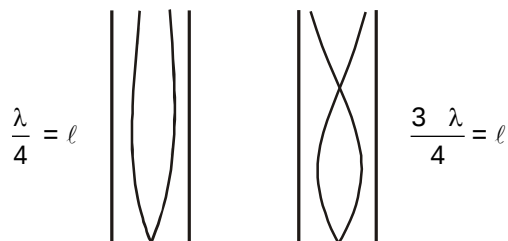
Website : www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

ADVS - 7



F 7.



and for n^{th} overtone तथा n^{th} अधिस्वरक के लिये $(2n+1)\frac{\lambda}{4} = \ell$

$$(2n+1) \frac{\lambda}{4} = \ell, \quad \lambda = \frac{4\ell}{(2n+1)}$$

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{V(2n+1)}{4\ell} < 1250 \text{ Hz}$$

$$= \frac{340(2n+1) \times 100}{4 \times 85} < 1250$$

$$= (2n+1) < 12.5 \quad n - \text{overtone अधिस्वरक संख्या}$$

$$2n < 11.5$$

$$n < \frac{11.5}{2}$$

$$n < 5.75$$

n number of oscillation = 6

n दोलों की संख्या = 6

$$n = 0, 1, 2, 3, 4, 5$$

similarly for open organ pipe इसी प्रकार खुले ऑर्गन पाईप हेतु

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{V}{2\ell} (n+1) < 1250$$

$$\frac{340 \times 100}{2 \times 85} (n+1) < 1250$$

$$n+1 < \frac{12.5}{2}$$

$$n+1 < 6.25$$

$$n < 5.25$$

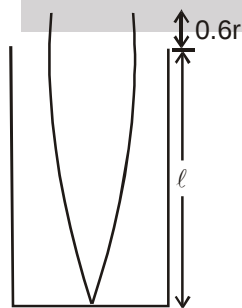
n = overtone अधिस्वरक की संख्या

$$n = 0, 1, 2, 3, 4, 5$$

number of oscillation दोलों की संख्या (6)

F-8.

$$\text{Fundamental frequency, } f = \frac{v}{4(\ell + 0.6r)}$$



$$\therefore \text{ speed of sound } v = 4f(\ell + 0.6r)$$

$$\text{or } v = (4)(480)[(0.16) + (0.6)(0.025)] = 336 \text{ m/s}$$

$$\text{मूल आवृत्ति, } f = \frac{v}{4(\ell + 0.6r)}$$



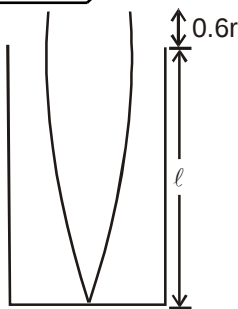
Resonance
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) – 324005

Website : www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

ADVS - 8



∴ ध्वनि की चाल $v = 4f(\ell + 0.6r)$

या $v = (4)(480)[(0.16) + (0.6)(0.025)] = 336 \text{ m/s}$

- F-9.** The well can be considered as an organ pipe closed at one end and open at the other. At the fundamental mode, $\lambda/4 = \ell$ (depth of the well in this case). The given frequencies happen to be 3rd, 5th & 7th harmonics of the fundamental frequency $n = 20 \text{ Hz}$. Now use $v = n\lambda$ so as to obtain depth of the well = 4.3 m.

कुआं एक वायु स्तंभ माना जा सकता है तो एक सिरे पर बंद तथा एक सिरे से खुला है। मूल आवृत्ति पर कुएं की गहराई $\lambda/4 = \ell$ है। दी गई आवृत्तियां 3rd, 5th & 7th सन्नादी होंगे इसलिए मूल आवृत्ति $n = 20 \text{ Hz}$ है। तथा कुएं की गहराई 4.3 m है, जो $v = n\lambda$ से ज्ञात की जा सकती है।

- G 1.** $n \pm 4 = 474$
 $n \pm 4 = 482$ it is possible at $n = 478$ ये सम्भव है $n = 478$ पर

- G 2.** $f = \frac{v}{\lambda}$
 $\ln f = -\ln \lambda + \frac{1}{2} \ln T - \frac{1}{2} \ln \mu$
 $\frac{1}{f} \frac{df}{dT} = 0 + \frac{1}{2} \frac{1}{T} - 0$
 $\frac{df}{f} = \frac{1}{2} \frac{dT}{T}$ $\frac{dT}{T} = \frac{2df}{f} = \frac{2 \times 6}{600} = \frac{2}{100}$
 % change प्रतिशत परिवर्तन = $\frac{2}{100} \times 100 = 2\%$

- G 3.** $\frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{100}{\mu}} - n = 5$ (1)

$$n - \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{81}{\mu}} = 5 \quad \text{.....(2)}$$

add equ (1) and (2) समीकरण (1) व (2) से

$$\frac{1}{2\ell} \left[\frac{1}{\sqrt{\mu}} \right] = 10 \quad \sqrt{\mu} = \frac{1}{20 \times \ell} = \frac{1}{20 \times 0.5} = \frac{1}{10} \quad \mu = 0.01$$

$$\rho \pi r^2 = 0.01$$

$$\rho = \frac{0.01}{(0.5 \times 10^{-3})^2 \pi} = \frac{10^4}{0.5 \times 0.5 \pi} = \frac{40}{\pi} \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

put $\mu = 0.01$ in eq. समीकरण $\mu = 0.01$ रखे

(1)

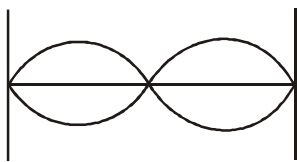
$$\frac{1}{2 \times 0.5} \sqrt{\frac{100}{0.01}} - n = 5$$

$$n = 100 - 5 = 95 \text{ Hz}$$





G 4. Frequency of first over tone of string = $\frac{V}{\ell}$



$$f_1 = \frac{\sqrt{\frac{T}{\mu}}}{\ell_s}$$

fundamental frequency of close pipe

$$f_2 = \frac{V}{4\ell_p} = \frac{320}{4 \times 0.4} = 200 \text{ Hz}$$

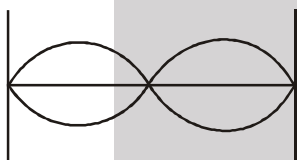
f_1 and f_2 produce 8 beats so $f_1 = 200 + 8$ or $200 - 8$ on decreasing tension f_1 will decrease and beats decreases so it must be $200 + 8$

$$208 = \frac{\sqrt{\frac{T}{\left(\frac{2.5 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-2}}\right)}}}{25 \times 10^{-2}}$$

$$T = (208 \times 25 \times 10^{-3})^2 = 27.04 \text{ N}$$

Ans

रस्सी के प्रथम अधिस्वरक की आवृत्ति = $\frac{V}{\ell}$



$$f_1 = \frac{\sqrt{\frac{T}{\mu}}}{\ell_s}$$

बन्द पाईप की मूलभूत आवृत्ति

$$f_2 = \frac{V}{4\ell_p} = \frac{320}{4 \times 0.4} = 200 \text{ Hz}$$

f_1 और f_2 , 8 विस्पंद उत्पन्न करता है अतः $f_1 = 200 + 8$ या $200 - 8$ होगा। तनाव घटाने पर f_1 का मान घटता है और विस्पंद भी घटेगें अतः इसका मान $200 + 8$ होगा।

$$208 = \frac{\sqrt{\frac{T}{\left(\frac{2.5 \times 10^{-3}}{25 \times 10^{-2}}\right)}}}{25 \times 10^{-2}}$$

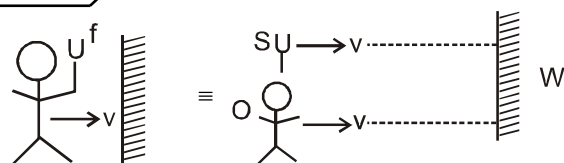
$$T = (208 \times 25 \times 10^{-3})^2 = 27.04 \text{ N}$$

Ans





H 1.



(1) $f' = f \frac{c}{c-v}$ Doppler effect between source and wall दीवार एवं स्रोत के मध्य डॉप्लर प्रभाव से

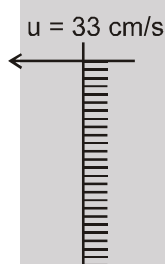
$$(2) \lambda' = \frac{c}{f'} = \frac{c}{cf} (c-v) = \frac{c-v}{f}$$

(3) $f'' = f' \frac{c+v}{c} = f \frac{c+v}{c-v}$ Doppler effect between wall and observer. दीवार एवं प्रेक्षक के मध्य डॉप्लर प्रभाव

$$(4) f_{\text{beat}} = f'' - f = f \left[\frac{c+v}{c-v} - 1 \right] = f \frac{2v}{c-v}$$

H 2.

U S



$f' = f \frac{v+u}{v}$ Doppler effect between source and wall दीवार एवं स्रोत के मध्य डॉप्लर प्रभाव से

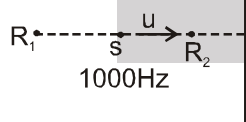
$f'' = f' \frac{v}{v-u}$ Doppler effect after reflection परावर्तन के पश्चात् डॉप्लर प्रभाव से

$$f'' = f \frac{v+u}{v-u}$$

$$\lambda'' = \frac{v}{f''} = \frac{v(v-u)}{f(v+u)} = \lambda \frac{v-u}{v+u}$$

$$\frac{\lambda'' - \lambda}{\lambda} \times 100 = \frac{\frac{\lambda(v-u)}{v+u} - \lambda}{\lambda} \times 100 = \frac{-2u}{v+u} \times 100 = \frac{-2 \times 0.33}{330 \times 0.33} = -0.2\%$$

H 3.

for R_1 (R_1 के लिए)

$$f_{\text{Direct}} = f_0 \frac{v}{v+u} \quad f_{\text{reflected}} = f_0 \frac{v}{v-u}$$

$$f_{\text{beat}} = f_0 \frac{v}{v-u} - f_0 \frac{v}{v+u} = \frac{2f_0 uv}{v^2 - u^2} \approx 1 \text{ Hz}$$

for R_2 (R_2 के लिए)

$$f_{\text{Direct}} = f_0 \frac{v}{v-u} \quad f_{\text{reflected}} = f_0 \frac{v}{v-u}$$

$$f_{\text{beat}} = 0$$



(R₁ के लिए)

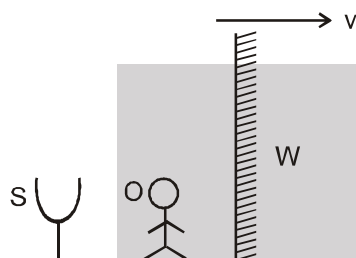
$$f_{\text{सीधी}} = f_0 \frac{v}{v+u} \quad f_{\text{परावर्ती}} = \frac{f_0 v}{v-u}$$

$$f_{\text{प्रसंग}} = \frac{f_0 v}{v-u} - \frac{f_0 v}{v+u} = \frac{2f_0 uv}{v^2 - u^2} = 1 \text{ Hz}$$

(R₂ के लिए)

$$f_{\text{सीधी}} = \frac{f_0 v}{v-u}, \quad f_{\text{परावर्ती}} = \frac{f_0 v}{v-u} \quad f_{\text{प्रसंग}} = 0$$

H 4.



$$f' = f = \frac{c-v}{c} \text{ Doppler effect between S and W}$$

W दीवार एवं स्रोत S के मध्य डॉप्लर प्रभाव से

$$f'' = f' \frac{c}{c+v} \text{ Doppler effect between W and O}$$

W दीवार एवं प्रेक्षक O के मध्य डॉप्लर प्रभाव से

$$= f \frac{c-v}{c+v}$$

H 5. $n' = \left(\frac{V+V_s}{V-V_s} \right) n \quad \frac{9}{8} n = \left(\frac{V+V_s}{V-V_s} \right) n \quad \frac{9}{8} = \frac{V+V_s}{V-V_s}$

$$9V - 9V_s = 8V + 8V_s \quad V = 17 V_s \quad V_s = \frac{340}{17} = 20 \text{ m/s}$$

H 6. Let frequency of P is n then possible frequency of Q is $n + \frac{7}{2}$ or $n - \frac{7}{2}$ but on loading P with wax

frequency will decrease and here beat frequency increases so Q must have frequency $n_Q = n + \frac{7}{2}$

Now from doppler effect for Q frequency echo received by Q.

$$n_Q' = \frac{V+V_Q}{V-V_Q} n_Q, \quad \frac{n_Q' - n_Q}{n_Q} = \frac{2V_Q}{V-V_Q} \quad (n_Q' - n_Q = 5)$$

$$\frac{5}{n + 7/2} = \frac{2 \times 5}{332 - 5}$$

$$2n + 7 = 327 \Rightarrow n = 160 \text{ Hz}$$

Ans

माना P की आवृत्ति n है तब Q की सम्भावित आवृत्ति $n + \frac{7}{2}$ या $n - \frac{7}{2}$ होगी लेकिन P पर मोम लगाने के बाद आवृत्ति

कम होनी और यहाँ विस्पद आवृत्ति का मान बढ़ेगा अतः Q की आवृत्ति $n_Q = n + \frac{7}{2}$ होगी।

अब Q पर डॉप्लर प्रभाव से Q द्वारा प्राप्त आवृत्ति प्रतिध्वनि

$$n_Q' = \frac{V+V_Q}{V-V_Q} n_Q, \quad \frac{n_Q' - n_Q}{n_Q} = \frac{2V_Q}{V-V_Q} \quad (n_Q' - n_Q = 5)$$

$$\frac{5}{n + 7/2} = \frac{2 \times 5}{332 - 5}$$

$$2n + 7 = 327 \Rightarrow n = 160 \text{ Hz}$$

Ans



Resonance
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) – 324005

Website : www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

ADVSW - 12



PART - II

भाग - II

A 1. Frequency depends on source not on medium.

आवृत्ति, स्रोत पर निर्भर करती है माध्यम पर नहीं।

A 2. $n = \frac{V}{\lambda} = \frac{.21}{15 \times 10^{-3}} = \frac{210}{15}$

$$V_{\text{max. अधिकतम}} = A \omega = 5 \times 10^{-3} \times \frac{210}{15} \times 2\pi$$

$$= 70 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 10^{-3} = .44 \text{ m/sec.}$$

A 3. (A) $f_1 \lambda_1 = f_2 \lambda_2$
 $(300) (1) = (f_2) (1.5)$
 $200 \text{ Hz} = f_2$

B 1. time to reach sound wave = $\frac{544}{340}$

$$\text{time to reach bullet} = \frac{544}{(340 - 20)} = \frac{544}{320}$$

$$\Delta t = 544 \left[\frac{1}{320} - \frac{1}{340} \right] = 544 \times \frac{20}{320 \times 340} = 0.1 \text{ sec}$$

$$\text{ध्वनि तरंग के पहुँचने में लगा समय} = \frac{544}{340}$$

$$\text{गोली को पहुँचने में लगा समय} = \frac{544}{(340 - 20)} = \frac{544}{320}$$

$$\Delta t = 544 \left[\frac{1}{320} - \frac{1}{340} \right] = 544 \times \frac{20}{320 \times 340} = 0.1 \text{ sec}$$

B 2. (A) $\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{\gamma_1}{M_1} \times \frac{M_2}{\gamma_2}} = \sqrt{\frac{5}{3 \times 40} \times \frac{18 \times 3}{4}} = 0.75$

B 3. The speed of sound in air is $v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$

$\frac{\gamma}{M}$ of H_2 is greatest in the given gases, hence speed of sound in H_2 shall be maximum.

$$\text{वायु में ध्वनि की चाल } v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

H_2 का $\frac{\gamma}{M}$, दी गयी गैसों में उच्चतम है, अतः H_2 में ध्वनि की चाल अधिकतम है





C 1. $\beta_1 = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $\beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$

$\beta_1 - \beta_2 = 3.0103$ $10 \log \frac{I}{I_2} = 3.0103$

$10 \log \frac{I}{10 \times 10^{-9} \times 10^4} = 3.0103$

$\Rightarrow I = 2 \times 10^{-4}$

C 2. $B_0 = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $B_1 = 10 \log \frac{4I}{I_0} = 10 \log 4 + 10 \log \frac{I}{I_0}$

$= 20 \log 2 + B_0 = B_0 + 6$

Hence when intensity is increased four times, level becomes $(B_0 + 6)$ decibels

अतः जब तक तीव्रता 4 गुना बढ़ जाता है तो स्तर $(B_0 + 6)$ डेसीबल हो जाता है।

C 3. $\frac{P}{4\pi r^2} = I$ for an isotropic point sound source. एक समादिश बिन्दु ध्वनि स्रोत के लिये

$\Rightarrow P = I \cdot 4\pi r^2$

$= (0.008 \text{ w/m}^2) (4\pi \cdot 10^2) = 10.048$

$\approx 10 \text{ watt.}$ **Ans.**

D 1. In the interference the energy is redistributed and the distribution remains constant in time
व्यतिकरण में उर्जा पुनः वितरित हो जाती है तथा वितरण समय के साथ नियत रहता है।

D 2. 1st minima प्रथम निम्निष्ठ $\Delta x = (2n+1) \lambda/2 = 12$

IInd minima द्वितीय निम्निष्ठ $\Delta x = (2n+1) \lambda/2 + \lambda = 36$

$\Rightarrow \lambda = 24 \text{ cm}$

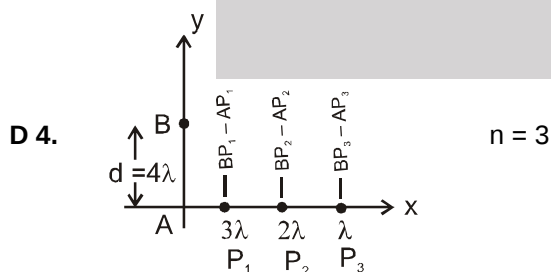
$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{330}{0.24} = 1375 \text{ Hz}$

D 3. path difference पथांतर $= \pi r - 2r$

$\Delta S = r(\pi - 2)$ $n\lambda = \Delta S$

for constructive interference
सम्पोषी व्यतिकरण के लिये

$n\lambda = r(\pi - 2)$ $\lambda = \frac{r(\pi - 2)}{n}$ $n = \frac{V}{\lambda} = \frac{Vn}{r(\pi - 2)}$



D-5. $\beta = 10 \log \frac{I}{I_0}$ $60 = 10 \log \frac{I}{I_0}$

$\beta = 10 \log \frac{8I}{I_0}$

$= 10 \log 8 + 10 \log \frac{I}{I_0} = 30 \log 2 + 60 = 69 \text{ dB.}$





E 1. When a sound wave gets reflected from a rigid boundary, the particles at the boundary are unable to vibrate. Thus, a reflected wave is generated which interferes with the incoming wave to produce zero displacement at the rigid boundary. At these points (zero displacement), the pressure variation is maximum. Thus, a reflected pressure wave has the same phase as the incident wave.

जब ध्वनि तरंग को दृढ़ परिसीमा से परावर्तित कर प्राप्त करते हैं, परिसीमा का कण कम्पन्न करने में असमर्थ है। अतः उत्पन्न परावर्तित तरंग आने वाली तरंग के साथ व्यतिकरण करके दृढ़ परिसीमा पर शून्य विस्थापन उत्पन्न करती है। इस बिन्दु पर (शून्य विस्थापन), दाब परिवर्तन अधिकतम है। अतः परावर्तित दाब तरंग आपतित तरंग के समान ही कला रखती है।

F 1. $n_1 : n_2 : n_3 = 1 : 2 : 3$

$$\frac{V}{\lambda_1} : \frac{V}{\lambda_2} : \frac{V}{\lambda_3} = 1 : 2 : 3$$

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \lambda_3 = 1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{3}$$

F 2. In an open pipe the ends are points of displacement antinodes and hence pressure node. The midpoint (for fundamental mode) is a point of displacement node and hence pressure antinode. (variation of pressure is maximum at pressure antinode and zero at pressure - node).

खुले आर्गन पाईप में सिरे बिन्दुओं पर विस्थापन प्रस्पन्द अतः दाब निस्पन्द होता है। मध्य बिन्दु (मूल विद्या के लिए) विस्थापन निस्पन्द का बिन्दु है और अतः दाब प्रस्पन्द है। (दाब में परिवर्तन, दाब प्रस्पन्द पर अधिकतम एवं दाब निस्पन्द पर शून्य होता है।)

F 3. Closed बंद Open खुला

$$\frac{V}{4\ell_1} = \frac{V}{\ell_2}$$

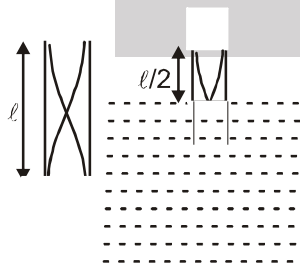


$$\ell_2 = 4\ell_1$$

$$\ell_1 = \frac{\ell_2}{4} = \frac{50}{4} = 12.5 \text{ cm}$$

F 4. Now the tube becomes a closed pipe with length $\ell/2$.

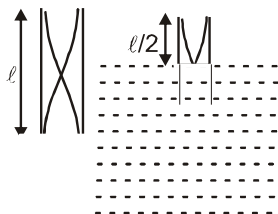
$$\text{fundamental frequency of B} = \frac{v_{\text{sound}}}{4(\ell/2)} = \frac{v_{\text{sound}}}{2\ell}$$



which is fundamental frequency of A.

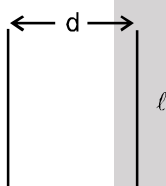
अब नली $\ell/2$ लम्बाई का बन्द पाईप है।





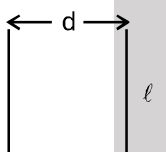
B की मूल आवृत्ति = $\frac{v_{\text{ध्वनि}}}{4(\ell/2)} = \frac{v_{\text{ध्वनि}}}{2\ell}$ जो A की मूल आवृत्ति है।

F 5. $\frac{\lambda_1}{2} = \ell + .6d, \quad v_1 = \frac{V}{\lambda_1}$



$$\frac{\lambda_2}{4} = \ell + .3d,$$

$$v_2 = \frac{V}{\lambda_2}$$



$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{2}{4} \frac{(\ell + .6d)}{(\ell + .3d)} = \frac{(\ell + .6d)}{2(\ell + .3d)}$$

F 6. Second overtone of open pipe = $\frac{3V}{2\ell_1}$

second overtone of closed pipe = $\frac{5V}{4\ell_2}$

Since, these frequency are same

$$\therefore \frac{3V}{2\ell_1} = \frac{5V}{4\ell_2} \Rightarrow \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{4 \times 3}{2 \times 5} = \frac{6}{5}$$

Now, the ratio of fundamental frequencies : $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{V}{2\ell_1}}{\frac{V}{4\ell_2}} \Rightarrow \frac{2\ell_2}{\ell_1} = 10 : 6 = 5 : 3$

Ans.

खुले पाईप का द्वितीय अधिस्वरक = $\frac{3V}{2\ell_1}$

बंद पाइप का द्वितीय अधिस्वरक = $\frac{5V}{4\ell_2}$

चूँकि आवृत्तियां समान है

$$\therefore \frac{3V}{2\ell_1} = \frac{5V}{4\ell_2} \Rightarrow \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{4 \times 3}{2 \times 5} = \frac{6}{5}$$

अब, मूल विधाओ का अनुपात: $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\frac{V}{2\ell_1}}{\frac{V}{4\ell_2}} \Rightarrow \frac{2\ell_2}{\ell_1} = 10 : 6 = 5 : 3$ Ans.





F 7. $\frac{\lambda}{4} = \ell_1 + e$ (1)

$\frac{3\lambda}{4} = \ell_2 + e$ (2)

समीकरण (1) व (2) से $e = 2 \text{ cm}$

G 1. Beats

Frequency of tuning fork is 512 Hz. Frequency of sonometer wire either $512 + 6$ or $512 - 6$

As tension increases frequency of sonometer wire increases $n \propto \sqrt{T}$

No. of beat reduces. So that frequency of sonometer wire is $= 512 - 6 = 506 \text{ Hz}$

स्वरित्र की आवृत्ति 512 Hz है अतः स्वरमापी की तार की आवृत्ति या तो $512 + 6$ होगी या $512 - 6$ होगी। जैसे तनाव

बढ़ता है स्वरमापी तार की आवृत्ति बढ़ती है $n \propto \sqrt{T}$ तथा विस्पंदों की संख्या घटती है।

अतः स्वरमापी तार की आवृत्ति $= 512 - 6 = 506 \text{ Hz}$ है।

G 2. $\sin 2\pi nt + \sin 2\pi (n-1)t + \sin 2\pi (n+1)t$
 $\sin 2\pi nt + 2 \sin \frac{[2\pi t(n-1+n+1)]}{2} \cos \frac{[2\pi t(n+1-n+1)]}{2}$

$\sin 2\pi nt + 2 \sin 2\pi nt \cos 2\pi t$

$\sin 2\pi nt [1 + 2 \cos 2\pi t]$

$\Rightarrow f_{\text{beat प्रस्पंद}} = 1$

G 3. $\eta_1 = \frac{V}{2\ell}$ $\eta_2 = \frac{V}{4\ell}$



no. of beat heard सुने गये विस्पंदों की संख्या $n_1 - n_2 = \frac{V}{4\ell} = 4$

if length of pipes are doubled. no of beats heard $n'_1 - n'_2 = \frac{V}{8\ell} = \frac{4}{2} = 2$

यदि पाइप की लम्बाई दुगुनी कर दी जाती है तो सुने गये विस्पंदों की संख्या $n'_1 - n'_2 = \frac{V}{8\ell} = \frac{4}{2} = 2$

H 1. Doppler effect in Frequency depends upon relative velocity between source and observer
 आवृत्ति में डॉप्लर प्रभाव, स्रोत और श्रोता के मध्य सापेक्षिक वेग पर निर्भर करती है।

H 2. $n' = \left(\frac{V + v_s}{V} \right) n_r$, $n_r = \left(\frac{V}{V - v_s} \right) n$

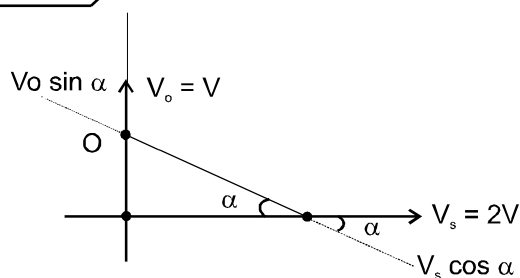
$n' = \left(\frac{V + v_s}{V - v_s} \right) n = \frac{350 + 50}{350 - 50} \times 1.2$

$= \frac{400}{300} \times 1.2 = 1.6 \text{ KHz}$

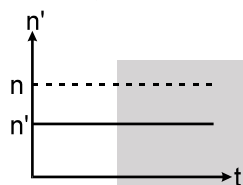




H 3.



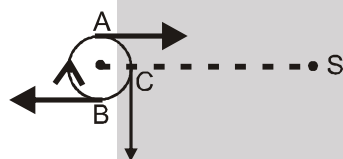
$$n' = n \left(\frac{V - V_o \sin \alpha}{V - V_s \cos \alpha} \right) \quad \tan \alpha = \frac{1}{2} \text{ is constant and } n' \text{ remains constant and } n' < n.$$



$$\tan \alpha = \frac{1}{2} \text{ तथा } n' \text{ नियत रहते हैं और } n' < n$$

so. graph. must be
अतः ग्राफ़ ऐसा होगा।

H 4.

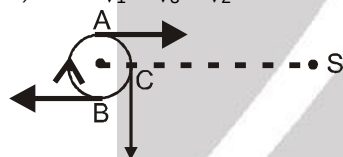


At A observer is moving towards source so $v_1 > v$.

At B observer is moving away from source so $v_2 < v$.

At C observer is moving $\perp$ to line joining source and observer so $v_3 = v$.

$$\Rightarrow v_1 > v_3 > v_2$$



A पर प्रेक्षक, स्रोत की तरफ गतिमान है अतः $v_1 > v$.

B पर प्रेक्षक, स्रोत से दूर जा रहा है अतः $v_2 < v$.

C पर प्रेक्षक, स्रोत व श्रोता को मिलानी वाली रेखा के लम्बवत् गतिमान है अतः $v_3 = v$.

$$\Rightarrow v_1 > v_3 > v_2$$

H-5.

$$f' = \left(\frac{320 + 2}{320} \right) 400$$

$$f'' = \left(\frac{320 - 2}{320} \right) 400$$

$$\Delta f = 400 \left[\frac{322}{320} - \frac{318}{320} \right]$$

$$\Delta f = \frac{400 \times 4}{320} = 5$$





PART - III

भाग - III

1. (a) $y = 4 \sin(5x - 4t) + 3 \cos(4t - 5x + \pi/6)$
 दो धनात्मक दिशा में गतिमान कला सम्बन्ध तरंगों का अध्यारोपण है, इस प्रकार इनका तुल्य भी एक अन्य प्रगामी तरंग है।
 (b) $y = 10 \cos\left(t - \frac{x}{330}\right) \sin(100t - \frac{x}{330})$ किसी बिन्दु पर जाँच करते हैं, $x = 0$ पर,
 $y = (10 \cos t) \sin(100t)$
 किसी भी बिन्दु पर आयाम ज्यावक्रीय परिवर्तित होता है। इस प्रकार यह विस्पन्दों की समीकरण है
 (c) $y = 10 \sin(2\pi x - 120t) + 10 \cos(120t + 2\pi x) =$ विपरीत दिशा में संचारित दो कला सम्बन्ध तरंगों का अध्यारोपण $\Rightarrow$ अप्रगामी तरंगों का समीकरण
 (d) $y = 10 \sin(2\pi x - 120t) + 8 \cos(118t - 59/30\pi x) =$ दो तरंगों का अध्यारोपण जिनकी आवृत्तियों में जरा सा अन्तर है ($\omega_1 = 120, \omega_2 = 118$)
 $\Rightarrow$ विस्पन्द की समीकरण
2. Find all speeds w.r.t. wind and apply doppler effect .
 सभी चालों को हवा के सापेक्ष लेने पर और डॉप्लर प्रभाव का उपयोग करने पर
 (A) The wavelength of the waves coming towards the observer from source $= (V - V_w + V_s)/f$
 स्रोत से प्रेक्षक की तरफ आती हुई तरंग की तरंगदैर्घ्य $= (V - V_w + V_s)/f$
 (B) The wavelength of the waves incident on the wall
 दीवार पर आपतित होती हुई तरंग की तरंगदैर्घ्य
 $= (V + V_w - V_s)/f$
 (C) The wavelength of the waves coming towards observer from the wall $= (V - V_w - V_o)/f$
 दीवार से प्रेक्षक की तरफ आ रही तरंग की तरंगदैर्घ्य
 (D) Frequency of the waves (as detected by O) coming from wall after reflection $= (V - V_w - V_o)f_i / (V - V_w - V_o)$
 जब दीवार से परावर्तन के बाद तरंग की आवृत्ति (प्रेक्षक O के द्वारा प्रेक्षित) $= (V - V_w - V_o)f_i / (V - V_w - V_o)$
3. From standing wave equation
 $v = (400)(0.8) = 320 \text{ m/sec}$ and natural freq. can be $\frac{v}{4\ell}, \frac{3v}{4\ell}, \frac{5v}{4\ell}, \dots$
 80, 240, 400, 560 Hz.....
 (i) For $f = 240$, resonance will occur, so only third harmonic will be activated and air column will vibrate violently with purely third harmonic $f = 240 \text{ Hz}$.
 (ii) For $f = 400 \text{ Hz}$, also resonance will occur and air column will vibrate purely with fifth harmonic.
 (iii) For $f = 320, f = 500 \text{ Hz}$, forcing freq. is not matching with any of the natural freq. So resonance will not occur and air column will vibrate moderately, and there will be some contributions of all harmonics.
 अप्रगामी तरंग समीकरण से,
 $v = (400)(0.8) = 320 \text{ मीटर/सेकण्ड}$ तथा मूल आवृत्ति निम्न हो सकती है
 $\frac{v}{4\ell}, \frac{3v}{4\ell}, \frac{5v}{4\ell}, \dots$
 80, 240, 400, 560 Hz.....
 (i) $f = 240$ के लिए, अनुनाद होगा, अतः केवल तीसरा संनादी सक्रिय होगा व वायु स्तम्भ शुद्धता से तीसरे संनादी के साथ तीक्ष्ण कम्पन करता है $f = 240 \text{ Hz}$.
 (ii) $f = 400 \text{ Hz}$ के लिए, अनुनाद होगा, वायु स्तम्भ पांचवें संनादी के साथ शुद्धता से कम्पन करता है।
 (iii) $f = 320, f = 500 \text{ Hz}$ के लिए, भेजी गई आवृत्ति किसी भी मूल आवृत्ति से नहीं मिलती है। अतः अनुनाद नहीं होगा और वायु स्तम्भ मध्यम कम्पन करेगा, तथा यहाँ सभी संनादी की कुछ हिस्सेदारी होगी।



EXERCISE-2

PART - I

1. During clapping multiple wave are produced with different wave parameters so wave is resultant of all these wave
ताली बजाने के दौरान विभिन्न तरंग प्राचलों के साथ अनेक तरंग उत्पन्न होती है। अतः तरंग इन सभी तरंगों की परिणामी होगी।

2. Time taken by plate to moves a distance $10 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} 9.8t^2 \Rightarrow t = \frac{1}{7} \text{ sec.}$

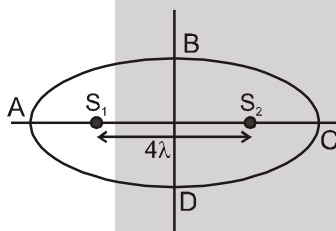
$$f = \frac{\text{no. of vibrations}}{\text{time taken}} = \frac{8}{1/7} = 56 \text{ Hz}$$

$$\text{प्लेट द्वारा दूरी तय करने में लगा समय } 10 \times 10^{-2} = \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2} 9.8t^2$$

$$\Rightarrow t = \frac{1}{7} \text{ sec.}$$

$$f = \frac{\text{कम्पनो की संख्या}}{\text{लगा समय}} = \frac{8}{1/7} = 56 \text{ Hz}$$

3.



AT B Path difference is 0 and at A path difference is 4λ . From $n\lambda$ formula there are 3 maxima position between A & B. So total maxima in ellipse = 16

B पर पथान्तर 0 है और A पर पथान्तर 4λ है। $n\lambda$ सिद्धान्त से A और B के मध्य तीन उच्चतम स्थिति रहेगी। अतः दीर्घवृत्त पर कुल अधिकतम = 16 होगा

Note → if there were circle, rectangle, square instead of ellipse, answer is same.

नोट → यदि यहां दीर्घवृत्त के स्थान पर वृत्त, आयत या वर्ग होता तो भी उत्तर समान होता है।

4. Resultant amplitude परिणामी आयाम = NA
∴ Resultant intensity परिणामी तीव्रता = $N^2 I_0$

5. First maxima after O will appear when path difference $\Delta S = \lambda$

$$\text{so } AP - BP = \lambda$$

$$\sqrt{2.4^2 + 1^2} - 2.4 = \lambda \quad \lambda = 0.2$$

$$\text{sound velocity} = n \lambda = 1800 \times 0.2 = 360 \text{ m/s}$$

O के बाद प्रथम उच्चिष्ठ प्राप्त होगा जब पथान्तर $\Delta S = \lambda$ है।

$$\text{अतः } AP - BP = \lambda$$

$$\sqrt{2.4^2 + 1^2} - 2.4 = \lambda$$

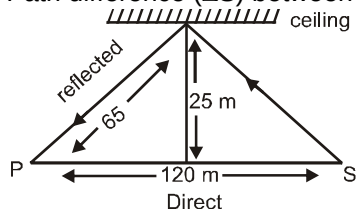
$$\lambda = 0.2$$

$$\text{ध्वनि वेग} = n \lambda = 1800 \times 0.2 = 360 \text{ m/s}$$





6. Path difference (ΔS) between direct and reflected wave = $130 - 120 = 10$ m

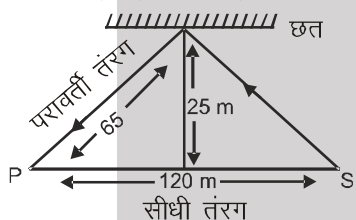


for so constructive interference $\Delta S = n\lambda$

$$\lambda = \frac{\Delta S}{n} = \frac{10}{n} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$$\lambda = 10, \frac{10}{2}, \frac{10}{3}, \frac{10}{4}, \dots \quad \text{Ans (A)}$$

सीधी और परावर्तित तरंगों के मध्य पथान्तर (ΔS) = $130 - 120 = 10$ m



अतः सम्पोषी व्यतिकरण के लिए $\Delta S = n\lambda$

$$\lambda = \frac{\Delta S}{n} = \frac{10}{n} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

$$\lambda = 10, \frac{10}{2}, \frac{10}{3}, \frac{10}{4}, \dots \quad \text{Ans (A)}$$

7. $y_1 = A \cos(ax + bt)$

so here अतः यहाँ $k = a$

$$\frac{2\pi}{\lambda} = a \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{a}$$

$$\omega = b \Rightarrow n = \frac{b}{2\pi}$$

$$\frac{I_{\text{incident}}}{I_{\text{reflected}}} = \frac{I}{0.64 I} = \left(\frac{a_{\text{incident}}}{a_{\text{reflected}}} \right)^2 \quad a_{\text{reflected}} = 0.8 A$$

$$\frac{I_{\text{आपतित}}}{I_{\text{परावर्तित}}} = \frac{I}{0.64 I} = \left(\frac{a_{\text{आपतित}}}{a_{\text{परावर्तित}}} \right)^2 \quad a_{\text{परावर्तित}} = 0.8 A$$

For reflected wave Displacement equation

परावर्तित तरंग के लिये विस्थापन समीकरण

$$y_2 = 0.8 A \cos(-ax + bt + \pi) \\ = -0.8 A \cos(ax - bt)$$

by super position law resultant wave

अध्यारोपण सिद्धान्त से परणामी तरंग

$$y = y_1 + y_2 \\ = A \cos(ax + bt) + [-0.8 A \cos(ax - bt)]$$

so incorrect option is D

अतः सही विकल्प D है।





8. Speed of sound in an ideal gas is given by

$$V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

$$V \propto \sqrt{\frac{\gamma}{M}} \quad [T \text{ is same for both the gasses}]$$

$$\frac{V_{N_2}}{V_{He}} = \sqrt{\frac{\gamma_{N_2}}{\gamma_{He}} \times \frac{M_{He}}{M_{N_2}}} = \sqrt{\frac{(7/5)}{(5/3)} \left(\frac{4}{28} \right)} = \sqrt{3/5}$$

$$\gamma_{N_2} = 7/5 \quad (\text{Diatomic})$$

$$\gamma_{N_2} = 5/3 \quad (\text{Monoatomic})$$

Sol. आदर्श गैस में ध्वनि का वेग निम्न समीकरण से दिया जाता है।

$$V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

$$V \propto \sqrt{\frac{\gamma}{M}} \quad [\text{दोनों गैसों के तापमान } T \text{ एक समान है}]$$

$$\frac{V_{N_2}}{V_{He}} = \sqrt{\frac{\gamma_{N_2}}{\gamma_{He}} \times \frac{M_{He}}{M_{N_2}}} = \sqrt{\frac{(7/5)}{(5/3)} \left(\frac{4}{28} \right)} = \sqrt{3/5}$$

$$\gamma_{N_2} = 7/5 \quad (\text{द्विपरमाणुक})$$

$$\gamma_{N_2} = 5/3 \quad (\text{एकपरमाणुक})$$

9. Speed of sound in a gas is given by :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

$$\text{Here } \gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3} \text{ for both the gases } \left(\gamma_{\text{monoatomic}} = \frac{5}{3} \right).$$

Sol. एक गैस में ध्वनि का वेग निम्न रूप में दिया जाता है –

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

$$v \propto \frac{1}{\sqrt{M}}$$

$$\therefore \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

$$\text{यहाँ } \gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5}{3} \text{ दोनों गैसों के लिए } \left(\gamma_{\text{एक परमाणुक}} = \frac{5}{3} \right)$$





$$10. \quad f_{\text{fun.}} = \begin{cases} \frac{v}{2\ell} & \text{for open pipe} \\ \frac{v}{4\ell} & \text{for closed pipe} \end{cases}$$

$f \propto \sqrt{T}$, but f does not depend on pressure.

for closed pipe 1st overtone = 3fundamental.

$$f_{\text{fun.}} = \begin{cases} \frac{v}{2\ell} & \text{खुले पाईप के लिए} \\ \frac{v}{4\ell} & \text{बन्द पाईप के लिए} \end{cases}$$

$f \propto \sqrt{T}$, लेकिन f दाब पर निर्भर नहीं करता है।

बन्द पाईप के लिए $f_{\text{प्रथम अधिस्वरक}} = 3f_{\text{मूलमूल}}$

$$11. \quad \text{for open pipe first overtone frequency} = \frac{v}{2\ell_0} \times 2$$

$$\text{खुले पाईप के लिए प्रथम अधिस्वरक की आवृत्ति} = \frac{v}{2\ell_0} \times 2$$

$$\text{for closed pipe 1st overtone frequency} = \frac{v}{4\ell_c} \times 3$$

$$\text{बन्द पाईप के लिए प्रथम अधिस्वरक की आवृत्ति} = \frac{v}{4\ell_c} \times 3$$

the two frequencies are equal. दोनों आवृत्तियां बराबर हैं।

$$\Rightarrow \frac{\ell_c}{\ell_0} = \frac{3}{4}$$

$$12. \quad \frac{\lambda}{2} = \ell \quad \therefore \lambda = 2\ell$$

$$n_1 = \frac{v}{2\ell}$$



$$\frac{3\lambda}{4} = \ell$$

$$\lambda = \frac{4\ell}{3}$$

$$n_2 = \frac{3v}{4\ell}$$



$$n_2 - n_1 = 100$$

$$\frac{3v}{4\ell} - \frac{2v}{4\ell} = 100$$

$$\frac{v}{4\ell} = 100$$

fundamental frequency of open organ pipe $\frac{v}{2\ell} = 200 \text{ Hz}$.

खुले आर्गन पाईप की मूल आवृत्ति $\frac{v}{2\ell} = 200 \text{ Hz}$.





13. To get beat frequency 1, 2, 3, 5, 7, 8, it is possible when other three tuning fork have frequencies 551, 553, 558, etc.
1, 2, 3, 5, 7, 8, विस्पंद आवृत्ति प्राप्त करने के लिये यह सम्भव है कि अन्य तीनो स्वरित्र की आवृत्ति 551, 553, 558 इत्यादि हो।

14. frequency of two source $n_1 = 50$ $n_2 = 51$ दो स्रोतों के मध्य आवृत्ति $n_1 = 50$ $n_2 = 51$
so beat frequency = 1/sec. अतः विस्पंद आवृत्ति = 1/sec.

$$\text{Now intensity ratio of maximum \& minimum value} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{(a_1 + a_2)^2}{(a_1 - a_2)^2} = \left(\frac{16}{8}\right)^2 = \frac{4}{1}$$

$$\text{अब अधिकतम और न्यूनतम मानों का अनुपात} = \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{(a_1 + a_2)^2}{(a_1 - a_2)^2} = \left(\frac{16}{8}\right)^2 = \frac{4}{1}$$

So Ans D अतः विकल्प D सही है।

15. frequency of sound for approaching observer $f_a = \frac{c+v}{c} f$

$$\text{पास आने वाले प्रेक्षक के लिये ध्वनि आवृत्ति} f_a = \frac{c+v}{c} f$$

$$\text{For receding observer} f_r = \frac{c-v}{c} f$$

$$\text{दूर जाने वाले प्रेक्षक के लिये} f_r = \frac{c-v}{c} f$$

$$f_r + f_a = 2f \quad f = \frac{f_r + f_a}{2} \quad \text{Ans (A)}$$

$$\begin{aligned} 16. \quad n' &= n \cdot \frac{v_{\text{sound}}}{v_{\text{sound}} - v_{\text{train}}} \cdot \frac{v_{\text{ध्वनि}}}{v_{\text{ध्वनि}} - v_{\text{रेल}}} \Rightarrow (n' - n) v_{\text{sound, ध्वनि}} = n' v_{\text{train, रेल}} \\ n'' &= n \cdot \frac{v_{\text{sound}}}{v_{\text{sound}} + v_{\text{train}}} \cdot \frac{v_{\text{ध्वनि}}}{v_{\text{ध्वनि}} + v_{\text{रेल}}} \Rightarrow (n - n'') v_{\text{sound, ध्वनि}} = n' v_{\text{train, रेल}} \\ \Rightarrow \frac{(n' - n)}{n - n''} &= \frac{n'}{n''} \Rightarrow n' n'' - n n'' = n' n - n' n'' \\ \Rightarrow 2n' n'' &= (n' + n'') n \Rightarrow n = \frac{2 n' n''}{(n' + n'')} \end{aligned}$$

17. The motorcyclist observes no beats. So the apparent frequency observed by him from the two sources must be equal.

f_1 = Frequency recorded by motorcyclist from police car.

f_2 = Frequency recorded by motorcyclist from stationary siren.

For no beats $\Rightarrow f_1 = f_2$

$$\therefore 176 \left(\frac{330 - v}{330 - 22} \right) = 165 \left(\frac{330 + v}{330} \right)$$

Solving this equation we get, $v = 22$ m/s

- Sol. मोटर साईकिल चालक कोई विस्पंद नहीं सुनाता है, इसलिए उसके द्वारा सुनी गई दोनों स्रोतों की आभासी आवृत्ति बराबर होनी चाहिए।

f_1 = पुलिस कार की मोटर साईकिल चालक द्वारा सुनी गई आवृत्ति

f_2 = रूकी हुई कार की मोटर साईकिल चालक द्वारा सुनी गई आवृत्ति

कोई विस्पंद नहीं सुनने के लिए $\Rightarrow f_1 = f_2$

$$\therefore 176 \left(\frac{330 - v}{330 - 22} \right) = 165 \left(\frac{330 + v}{330} \right)$$

हल करने पर हम प्राप्त करते हैं, $v = 22$ m/s



18. Using the formula

$$f' = f \left(\frac{v + v_0}{v} \right)$$

we get $5.5 = 5 \left(\frac{v + v_A}{v} \right)$ (1)

and $6.0 = 5 \left(\frac{v + v_B}{v} \right)$ (2)

here v = speed of sound

v_A = speed of train A

and v_B = speed of train B

solving eqn. (1) and (2) we get :

$$\frac{v_B}{v_A} = 2$$

Sol. सूत्र $f' = f \left(\frac{v + v_0}{v} \right)$ प्रयुक्त करने पर

प्राप्त होगा $5.5 = 5 \left(\frac{v + v_A}{v} \right)$ (1)

व $6.0 = 5 \left(\frac{v + v_B}{v} \right)$ (2)

यहाँ v = ध्वनि की चाल

v_A = ट्रेन A की चाल

व v_B = ट्रेन B की चाल है

समीकरण (1) व (2) हल करने पर :

$$\frac{v_B}{v_A} = 2$$

19. $f_1 = f \left(\frac{v}{v - v_s} \right)$

$$f_1 = f \left(\frac{340}{340 - 34} \right) = f \left(\frac{340}{306} \right)$$

and और $f_2 = f \left(\frac{v}{v - v_s} \right) = \left(\frac{340}{340 - 17} \right) = \frac{340}{323} f$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{323}{306} = \frac{19}{18}$$

20. $f_1 = f_0 \frac{v_{\text{sound}}}{v_{\text{sound}} + v_{\text{train}}} = \frac{1}{1.2} f_0 \Rightarrow 1.2 v_{\text{sound}} = v_{\text{sound}} + v \Rightarrow v = \frac{v_{\text{sound}}}{5}$

$$f_2 = f_0 \frac{v_{\text{sound}} - v_{\text{man}}}{v_{\text{sound}}} = 0.8 \Rightarrow \frac{f_0}{f_2} = 1.25$$

$$f_1 = f_0 \frac{v_{\text{ध्वनि}}}{v_{\text{ध्वनि}} + v_{\text{रल}}} = \frac{1}{1.2} f_0 \Rightarrow 1.2 v_{\text{ध्वनि}} = v_{\text{ध्वनि}} + v \Rightarrow v = \frac{v_{\text{ध्वनि}}}{5}$$

$$f_2 = f_0 \frac{v_{\text{ध्वनि}} - v_{\text{व्यक्ति}}}{v_{\text{ध्वनि}}} = 0.8 \Rightarrow \frac{f_0}{f_2} = 1.25$$





21. There is no relative motion between source and observer so frequency remain constant $n = \frac{V}{\lambda_0}$

यहां स्रोत और प्रेक्षक के मध्य सापेक्ष गति नहीं हो रही है अतः आवृत्ति नियत रहेगी। $n = \frac{V}{\lambda_0}$

when wind start blowing in the direction of wave motion then velocity of sound $= V + u_w$

जब हवा तरंग की दिशा में चलना प्रारम्भ होगी तब ध्वनि का वेग $= V + u_w$

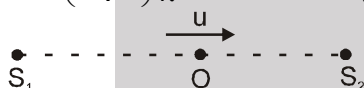
so apparent wave length $\lambda' = \frac{V + u_w}{n} = \frac{V + u_w}{V} \lambda_0$

अतः आभासी तरंगदैर्घ्य $\lambda' = \frac{V + u_w}{n} = \frac{V + u_w}{V} \lambda_0$

Ans (B)

22. frequency heard by listener श्रोता द्वारा सुनी गयी आवृत्ति

$$n_1 = \left(\frac{V - u}{V} \right) \frac{V}{\lambda} \quad n_2 = \left(\frac{V + u}{V} \right) \frac{V}{\lambda}$$



beat frequency विस्पंद आवृत्ति $= n_2 - n_1 = \frac{2u}{\lambda}$

Ans A

23. Let the velocity of source at mean position is u observer hear maximum frequency when source approaching line from mean positions
माना माध्य स्थिति पर स्रोत की आवृत्ति u है तथा प्रेक्षक अधिकतम आवृत्ति सुनेगा जब स्रोत माध्य स्थिति की रेखा में पहुंचता है।

$$L_{\max} = \frac{c}{c - u} v$$

and minimum frequency when source reseeding from mean position $L_{\max} \frac{c}{c + u} = v$

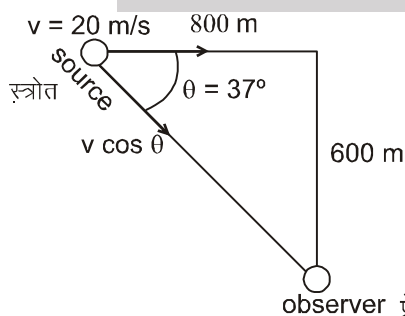
और जब स्रोत माध्य स्थिति से दूर जाता है तब न्यूनतम आवृत्ति $L_{\max} \frac{c}{c + u} = v$

velocity at mean position माध्य स्थिति पर वेग $u = \sqrt{2gd(1 - \cos \theta)}$

$$L_{\max \text{ अधिकतम}} = \frac{cv}{c - \sqrt{2gd(1 - \cos \theta)}}$$

$$L_{\min \text{ न्यूनतम}} = \frac{cv}{c + \sqrt{2gd(1 - \cos \theta)}} \quad \text{Ans (C)}$$

- 24.



$$f = f_0 \frac{v_{\text{sound}}}{v_{\text{sound}} - v_{\text{source}}} = 600 \cdot \frac{330}{330 - v \cos \theta} = 600 \cdot \frac{330}{330 - 20 \cos 37}$$

$$f = f_0 \frac{V_{\text{ध्वनि}}}{V_{\text{ध्वनि}} - V_{\text{ध्वनि}}} = 600 \cdot \frac{330}{330 - v \cos \theta} = 600 \cdot \frac{330}{330 - 20 \cos 37} = 600 \cdot \left(\frac{330}{314} \right) \approx 630.5 \text{ Hz.}$$



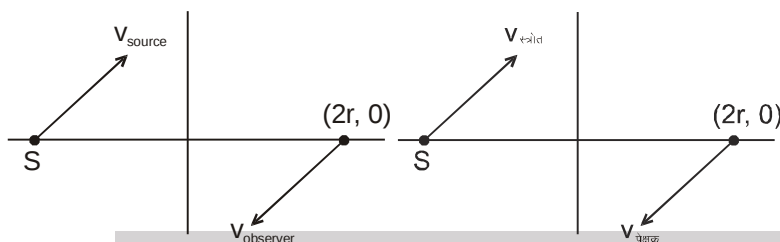


25. Due to Doppler effect apparent frequency of S_1 will continuously decreases. But apparent frequency of S_2 changes to lower value when it crosses o so best represented graph is.

Ans (C)

डॉप्लर प्रभाव के कारण S_1 की आवृत्ति लगातार घटती है। लेकिन S_2 की आभासी आवृत्ति जब यह o को पार करती है तो छोटे मानों से परिवर्तित हो जाती है अतः सही ग्राफ C होगा।

26.



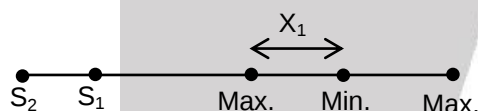
Velocity of approach of observer & source decreases, becomes zero and finally becomes velocity of separation.

Hence apparent frequency continuously decreases. ($f_{app} = f$ when $v_{app} = 0$)

प्रेक्षक व स्रोत के निकट पहुँच का वेग घटता है और घटकर शून्य व बाद में अलगाव का वेग बन जाता है।

अतः आभासी आवृत्ति लगातार घटती रहती है ($f_{आभासी} = f$ जब $v_{आभासी} = 0$)

27.



$$X_1 = \lambda/2$$

Since x_1 depends on λ then

Now $v = f\lambda$

if frequency change, λ changes

medium change then v change

amplitude change then no effect on λ

चुंकि x_1 , λ पर निर्भर करती है, तब

अब $v = f\lambda$

यदि आवृत्ति में परिवर्तन होता है तब λ परिवर्तित होता है।

माध्यम परिवर्तित होने पर v परिवर्तित होता है।

आयाम परिवर्तित होने पर λ पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

28.

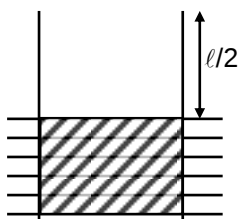
There are two views यहाँ दो दृश्य है

Ist : If displacement amplitude remains same than यदि विस्थापन आयाम समान रहता है तब $I \propto f^2$

$$\Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{f_1^2}{f_2^2} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{I_{1200H_2}}{I_{400H_2}} = \frac{9}{1}$$

IIst : If pressure amplitude remains same than यदि दाब आयाम समान रहता है तब $\frac{I_{1200H_2}}{I_{400H_2}} = \frac{1}{1}$

29.



$$\frac{v}{4\ell} = \frac{v}{2\ell} = 500\text{Hz}$$



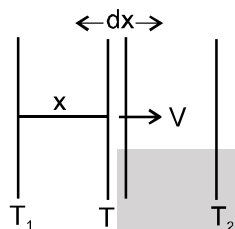


$$30. \Delta f = \frac{c}{c-u} \cdot f - \frac{c}{c+u} \cdot f = \frac{cf2u}{c^2 - u^2} = \frac{2uf}{c}$$

$$\Delta f = \frac{2 \cdot 1.400}{345} = \frac{800}{345} = 2.32$$

PART – II

1.



time taken by sound waves to travel dx ध्वनि तरंग द्वारा dx दूरी तय करने में लिया गया समय

$$dt = \frac{dx}{V} = \frac{dx}{\sqrt{\frac{\gamma R T}{M}}} = \sqrt{\frac{M}{\gamma R T}} dx$$

$$dt = \left(\sqrt{\frac{\gamma R}{M}} \right)^{-1} \frac{dx}{\sqrt{T}} \quad T = T_1 + \left(\frac{T_2 - T_1}{d} \right) x$$

$$dt = \left(\sqrt{\frac{\gamma R}{M}} \right)^{-1} \frac{dx}{\sqrt{T_1 + \left(\frac{T_2 - T_1}{d} \right) x}}$$

$$t = \left(\sqrt{\frac{\gamma R}{M}} \right)^{-1} \frac{d}{T_2 - T_1} 2 \left[\sqrt{T_1 + \left(\frac{T_2 - T_1}{d} \right) x} \right]_0^d$$

$$= \frac{2d}{T_2 - T_1} \left[\sqrt{\frac{\gamma R}{M}} \right]^{-1} [\sqrt{T_2} - \sqrt{T_1}] = \frac{2d}{\sqrt{T_2} + \sqrt{T_1}} \left(\sqrt{\frac{\gamma R}{M}} \right)^{-1}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{\gamma R T_0}{M}} \quad (\text{given दिया है})$$

$$\frac{V_0}{\sqrt{T_0}} = \sqrt{\frac{\gamma R}{M}}$$

$$t = \frac{2d}{\sqrt{T_2} + \sqrt{T_1}} \left(\frac{V_0}{\sqrt{T_0}} \right)^{-1} = \frac{2d}{(\sqrt{T_1} + \sqrt{T_2})} \frac{\sqrt{T_0}}{V_0} = \frac{2d}{V_0} \frac{\sqrt{T_0}}{(\sqrt{T_1} + \sqrt{T_2})} = \frac{2 \times 900}{360} \frac{\sqrt{400}}{\sqrt{100} + \sqrt{900}} = 2.5 \text{ sec}$$

$$2. y = 12 \sin \frac{\pi x}{50}, \quad \text{at } t = 0$$

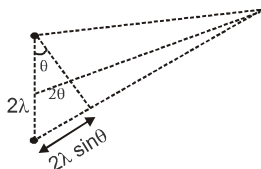
$$y = 12 \sin \frac{\pi}{50} (x - vt)$$

$$y = 12 \sin \frac{\pi}{50} (x - 100 \times 0.25)$$

So equation of shape of wave इसलिए तरंग आकृति का समीकरण $y = 12 \sin \left(\frac{\pi x}{50} - \frac{\pi}{2} \right)$.



3.



path difference = $2\lambda \sin \theta = 0, \lambda, 2\lambda$ for maxima

उच्चिष्ठ के लिए पथान्तर = $2\lambda \sin \theta = 0, \lambda, 2\lambda$

$$\Rightarrow \theta = 0, \pm \pi/6$$

4.

Phase angle for S_1 , $\theta_1 = (\omega t - kx_1)$ and for S_2 , $\theta_2 = (\omega t - kx_2 + \pi)$

S_1 के लिये कला कोण, $\theta_1 = (\omega t - kx_1)$ तथा S_2 के लिये, $\theta_2 = (\omega t - kx_2 + \pi)$

At A phase difference is 4π and at B it is zero so minima in between these will be at π & 3π phase difference so total 2 minima.

A पर कलान्तर 4π है तथा B पर शून्य है। अतः इनके मध्य कलान्तर π और 3π पर निम्निष्ठ होगा। अतः कुल 2 निम्निष्ठ होंगे।

At C phase difference is 6π so - between B & C there will be minima at 1π , 3π & 5π phase difference total 3 minima

C पर कलान्तर 6π है। अतः B तथा C के मध्य 1π , 3π तथा 5π कलान्तर पर निम्निष्ठ होंगे। अतः कुल निम्निष्ठ 3 होगा ratio अनुपात = 2 : 3

5.

Time interval between beats (initially) = $\frac{60}{40} = 1.5$ sec

Since $t = \frac{2S}{v}$

$$1.5 = \frac{2S}{v}$$

where S is the initial distance and v is the speed of sound. As the man approaches 90 m towards the mountain

$$\frac{2(S-90)}{v} = 1 \quad \text{since drumming rate is 60/min}$$

Solving for S from the two relations we get

$$\frac{2S}{2(S-90)} = 1.5 \quad \frac{S-90}{S} = \frac{2}{3}$$

$$\Rightarrow 3S - 3 \times 90 = 2S \quad S = 270 \text{ m}$$

Sol.

प्रारम्भ में विस्पंद के बीच समयान्तराल = $\frac{60}{40} = 1.5$ sec

चूँकि $t = 2S/v$

$$1.5 = 2S/v$$

जहाँ S प्रारम्भिक दूरी, तथा v ध्वनि की चाल है जैसा कि व्यक्ति 90 m पर्वत की ओर चलता है = 1

चूँकि ड्रम बजाने की दर 60/min है।

इन दो सम्बन्धों को हल करने पर पाते हैं

$$\frac{2(S-90)}{v} = 1.5 \quad \Rightarrow \quad 3S - 3 \times 90 = 2S \quad S = 270 \text{ m}$$





6. Intensity from a point source varies with distance as $I = \frac{\phi}{4\pi r^2}$

where ϕ is the energy flux.

where I_r is the reference intensity

For $r = 10$ m,

Subtracting I and II and putting $L = 0$ we get

Hence power of 10 is 2.

- Sol.** बिन्दु स्रोत से दूरी के साथ तीव्रता $I = \frac{\phi}{4\pi r^2}$

जहाँ ϕ ऊर्जा है

जहाँ I_r एम सूचक आवृत्ति है।

$r = 10$ m के लिए,

I तथा II को घटाने पर और तथा $L = 0$ रखने पर हम पाते हैं

इसलिए 10 की घात अंक 2 है

7. Strain for longitudinal wave = $\frac{dy}{dx}$ अनुदैर्घ्य तरंगों के लिए विकृति = $\frac{dy}{dx}$

Stress = Y strain = Y $\frac{dy}{dx}$ प्रतिबल = Y विकृति = Y $\frac{dy}{dx}$

for max stress, $\frac{dy}{dx}$ should be max

अधिकतम प्रतिबल के लिए $\frac{dy}{dx}$, अधिकतम होगी।

$$y = 0.002 \sin \frac{\pi x}{3} \sin 1000 \pi t$$

$$\frac{dy}{dx} = 0.002 \frac{\pi}{3} \cos \frac{\pi x}{3} \sin 1000 \pi t$$

$$x = 2, \max \frac{dy}{dx} = 0.002 \frac{\pi}{3} \cos \frac{\pi 2}{3} = -0.002 \frac{\pi}{3} \times \frac{1}{2}$$

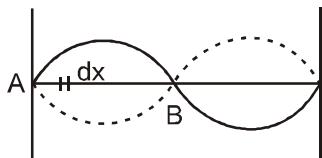
$$\text{stress प्रतिबल} = \frac{3}{8} \pi \left(-0.001 \frac{\pi}{3} \right) = \frac{0.001}{8} = \frac{1}{8} \times 10^{-3} \text{ dyne/cm}^2$$

Ans





8.



If we consider AB part of rod then every particle in AB is doing S.H.M. if we determine max kinetic energy of S.H.M. of each particle which is equal to mechanical energy of vibration and sum of all these energy between these (adjacent displacement node) gives mechanical energy confined between it

$$\text{kinetic energy of any particle of mass } (\rho s dx) = \frac{1}{2} \rho s dx \left(\frac{d\varepsilon}{dt} \right)^2.$$

यदि छड़ के AB भाग को ले तो AB का प्रत्येक कण स०आ०ग० कर रही है यदि प्रत्येक कण के स०आ०ग० की कुल यांत्रिक ऊर्जा इन दो निस्पंद के बीच बंधित होगी

$$\text{द्रव्यमान } (\rho s dx) \text{ के किसी कण की गतिज ऊर्जा} = \frac{1}{2} \rho s dx \left(\frac{d\varepsilon}{dt} \right)^2.$$

$$dK_E = \frac{1}{2} \rho s dx \omega^2 a^2 \sin^2 kx \sin^2 \omega t$$

$$dK_{E_{\max}} = \frac{1}{2} \rho s \omega^2 a^2 \sin^2 kx dx$$

net energy (mechanical) between A to B (0 to $\lambda/2$)

A तथा B (0 to $\lambda/2$) के बीच कुल यांत्रिक ऊर्जा

$$= \frac{1}{2} \rho s \omega^2 a^2 \int_0^{\lambda/2} \sin^2 kx dx = \frac{1}{4} \rho s \omega^2 a^2 \left[x - \frac{\sin 2kx}{2k} \right]_0^{\lambda/2} = \frac{1}{4} \rho s \omega^2 a^2 \frac{\lambda}{2} = \frac{1}{4} \pi \rho s \omega^2 \frac{a^2}{k}$$

Ans

9. (C) For pipe A, second resonant frequency is third harmonic thus $f = \frac{3V}{4L_A}$

(C) पाइप A, के लिये दूसरी अनुनादी आवृत्ति तृतीय सनांदी है। अतः $f = \frac{3V}{4L_A}$

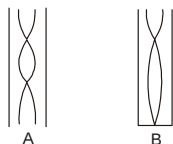
For pipe B, second resonant frequency is second harmonic thus $f = \frac{2V}{2L_B}$

पाइप B, के लिए द्वितीय अनुनादी आवृत्ति दूसरी सनांदी है अतः $f = \frac{2V}{2L_B}$

Equating बराबर करने पर $\frac{3V}{4L_A} = \frac{2V}{2L_B} \Rightarrow L_B = \frac{4}{3} L_A = \frac{4}{3} \cdot (1.5) = 2m.$

10. (a) Frequency of second harmonic in pipe A = frequency of third harmonic in pipe B

$$\therefore 2 \left(\frac{v_A}{2\ell_A} \right) = 3 \left(\frac{v_B}{4\ell_B} \right)$$



or $\frac{v_A}{v_B} = \frac{3}{4}$ (as $\ell_A = \ell_B$)

(b) Ratio of fundamental frequency in pipe A and in pipe B is :

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{v_A / 2\ell_A}{v_B / 2\ell_B} = \frac{v_A}{v_B} = \frac{3}{4} \quad (\text{as } \ell_A = \ell_B)$$

Ans.



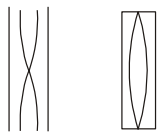


Sol. पाइप A की द्वितीय संनादी की आवृत्ति = पाइप B की तृतीय संनादी की आवृत्ति

$$\therefore 2 \left(\frac{v_A}{2\ell_A} \right) = 3 \left(\frac{v_B}{4\ell_B} \right) \quad \text{or} \quad \frac{v_A}{v_B} = \frac{3}{4}$$

(as $I_A = I_B$)

पाइप A व पाइप B की मूल आवृत्तियों का अनुपात :



$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{v_A / 2\ell_A}{v_B / 2\ell_B} = \frac{v_A}{v_B} = \frac{3}{4} \quad (\text{as } \ell_A = \ell_B) \quad \text{Ans.}$$

11. Let e be the end correction.

$$0.1 + e = \frac{\lambda}{4} \quad 0.35 + e = \frac{3\lambda}{4}$$

Solving this equation we get

$$e = 0.025 \text{ m} = 2.5 \text{ cm} = 25 \text{ mm}$$

Sol. माना e सिरा संशोधन है। दिया गया है ,

$$0.1 + e = \frac{\lambda}{4} \quad 0.35 + e = \frac{3\lambda}{4}$$

हल करने पर हम प्राप्त करते हैं $\Rightarrow e = 0.025 \text{ m} = 2.5 \text{ cm} = 25 \text{ mm}$

12. Let frequency of tuning fork = f

माना स्वरित्र की आवृत्ति = f

$$\text{frequency of wave in wire} = \frac{v}{2\ell}$$

$$\text{सोनोमीटर तार में तरंग की आवृत्ति} = \frac{v}{2\ell}$$

when जब $\ell = 1 \text{ m}$

$$f_1 = \frac{v}{2}$$

when जब $\ell = 1.05 \text{ m}$

$$f_2 = \frac{v}{2 \times (1.05)}$$

$$f_1 - f = 5 \quad \text{and और} \quad f - f_2 = 5 \quad \Rightarrow \quad f_1 - f_2 = 10$$

$$\Rightarrow \frac{v}{2} \left(1 - \frac{1}{1.05} \right) = 10$$

$$\text{or या} \quad v = \frac{20 \times 1.05}{0.05} = 420 \text{ m/s.}$$

$$f_1 = \frac{v}{2} = 210 \text{ Hz.}$$

$$f = f_1 - 5 = 205 \text{ Hz.}$$

13. Let original frequency is f

माना वास्तविक आवृत्ति f है।

by the concept of Doppler effect डॉप्लर प्रभाव की अवधारणा से

frequency of reflected wave

परावर्तित तरंग की आवृत्ति

$$f' = \frac{V+u}{V-u} f = \frac{332+12}{332-12} \times f, \quad f' - f = 6,$$

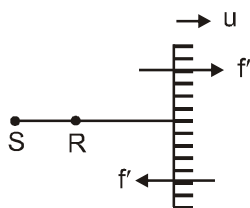
$$\frac{344}{320} f - f = 6 \quad \Rightarrow \quad f = \frac{320 \times 6}{24} = 80 \text{ Hz}$$





14. Sound received by receiver one is direct and another by reflected sound from wall

frequency direct received = f $f' = \frac{V-u}{V} f$

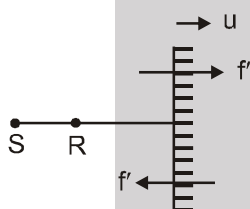


Apparent frequency at receiver after reflection from wall $f'' = \frac{V}{V+u} f' = \frac{V-u}{V+u} f$

so beat frequency received = $f_b = f - f'' = \frac{2u}{V+u} f$

- Sol.** श्रोता द्वारा प्राप्त आवाज में एक सीधी होगी और दूसरी आवाज दीवार से परावर्तित होगी।

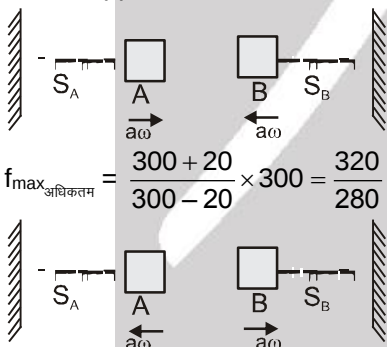
सीधी प्राप्त आवृत्ति = f $f' = \frac{V-u}{V} f$



दीवार से परावर्तन के बन्द प्राप्त आभासी आवृत्ति $f'' = \frac{V}{V+u} f' = \frac{V-u}{V+u} f$

अतः प्रेक्षित विस्पंद आवृत्ति = $f_b = f - f'' = \frac{2u}{V+u} f$

15. From doppler effect डॉप्लर प्रभाव से



$f_{\text{max}} = \frac{300+20}{300-20} \times 300 = \frac{320}{280} \times 300\text{Hz}$

$f_{\text{min}} = \frac{300-20}{300+20} \times 300 = \frac{280}{320} \times 300\text{Hz}$

- 16.

$\rightarrow W$

$A \rightarrow u$

$u \leftarrow B$

- (I) sound of horn of B : B के हार्न की ध्वनि

apparent wave length of sound received by A is a result of doppler effect due to source velocity only
A द्वारा प्रेक्षित ध्वनि का तरंगदैर्घ्य डॉप्लर प्रभाव से केवल स्रोत के वेग पर निर्भर होती है।

so apparent frequency when only source is moving

इसलिए जब केवल स्रोत चलता है, प्रेक्षित आवृत्ति

$f' = \frac{V}{V-W-u} \times f$





so apparent wavelength आभासी तरंगदैर्घ्य $\lambda' = \frac{v}{f'}$

$$\lambda' = \frac{v - w - u}{f}$$

$$\text{frequency आवृत्ति} = \frac{v - w + u}{v - w - u} f$$

(II) Sound reflected from B :

B से परावर्तित ध्वनि

frequency received & reflected by B,
B द्वारा प्रेषित व परावर्तित ध्वनि की आवृत्ति

$$f' = f \left(\frac{v + w + u}{v + w - u} \right)$$

wavelength of reflected sound

परावर्तित ध्वनि का तरंगदैर्घ्य

$$\lambda'' = \frac{v - w - u}{f'} = \frac{(v - w - u)(v + w - u)}{f(v + w + u)}$$

frequency of reflected sound

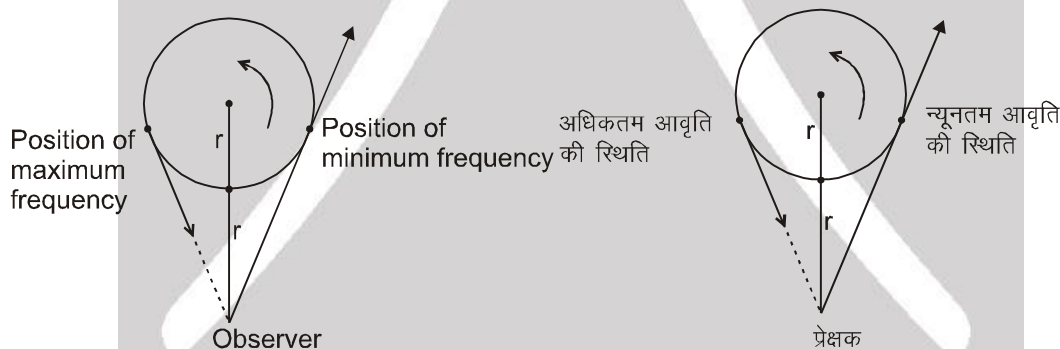
परावर्तित ध्वनि की आवृत्ति

$$= \frac{v - w + u}{\lambda'} = \frac{(v - w + u)(v + w + u)}{(v - w - u)(v + w - u)} f$$

$$\lambda' - \lambda'' = \frac{(v - w - u)}{f} \times \frac{2u}{(v + w + u)} = \frac{5}{73}$$

Hence अतः $P = 73$ Ans.

17.



$$\omega = \frac{2\pi}{\pi/2} = 4$$

$$f_{\text{max. अधिकतम}} = f_0 \left(\frac{v}{v - \omega r} \right) = \frac{330}{330 - 20} \times 200$$

$$f_{\text{min. न्यूनतम}} = f_0 \left(\frac{v}{v + \omega r} \right) = \frac{330}{330 + 20} \times 200$$

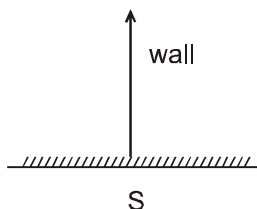
$$f_{\text{max.}} - f_{\text{min.}} = \frac{300}{7} = \frac{25 \times 12}{7}$$

Hence $P = 12$ Ans.





18.



frequency of direct sound received by observer = f
 frequency of sound reflected by wall

प्रेक्षक द्वारा, सीधे प्रेषित ध्वनि की आवृत्ति
 दीवार से परावर्तित ध्वनि की आवृत्ति

$$f' = f_0 \frac{v}{v+u}$$

frequency of this sound as received by observer प्रेक्षक द्वारा प्रेषित इस ध्वनि की आवृत्ति

$$f'' = f' \frac{v-u}{v} = f_0 \left(\frac{v-u}{v+u} \right) = 1700 \left(\frac{340-6}{340+6} \right) = 1700 \left(\frac{334}{346} \right)$$

$$\text{Beat frequency विस्पन्द आवृत्ति} = |f'' - f| = 1700 \left(1 - \frac{334}{346} \right) = \left(\frac{1700}{346} \right) \times 12 \sim 59 \text{ Hz.}$$

PART - III

1. In case of sound wave, y can represent pressure and displacement, while in case of an electromagnetic wave it represents electric and magnetic fields.

→ In general, y is any general physical quantity which is made to oscillate at one place and these oscillations are propagated to other places also.

ध्वनि तरंग की स्थिति में, y दाब और विस्थापन को प्रदर्शित सकता है, जबकि वैद्युत चुम्बकीय तरंग में यह विद्युत क्षेत्र और चुम्बकीय क्षेत्र को प्रदर्शित करता है।

→ सामान्यतः y कोई भी सामान्य भौतिक राशि है जो कि एक स्थान पर दोलन करने के लिये बनायी जाती है तथा ये दोलन अन्य स्थानों पर भी संचरित होते हैं।

- 2.* For stable interference, phase difference should not vary with time.
 Hence waves should have same frequency and a constant phase difference.

स्थायी व्यतिकरण के लिए कालान्तर समय के साथ परिवर्तित नहीं होना चाहिए

अतः तरंग की आवृत्ति समान एवं कालान्तर अचर रखना चाहिए।

- 3*. For constructive interference path difference (ΔS)

$$\Delta S = n\lambda \quad (n = 1, 2, 3, 4, \dots)$$

here $\Delta S = 2 \text{ m}$

So option A & B are satisfied for constructive interference similarly for destructive interference

$$\Delta S = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

so D option satisfied condition

Ans A, B, D,

संपोषी व्यतिकरण के लिए पथान्तर (ΔS)

$$\Delta S = n\lambda \quad (n = 1, 2, 3, 4, \dots)$$

यहाँ $\Delta S = 2 \text{ m}$

अतः संपोषी व्यतिकरण के लिए विकल्प A और B विकल्प सही है अतः इसी तरह विनाशी व्यतिकरण समीकरण के लिए

$$\Delta S = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$$

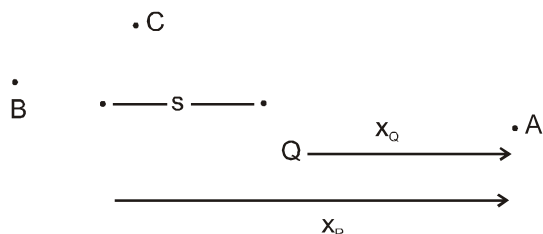
अतः D विकल्प सही है।

Ans A, B, D,





4.*

Wave emitted from Q से उत्सर्जित तरंग $y = A \sin(\omega t - kx_Q)$ Wave emitted from P से उत्सर्जित तरंग $y = A \sin(\omega t - kx_P + \pi/2)$

$$\Delta\phi = \phi_P - \phi_Q = \omega t - kx_P + \pi/2 - (\omega t - kx_Q)$$

$$= k(x_Q - x_P) + \pi/2$$

$$= \frac{2\pi}{\lambda}(x_Q - x_P) + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{10}(x_Q - x_P) + \frac{\pi}{2}$$

For A के लिए $x_Q - x_P = -5$

$$\Rightarrow \Delta\phi = \frac{\pi}{10}(-5) + \frac{\pi}{2} = 0$$

For B के लिए $x_Q - x_P = 5$

$$\Rightarrow \Delta\phi = \pi$$

For C के लिए $x_Q - x_P = 0 \Rightarrow \Delta\phi = \pi/2$

$$I_A : I_B : I_C = (I + I + 2I \cos 0) : (I + I + 2I \cos \pi) : (I + I + 2I \cos \pi/2)$$

5*. Energy per unit area associated with progressive sound wave $I = 2\pi^2 a^2 n^2$ sV if we increase amplitude to $\sqrt{2}$ times or frequency to $\sqrt{2}$ times I will be doubled.

So % increment 41% of either amplitude or frequency

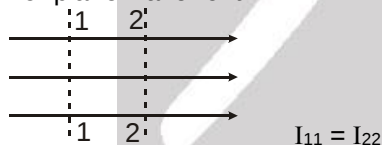
Ans - C, D

प्रगामी ध्वनि तरंगों की एकांक क्षेत्रफल की ऊर्जा $I = 2\pi^2 a^2 n^2$ sV यदि हम आयाम को $\sqrt{2}$ गुना या $\sqrt{2}$ गुना आवृत्ति बढ़ाते हैं तो I दुगुना हो जाता है।

अतः आयाम या आवृत्ति किसी में भी प्रतिशत वृद्धि, 41% परिवर्तन होगा। **Ans - C, D**

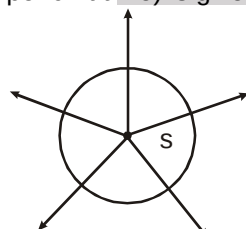
6.* For a plane wave intensity (energy crossing per unit area per unit time) is constant at all points.

For plane wavefront



For point source

But for a spherical wave, intensity at a distance r from a point source of power P (energy transmitted per unit time) is given by



$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \text{ or } I \propto \frac{1}{r^2}$$

→ For a line source $I \propto \frac{1}{r}$



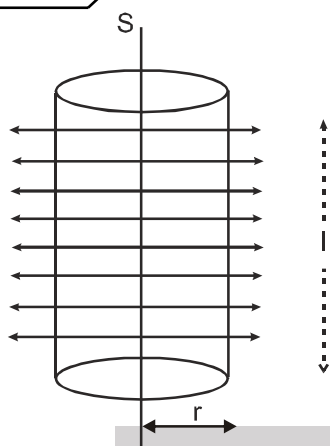
Resonance®
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) - 324005

Website : www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

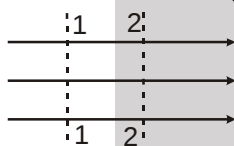
ADVSW - 36



because $I = \frac{P}{2\pi rL}$

Sol. एक समतल तरंग के लिए तीव्रता (प्रति एकांक समय में प्रति एकांक क्षेत्रफल गुजरने वाली ऊर्जा) सभी बिन्दुओं पर नियत होती है।

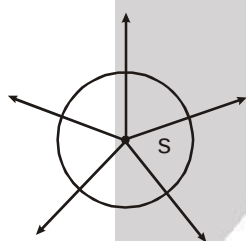
समतल तरंगों के लिए



$$I_{11} = I_{22}$$

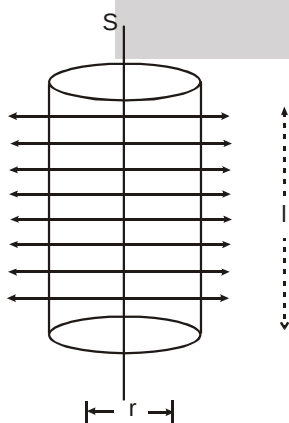
बिन्दु स्रोत के लिए

लेकिन एक गोलीय तरंग के लिये P शक्ति (प्रति एकांक समय उत्सर्जित ऊर्जा) वाले किसी बिन्दु स्रोत से r दूरी पर तीव्रता निम्न रूप से दी जाती है।



$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \quad \text{or} \quad I \propto \frac{1}{r^2}$$

→ एक रेखीय स्रोत के लिये $I \propto \frac{1}{r}$



क्योंकि $I = \frac{P}{2\pi rL}$





- 7*. At closed end displacement node and pressure antinode are formed
बंद सिरे पर विस्थापन निस्पंद और दाब प्रस्पंद बनते हैं।
- 8*. When sound wave is reflected from rigid end displacement wave get extra phase at π and pressure wave get no extra phase
So option A, B, C are correct .
जब ध्वनि तरंगे दृढ़ आधार से परावर्तित होती है तो विस्थापन तरंगों में अतिरिक्त कलान्तर π प्राप्त होता है तथा दाब तरंग में कोई अतिरिक्त कलान्तर नहीं होता है।
अतः विकल्प A, B, C सही हैं।

- 9*. making hole at $\ell/3$ length from close end. Pipe start behaving as closed pipe of length $\ell/3$.
बन्द सिरे से $\ell/3$ लम्बाई पर एक छिद्र बनाते हैं। अब यह पाईप $\ell/3$ लम्बाई के बन्द पाईप की तरह व्यवहार करेगा।

So new fundamental frequency अतः नई मूलभूत आवृत्ति $n' = \frac{V}{4\ell/3}$

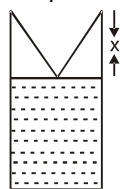
original fundamental frequency वास्तविक मूलभूत आवृत्ति $n = \frac{V}{4\ell}$ $n' = 3n$

So option B and D are correct Ans B, D

अतः त्रिज्या B और D सही हैं।

- 10.* $n \propto v/\ell$
To increase fundamental resonance frequency of tube.
नली की मूल अनुनादी आवृत्ति बढ़ाने के लिये
Velocity of sound in hydrogen can be increased.
ध्वनि की चाल हाइड्रोजन में बढ़ सकती है
Length of tube can be decreased.
नली की लम्बाई घटाई जा सकती है
For tube closed from one end fundamental frequency is $v/4\ell$
एक सिरे से बंद नली की मूल आवृत्ति $v/4\ell$ है।
For tube open from both ends fundamental frequency is $v/2\ell$
दोनों सिरे से खुली नली की मूल आवृत्ति $v/2\ell$ है।

- 11*. $x = \frac{\lambda}{4}$
 $\lambda = \frac{V}{n} = \frac{340}{340} = 1 \text{ m}$
 $x = \frac{1}{4} \text{ m} = 25 \text{ cm}$



fundamental tone
मूलभूत आवृत्ति

For other resonance position अन्य अनुनादी अवस्था के लिये

$$x = (2n - 1) \frac{\lambda}{4}$$

so अतः $x = 25, 75, 125 \text{ cm} \dots\dots\dots$

Tube length is only 120 cm so get resonance minimum length of water = $120 - 75 = 45$

द्यूब (पाइप) की लम्बाई केवल 120 cm है अतः अनुनाद प्राप्त करने के लिये जल की न्यूनतम लम्बाई = $120 - 75 = 45$





$$\text{maximum length} = 120 - 25 = 95$$

$$\text{अधिकतम लम्बाई} = 120 - 25 = 95$$

$$\text{Distance between two successive nodes} = \frac{\lambda}{2} = \frac{100}{2} = 50$$

$$\text{दो क्रमागत निसर्पंदों के मध्य दूरी} = \frac{\lambda}{2} = \frac{100}{2} = 50$$

Ans A, B, C

12*. Fundamental frequency of

$$\text{open pipe, } n_0 = \frac{V}{2\ell_1} \quad \text{closed pipe, } n_c = \frac{V}{4\ell_2}$$

$$\frac{V}{2\ell_1} - \frac{V}{4\ell_2} = 5 \quad \dots(1)$$

$$\text{For first overtone } n_0 = \frac{V}{\ell_1} \quad n_c = \frac{3V}{4\ell_2}$$

$$\frac{V}{\ell_1} - \frac{3V}{4\ell_2} = 5 \quad \dots(2)$$

$$\text{on solving (1) and (2) } \ell_1 = \ell_2 \Rightarrow \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{1}{1} \quad \text{Ans (B)}$$

Sol. खुले पाइप की मूलभूत आवृत्ति

$$n_0 = \frac{V}{2\ell_1}$$

बंद पाइप की मूलभूत आवृत्ति

$$n_c = \frac{V}{4\ell_2}$$

$$\frac{V}{2\ell_1} - \frac{V}{4\ell_2} = 5 \quad \dots(1)$$

$$\text{प्रथम अधिस्वरक के लिए } n_0 = \frac{V}{\ell_1} \quad n_c = \frac{3V}{4\ell_2}$$

$$\frac{V}{\ell_1} - \frac{3V}{4\ell_2} = 5 \quad \dots(2)$$

$$(1) \text{ व } (2) \text{ को हल करने पर } \ell_1 = \ell_2 \Rightarrow \frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{1}{1} \quad \text{Ans (B)}$$

13*. Fundamental frequency of wave in wire. तार में तरंग की मूलभूत आवृत्ति $n = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

$$\text{here beat frequency यहां विस्पंद आवृत्ति} = n_1 - n_2 = \frac{1}{2\ell\sqrt{\mu}} (\sqrt{T_1} - \sqrt{T_2})$$

beat frequency remain same विस्पंद आवृत्ति समान रहेगी

T_2 could be increased or T_1 could be decreased

T_2 बढ़ सकता है या T_1 घट सकता है।

Ans B, D

14*. Doppler effect in Frequency appears when there is relative motion between source and observer जब स्रोत और श्रोता के मध्य सापेक्ष गति होती है तो आवृत्ति में डॉप्लर प्रभाव उत्पन्न होती है।



- 15.* High pitch means apparent frequency is increased in reflected wave so there is relative motion between girl and reflection and it is of approaching nature so C and D is correct.

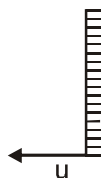
Ans C, D

उच्च पिच (pitch) का मतलब परावर्तित तरंग की आभासी आवृत्ति बढ़ गयी है। अतः यहाँ लड़की ओर परावर्तक के मध्य सापेक्ष गति होगी और यह साम्प्रदायिक प्रकृति की होगी। अतः C और D सही है।

Ans C, D

- 16*. By the concept of doppler effect Apparent frequency (no. of waves) striking the wall $= v' = \frac{C+u}{C} v$

डॉप्लर प्रभाव की अवधारण से दीवार से टकराने वाली आभासी आवृत्ति (तरंगों की संख्या) $= v' = \frac{C+u}{C} v$



frequency of reflected wave (wall become source) $v'' = \frac{C+u}{C-u} v$

परावर्तित तरंग की आवृत्ति (दीवार स्रोत बन गयी है) $v'' = \frac{C+u}{C-u} v$

Apparent wavelength आभासी तरंगदैर्घ्य $= \frac{C}{v''} = \frac{C(C-u)}{v(C+u)}$

so option A, B, C are correct अतः विकल्प A, B, C सही है।

- 17*. For observer O_1 , $\lambda_1 = \frac{V - V_s}{f} = \frac{V - V/5}{f} = \frac{4V}{5f}$

For O_2 , there is change of medium hence at the surface of water, keeping frequency unchanged

प्रेक्षक O_1 के लिए, $\lambda_1 = \frac{V - V_s}{f} = \frac{V - V/5}{f} = \frac{4V}{5f}$

O_2 के लिए माध्यम बदल जाता है इसलिए पानी के तल पर आवृत्ति को अपरिवर्तित रखने पर

$$\frac{V}{\lambda_a} = \frac{4V}{\lambda_w} \Rightarrow \lambda_w = 4\lambda_a = \frac{16V}{5f}$$

$$f'' = \frac{\text{velo. of wave relative to observer}}{\lambda_w} = \frac{\text{प्रेक्षक के सापेक्ष तरंग का वेग}}{\lambda_w} = \frac{4V + \frac{V}{5}}{\lambda_w} = \frac{21V}{5} \cdot \frac{5f}{16V} = \frac{21f}{16}$$

- 18*. (A) $V \propto \sqrt{T}$ V increases बढ़ता है λ increases बढ़ता है
(because frequency is constant) (क्योंकि आवृत्ति नियत है)

- 19*. $P_0 = B k S_0$, $B_1 k_1 S_1 = B_2 k_2 S_2$ here यहाँ $B_1 = B_2$ of same medium समान माध्यम

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{k_2}{k_1} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 2$$

$$\text{Power शक्ति} = \frac{P_0^2}{2\rho v}$$

P_0 is same for both waves

ρ is same for both waves

v is same for both waves

P_0 दोनों तरंगों के लिए समान

ρ दोनों तरंगों के लिए समान

v दोनों तरंगों के लिए समान

So, अतः $P_1 = P_2$





20. $|262 - f| = |256 - f| \times 2$

$$\Rightarrow (262 - f) = \pm (256 - f) \times 2$$

$$\Rightarrow f = 250, 258 \text{ Hz}$$

Unknown Frequency can not be greater than 262 Hz. because no. of beats heard with 262 Hz is more than the no. of beats heard with 256 Hz.

Hindi $|262 - f| = |256 - f| \times 2$

$$\Rightarrow (262 - f) = \pm (256 - f) \times 2$$

$$\Rightarrow f = 250, 258 \text{ Hz}$$

अज्ञात आवृत्ति 262 Hz से ज्यादा नहीं हो सकती है, क्योंकि 262 Hz के साथ सुने गये विस्पंदों की संख्या 256 Hz के साथ सुने गये विस्पंदों की संख्या से ज्यादा है।

PART - IV

1. $\xi = (0.1 \text{ mm}) \cos \frac{2\pi}{80} (y + 1 \text{ cm}) \cos 2\pi 7(400) t$

end correction is 1cm. ,so at $y = -1 \text{ cm}$.

$$\xi = (0.1 \text{ mm}) \cos (-1 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) = (0.1 \text{ mm}) \cos (0) = \text{Antinode}$$

So upper end is open.

at lower end $y = 99 \text{ cm}$

$$\xi = (0.1 \text{ mm}) \cos \frac{2\pi}{80} (99 + 1)$$

$$= 0.01 \cos \frac{5\pi}{2} = 0 \Rightarrow \text{Node}$$

tube is closed at lower end So tube is open closed.

$$\xi = (0.1 \text{ mm}) \cos \frac{2\pi}{80} (y + 1 \text{ cm}) \cos 2\pi (400) t$$

सिरा संशोधन 1cm. ,अतः $y = -1 \text{ cm}$ पर

$$\xi = (0.1 \text{ mm}) \cos \frac{2\pi}{80} (-1 \text{ cm} + 1 \text{ cm}) = (0.1 \text{ mm}) \cos 2\pi(0) = \text{प्रस्पन्द}$$

इसलिए ऊपरी सिरा खुला हुआ है

नीचले सिरे पर $y = 99 \text{ cm} = 0.99 \text{ m}$

$$\xi = (0.1 \text{ mm}) \cos \frac{2\pi}{80} (99 + 1)$$

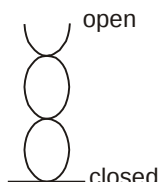
$$= 0.01 \cos \frac{5\pi}{2} = 0 \Rightarrow \text{निस्पन्द}$$

नली निचले सिरे पर बन्द है। इसलिए नली खुली बन्द है

2. $\frac{2\pi}{80} = \frac{2\pi}{\lambda}$ So $\lambda = 80$

and effective length of air column = $99 + 1 = 100 \text{ cm}$

So $\frac{\ell}{\lambda} = \frac{5}{4} \Rightarrow \ell = 5 \frac{\lambda}{4}$, so five half loops will be formed



$$\ell = 5 \left(\frac{\lambda}{4} \right) \text{ so second overtone.}$$

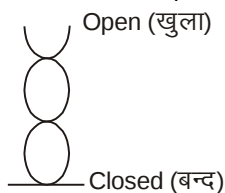




Hindi $\frac{2\pi}{80} = \frac{2\pi}{\lambda}$ अतः $\lambda = 80$

वायु स्तम्भ की प्रभावी लम्बाई = $99 + 1 = 100$ cm

इसलिए $\frac{\ell}{\lambda} = \frac{5}{4} \Rightarrow \ell = 5 \frac{\lambda}{4}$, इसलिए पाँच अर्द्ध लूप बनेंगे



$\ell = 5 \left(\frac{\lambda}{4} \right)$ इसलिए दूसरा अधिस्वरक

3. $P_{ex} = -B \frac{d\xi}{dx}$

$$= (5 \times 10^5) \times (0.1 \times 10^{-3}) \frac{2\pi}{80} \sin \frac{2\pi}{80} (y + 1\text{cm}) \cos 2\pi(400)t$$

$$= (125 \pi \text{ N/m}^2) \sin \frac{2\pi}{80} (y + 1\text{cm}) \cos 2\pi(400t)$$

4. End correction = $(0.3) d = 1$ cm
 $d = 10/3$ cm

vol. of tube = $\left(\pi \frac{d^2}{4} \right) \ell = \frac{\pi}{4} \left(\frac{10}{3} \right)^2 \times 100 \text{ cm}^3$ (take $\ell = 0.99 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$) = $\frac{10}{36} \pi$ lit

moles = $\frac{10}{36 \times 22.4} \pi$ moles (22.4 lt. contains 1 mole $\frac{10\pi}{36}$ lt contains $\frac{10\pi}{36 \times 22.4}$ mole)

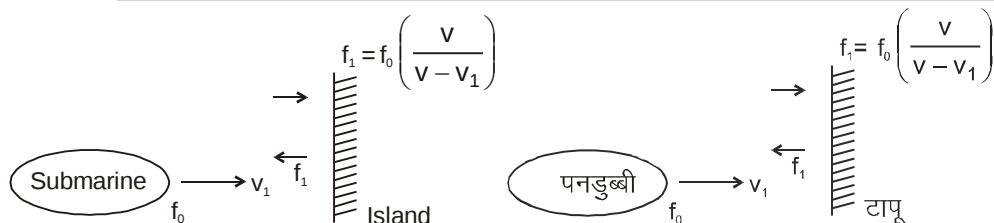
सिरा संशोधन = $(0.3) d = 1$ cm
 $d = 10/3$ cm

नली का आयतन = $\left(\pi \frac{d^2}{4} \right) \ell = \frac{\pi}{4} \left(\frac{10}{3} \right)^2 \times 100 \text{ cm}^3$ ($\ell = 0.99 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$ लिजिए)

$$= \frac{10}{36} \pi \text{ लीटर}$$

मोल = $\frac{10}{36 \times 22.4} \pi$ moles मोल (22.4 लीटर में 1 मोल है। $\frac{10\pi}{36}$ लीटर में $\frac{10\pi}{36 \times 22.4}$ मोल होंगे)

5.



$f'' = f_0 \left(\frac{v + v_1}{v - v_1} \right)$, $v = 1050$

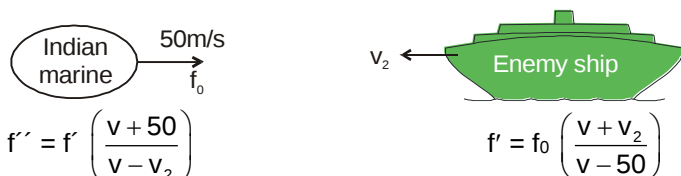
$\left[\frac{f'' - f_0}{f_0} = 0.1 \right]$

$\frac{f'' - f_0}{f_0} = \frac{2v_1}{v - v_1} = 0.1$ $v_1 = 50 \text{ m/sec.}$





6.



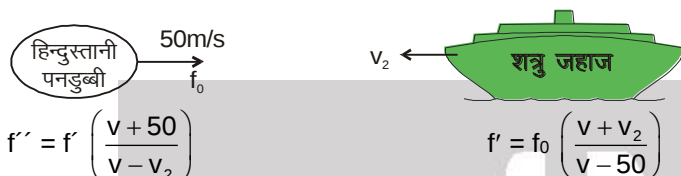
$$f'' = f' \left(\frac{v + 50}{v - v_2} \right)$$

$$f' = f_0 \left(\frac{v + v_2}{v - 50} \right)$$

$$f'' = f_0 \left(\frac{(v + v_2)(v + 50)}{(v - v_2)(v - 50)} \right) = 1.21f_0 \quad [21\% \text{ greater than sent waves}]$$

get $v_2 = 50$ m/sec toward Indian submarine

Hindi.



$$f'' = f' \left(\frac{v + 50}{v - v_2} \right)$$

$$f' = f_0 \left(\frac{v + v_2}{v - 50} \right)$$

$$f'' = f_0 \left(\frac{(v + v_2)(v + 50)}{(v - v_2)(v - 50)} \right) = 1.21f_0 \quad [21\% \text{ भेजी गयी तरंगों से}]$$

$v_2 = 50$ m/sec हिन्दुस्तानी पनडुब्बी की ओर

7.

$$\lambda' = \frac{v \text{ wrt to observer}}{f'} = \frac{v + v_2}{f_0 \frac{(v + v_2)}{(v - 50)}} = \frac{v - 50}{f_0}$$

$$\lambda'' = \frac{v + 50}{f_0 \frac{(v + v_2)(v + 50)}{(v - v_2)(v - 50)}} = \frac{(v - v_2)(v - 50)}{f_0(v + v_2)}$$

$$\frac{\lambda'}{\lambda''} = \frac{v + v_2}{v - v_2} = \frac{1050 + 50}{1050 - 50} = 1.1$$

Sol.

$$\lambda' = \frac{v \text{ प्रेक्षक के सापेक्ष}}{f'} = \frac{v + v_2}{f_0 \frac{(v + v_2)}{(v - 50)}} = \frac{v - 50}{f_0}$$

$$\lambda'' = \frac{v + 50}{f_0 \frac{(v + v_2)(v + 50)}{(v - v_2)(v - 50)}} = \frac{(v - v_2)(v - 50)}{f_0(v + v_2)}$$

$$\frac{\lambda'}{\lambda''} = \frac{v + v_2}{v - v_2} = \frac{1050 + 50}{1050 - 50} = 1.1$$

8.

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

$$\Rightarrow 1050 = \sqrt{\frac{B}{1000}}$$

$$B \approx 10^9 \text{ N/m}^2$$





EXERCISE-3

PART - I

भाग - I

1. $2\pi f_1 = 100\pi$ $f_1 = 50$
 $2\pi f_2 = 92\pi$ $f_2 = 46$
 beat frq = $50 - 46 = 4$
 विस्पंद आवृत्ति = $50 - 46 = 4$

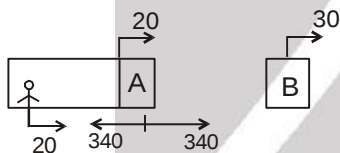
2. $v = \frac{\omega}{k} = \frac{100\pi}{0.5\pi}$
 Speed चाल $v = 200$

3. At $x = 0$,
 $y = y_1 + y_2 = 2A \cos 96\pi t \cos 4\pi t$
 For $y = 0$ के लिये, $\cos 96\pi t = 0$ or या $\cos 4\pi t = 0$
 $\Rightarrow$ for $0 < t < 1$ $\cos 4\pi t$ become 0 at $t = \frac{1}{8}, \frac{3}{8}, \frac{5}{8}, \frac{7}{8}$ sec
 $0 < t < 1$ के लिए $\cos 4\pi t$, समय $t = \frac{1}{8}, \frac{3}{8}, \frac{5}{8}, \frac{7}{8}$ सैकण्ड पर शून्य होगा
 but $\cos 96\pi t$ is not 0 at these values but $\cos 96\pi t$ become 0, 96 times in 1 sec.
 Therefore net amplitude become zero 100 times.
 लेकिन $\cos 96\pi t$ इन मानों के लिए शून्य नहीं है लेकिन $\cos 96\pi t$, 1 सैकण्ड में 96 बार शून्य होगा
 अतः कुल आयाम 100 बार शून्य होता है।

(4 - 6)

$$V_{S/A} = 340 + 20 = 360$$

$$V_{S/B} = 340 - 30 = 310$$

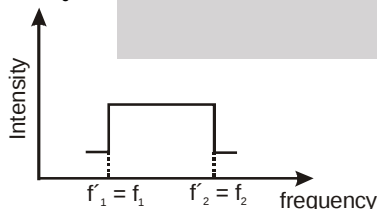


Because

$$V_S = V_O = 20$$

so as seen from passengers of train A,

$$f' = f_0$$



As seen from B

$$f'_{\min} = \left(\frac{340 - 30}{340 - 20} \right) (800)$$

$$f'_{\max} = \left(\frac{340 - 30}{340 - 20} \right) (1120)$$

$$f'_{\max} - f'_{\min} = 310$$



Resonance®
 Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) – 324005

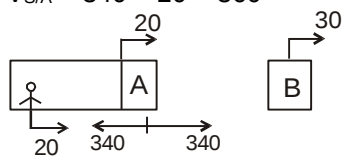
Website : www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

ADVSUW - 44

**SOLUTIONS: (4-6)**

Sol.4. $V_{S/A} = 340 + 20 = 360$

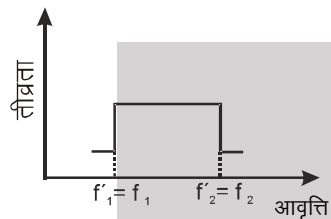


$V_{S/B} = 340 - 30 = 310$

Sol.5. क्योंकि

$V_S = V_O = 20$

ट्रेन A के यात्री द्वारा देखा गया ,



$f' = f_0$

Sol.6. B द्वारा देखा गया ।

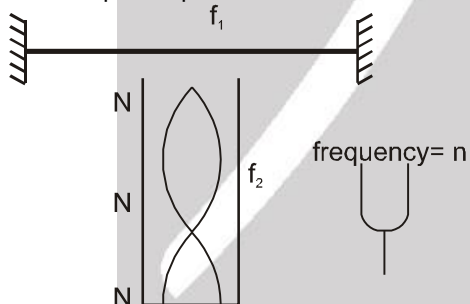
$f'_{\min} = \left(\frac{340 - 30}{340 - 20} \right) (800)$

$f'_{\max} = \left(\frac{340 - 30}{340 - 20} \right) (1120)$

$f'_{\text{अधिकतम}} - f'_{\text{न्यूनतम}} = 310$

7. As string and tube are in resonance $f_1 = f_2$

$|f_1 - n| = 4 \text{ Hz.}$



When T increases, f_1 also increases. It is given that beat frequency decreases to 2 Hz.

$\Rightarrow n - f_1 = 4$

$n = 4 + f_1$

as $f_1 = f_2$

$n = 4 + f_2$

$f_2 = \frac{3V}{4\ell} = \frac{3 \times 340}{4 \times (3/4)} = 340$

$n = 344$

Ans. (A)

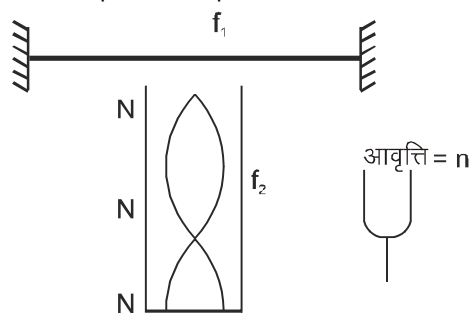




Sol. चूंकि रस्सी तथा ट्यूब अनुनाद में है। $f_1 = f_2$

$$|f_1 - n| = 4 \text{ Hz.}$$

जब T बढ़ता है f_1 बढ़ता है लेकिन यह दिया गया है



कि विस्पन्द आवृत्ति घटकर 2 Hz होती है।

$$\Rightarrow n - f_1 = 4$$

$$n = 4 + f_1$$

$$\text{as } f_1 = f_2$$

$$n = 4 + f_2$$

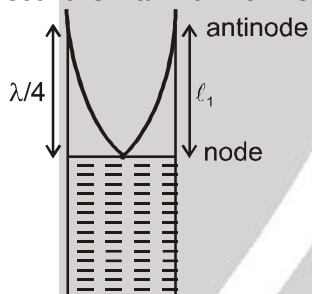
$$f_2 = \frac{3V}{4l} = \frac{3 \times 340}{4 \times (3/4)} = 340$$

$$n = 344$$

Ans. (A)

8.*

(A) The intensity of sound decreases with increases of order. The intensity of sound is maximum for first resonance.



(B) The prongs vibrate in vertical plane.

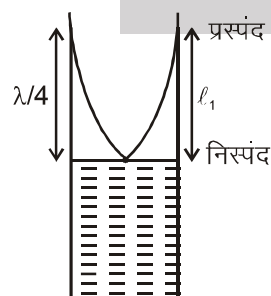
(C) The prongs does not vibrate in amplitude of that order.

(D) Consider end correction, the length of air column is slightly less than $\lambda/4$

So ans are (A) and (D)

Sol. (A, D)

(A) क्रम बढ़ने पर ध्वनि की तीव्रता घटती है। प्रथम अनुनाद के लिए ध्वनि की तीव्रता अधिकतम है।



(B) स्वरित्र द्विभुज ऊर्ध्वाधर तल में कम्पन्न करते है।

(C) स्वरित्र द्विभुज इस क्रम के आयाम में कम्पन्न नहीं करते है।

(D) सिरा संशोधन को लेने पर, वायु स्तम्भ की लम्बाई $\lambda/4$ से हल्की सी कम है।

अतः उत्तर (A) व (D) है।



Resonance®
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) – 324005

Website : www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

ADVSUW - 46



9. Let speed of cars are V_1 and V_2

$$\text{frequency received by car } f_1 = \left(\frac{v + v_1}{v} \right) f_0$$

$$\text{frequency reflected by car } f_2 = \left(\frac{v + v_1}{v} \right) \left(\frac{v}{v - v_1} \right) f_0$$

$$\Delta f = f_2' - f_2 = \left(\frac{v + v_2}{v - v_2} - \frac{v + v_1}{v - v_1} \right) f_0$$

$$\Delta f = \left(\frac{(v + v_2)(v - v_1) - (v + v_1)(v - v_2)}{(v - v_1)(v - v_2)} \right) f_0$$

$$\Delta f = \frac{2v(v_2 - v_1) f_0}{(v - v_1)(v - v_2)} \approx \frac{2(v_2 - v_1) f_0}{v}$$

$$\text{Given } \frac{2(v_2 - v_1) f_0}{v} = \frac{1.2}{100} f_0$$

$$\Rightarrow v_2 - v_1 = 7.126$$

Answer in nearest integer is 7.

माना कारों की चाल V_1 व V_2 है। कार द्वारा प्राप्त आवृत्ति $f_1 = \left(\frac{v + v_1}{v} \right) f_0$

$$\text{कार द्वारा परावर्तित आवृत्ति } f_2 = \left(\frac{v + v_1}{v} \right) \left(\frac{v}{v - v_1} \right) f_0$$

$$\Delta f = f_2' - f_2 = \left(\frac{v + v_2}{v - v_2} - \frac{v + v_1}{v - v_1} \right) f_0$$

$$\Delta f = \left(\frac{(v + v_2)(v - v_1) - (v + v_1)(v - v_2)}{(v - v_1)(v - v_2)} \right) f_0$$

$$\Delta f = \frac{2v(v_2 - v_1) f_0}{(v - v_1)(v - v_2)} \approx \frac{2(v_2 - v_1) f_0}{v}$$

$$\text{दिया गया है } \frac{2(v_2 - v_1) f_0}{v} = \frac{1.2}{100} f_0$$

$$\Rightarrow v_2 - v_1 = 7.126$$

निकटतम पूर्णांक में उत्तर 7 है।

10. Fundamental frequency of close organ pipe = $\frac{V_1}{4\ell_1}$

$$\text{बन्द अनुनाद नली की मूल आवृत्ति} = \frac{V_1}{4\ell_1}$$

$$\text{Second harmonic frequency of string} = \frac{2V_2}{2\ell_2}$$

$$\text{रस्सी की द्वितीय संनादी आवृत्ति} = \frac{2V_2}{2\ell_2}$$

$$\text{So अतः, } \frac{V_1}{4\ell_1} = \frac{V_2}{\ell_2} = \frac{320}{4 \times 0.8} = \frac{1}{0.5} \sqrt{\frac{50}{\mu}}$$

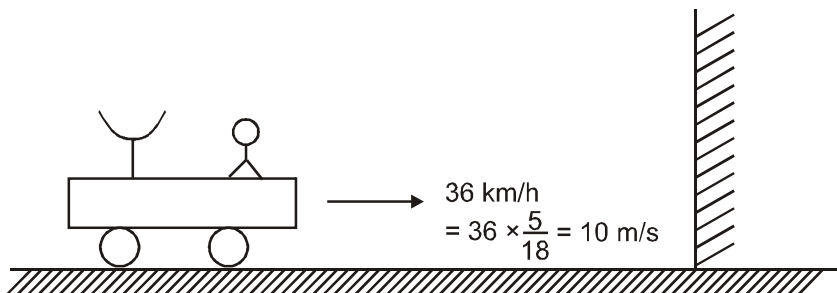
$$2500 = \frac{50}{\mu}$$

$$\mu = \frac{1}{50} = \frac{m}{0.5} \quad m = 10 \text{ gm.}$$





11.



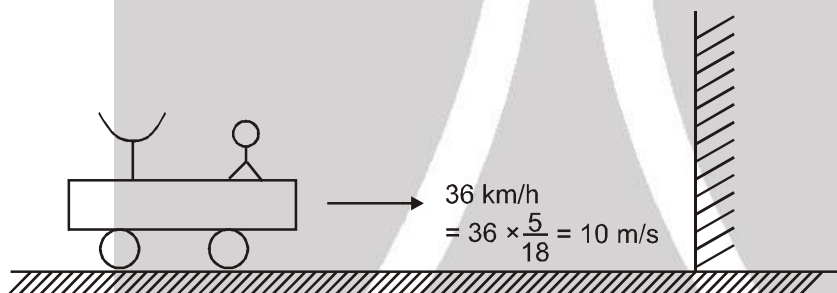
$$f_{\text{incident}} = f_{\text{reflected}} = \frac{320}{320 - 10} \times 8 \text{ kHz}$$

$$f_{\text{observed}} = \frac{320 + 10}{320} f_{\text{reflected}}$$

$$= 8 \times \frac{330}{310}$$

$$= 8.51 \text{ kHz} \approx 8.5 \text{ kHz}$$

Sol. (A)



$$f_{\text{आपतित}} = f_{\text{परावर्तित}} = \frac{320}{320 - 10} \times 8 \text{ kHz}$$

$$f_{\text{प्रेक्षित}} = \frac{320 + 10}{320} f_{\text{परावर्तित}}$$

$$= 8 \times \frac{330}{310} = 8.51 \text{ kHz} \approx 8.5 \text{ kHz}$$

12.

(A) $\frac{\lambda}{4} = L, \lambda = 4L,$

Sound waves are longitudinal waves

(B) $\frac{\lambda}{2} = L, \lambda = 2L$

Sound waves are longitudinal waves

(C) $\frac{\lambda}{2} = L, \lambda = 2L$

String waves are transverse waves

(D) $\lambda = L$

String waves are transverse waves





- Sol.** (A) $\frac{\lambda}{4} = L$, $\lambda = 4L$,
ध्वनि तरंगें, अनुदैर्घ्य तरंगें होती हैं
- (B) $\frac{\lambda}{2} = L$, $\lambda = 2L$
ध्वनि तरंगें, अनुदैर्घ्य तरंगें होती हैं
- (C) $\frac{\lambda}{2} = L$, $\lambda = 2L$
रस्सी पर तरंगें अनुप्रस्थ तरंगें होती हैं
- (D) $\lambda = L$
रस्सी पर तरंगें अनुप्रस्थ तरंगें होती हैं

- 13*.** At open end phase of pressure wave change by π so compression returns as rarefaction. While at closed end phase of pressure wave does not change so compression return as compression.
खुले सिरे पर दाब तरंग में π का कलान्तर होने के कारण सम्पीड़न विरलन के रूप में परावर्तित होगा जबकि बन्द सिरे पर दाब तरंग समान कला में होगी अतः सम्पीड़न सम्पीड़न के रूप में परावर्तित होगा।

14. $\frac{v}{4(\ell + e)} = f$
 $\Rightarrow \ell + e = \frac{v}{4f} \Rightarrow \ell = \frac{v}{4f} - e$
 here यहाँ $e = (0.6)r = (0.6)(2) = 1.2 \text{ cm}$
 so $\ell = \frac{336 \times 10^2}{4 \times 512} - 1.2 = 15.2 \text{ cm}$

15*.

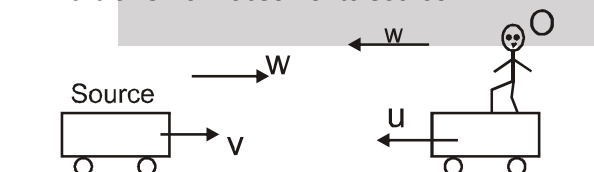


If wind blows from source to observer

$$f_2 = \left(\frac{(v + w) + u}{(v + w) - u} \right) f_1$$

$$\Rightarrow f_2 > f_1$$

If wind blows from observer to source



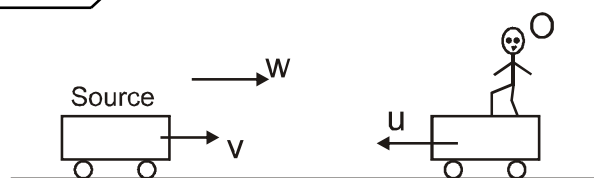
$$f_2 = \left(\frac{(v - w) + u}{(v - w) - u} \right) f_1$$

$$\Rightarrow f_2 > f_1$$





Hindi.

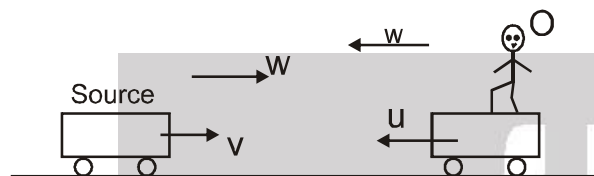


यदि हवा स्रोत से प्रेक्षक की ओर बह रही है

$$f_2 = \left(\frac{(v+w)+u}{(v+w)-u} \right) f_1$$

$$\Rightarrow f_2 > f_1$$

यदि हवा प्रेक्षक से स्रोत की ओर बह रही है



$$f_2 = \left(\frac{(v-w)+u}{(v-w)-u} \right) f_1$$

$$\Rightarrow f_2 > f_1$$

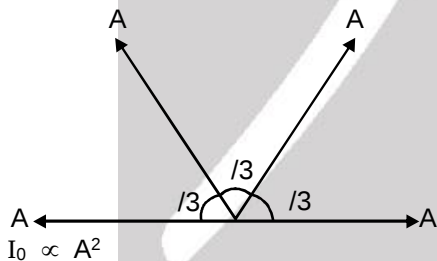
16.

$$f = \frac{1}{4\ell} \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad \& \quad \frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta \ell}{\ell}$$

- (A) $M = 20 \times 10^{-3}$ $f = 320$ Hz
 (B) $M = 20 \times 10^{-3}$ $f = 253$ Hz
 (C) $M = 32 \times 10^{-3}$ $f = 237$ Hz
 (D) $M = 36 \times 10^{-3}$ $f = 242.8$ Hz

- $\Delta f = \pm 4.5$ Hz Not possible संभव नहीं है
 $\Delta f = \pm 3.6$ Hz Not possible संभव नहीं है
 $\Delta f = \pm 3.4$ Hz Not possible संभव नहीं है
 $\Delta f = \pm 3.5$ Hz possible संभव है

17.



Let amplitude of individual wave be A then amplitude of resulting wave $2A \cos \left(\frac{\pi}{6} \right) = \sqrt{3}A$

माना प्रत्येक तरंग का आयाम A तब परिणामी तरंग का आयाम $2A \cos \left(\frac{\pi}{6} \right) = \sqrt{3}A$ है।

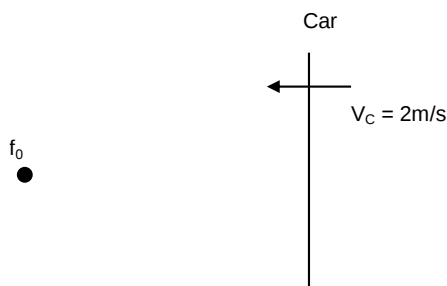
$$I \propto (\sqrt{3}A)^2$$

$$I = 3I_0$$





18.



Frequency observed at car कार को प्रेक्षित आवृत्ति

$$f_1 = f_0 \left(\frac{V + V_C}{V} \right)$$

Frequency of reflected sound as observed at the source

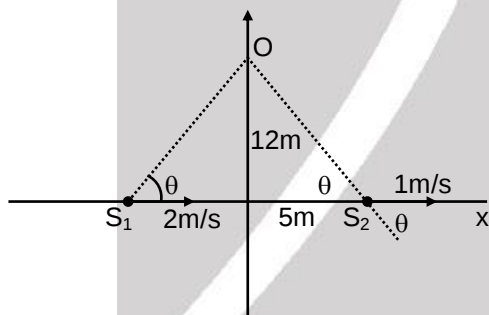
परावर्तित ध्वनि की आवृत्ति जो स्रोत द्वारा प्रेक्षित की गई है

$$f_2 = f_1 \left(\frac{V}{V - V_C} \right) = f_0 \left(\frac{V + V_C}{V - V_C} \right)$$

beat frequency विस्पन्द आवृत्ति = $f_2 - f_0$

$$= f_0 \left[\frac{V + V_C}{V - V_C} - 1 \right] = f_0 \left[\frac{2V_C}{V - V_C} \right] = 492 \times \frac{2 \times 2}{328} = 6 \text{ beat/s}$$

19.



$$f_1 = f \left(\frac{V}{V - 2 \cos \theta} \right)$$

$$f_2 = f \left(\frac{V}{V + \cos \theta} \right)$$

Beat frequency = $f_1 - f_2$ विस्पन्द आवृत्ति = $f_1 - f_2$

$$= \frac{fv \cos \theta}{(v - 2 \cos \theta)(v + \cos \theta)} \approx \frac{3f \cos \theta}{v} = 5$$





$$20*. \quad (2n + 1) \frac{\lambda}{4} = 50.7 \text{ cm} + e$$

$$(2n + 3) \frac{\lambda}{4} = 83.9 \text{ cm} + e$$

using $n = 1$ $e = -0.9 \text{ cm}$ के प्रयोग द्वारा

$$\lambda = 66.4 \text{ cm}$$

$$v = f\lambda = 332 \text{ m/s}$$

PART - II

भाग - II

$$1. \quad f' = f \frac{C}{C - V}$$



$$10000 = 9500 \times \frac{300}{300 - V}$$

$$300 - V = 3 \times 95$$

$$V = 15 \text{ m/s Ans}$$

$$2. \quad \beta_1 = 10 \log \frac{I_1}{I_0} \quad \beta_2 = 10 \log \frac{I_2}{I_0}$$

$$\beta_1 - \beta_2 = 10 \log \frac{I_1}{I_2} = 20$$

$$\log \frac{I_1}{I_2} = 2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = 100$$

$$3. \quad V_{O_2} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} = \sqrt{\frac{7 RT}{5 \cdot 32}} = 460 \quad V_{He} = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} = \sqrt{\frac{5 RT}{3 \cdot 4}}$$

$$= \sqrt{\frac{5}{12}} \cdot 460 \times \sqrt{\frac{32}{7}} = 1419 \text{ m/s}$$

4. During summer speed of sound increases. So wavelength increases.

$$\text{so } x > 3 \times 18 \quad \text{so } x > 54$$

गर्मियों में ध्वनि की चाल बढ़ती है अतः तरंगदैर्घ्य बढ़ेगी।

$$\text{अतः } x > 3 \times 18 \quad \text{अतः } x > 54$$

5. Motor cycle has travelled a distance s . Its velocity at that point

$$v = \sqrt{2as}$$

The observed frequency

$$f = f \frac{330 - v}{330} \Rightarrow 0.94 = \frac{330 - v}{330}$$

$$\Rightarrow v = 0.06 \times 330 \text{ m/s} = 19.8 \text{ m/s}$$

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{19.8^2}{2 \times 2} = 9.9^2 = 98 \text{ m}$$





Sol. मोटर साईकिल s दूरी तय करती है। उस बिन्दु पर इसका वेग

$$v = \sqrt{2as}$$

प्रेक्षित आवृत्ति

$$f = f \frac{330 - v}{330}$$

$$\Rightarrow 0.94 = \frac{330 - v}{330}$$

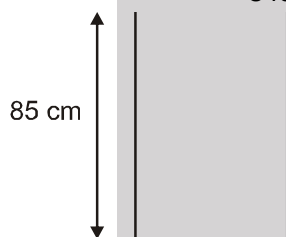
$$\Rightarrow v = 0.06 \times 330 \text{ m/s} \\ = 19.8 \text{ m/s}$$

$$s = \frac{v^2}{2a} = \frac{19.8^2}{2 \times 2} = 9.9^2 = 98 \text{ m}$$

6. For closed organ pipe f बंद ऑर्गन पाइप के लिए $f = \frac{(2n+1)v}{4\ell}$, ($n = 0, 1, 2, \dots$)

$$\frac{(2n+1)v}{4\ell} < 1250$$

$$(2n+1) < 1250 \times \frac{4 \times 0.85}{340}$$



$$(2n+1) < 12.5$$

$$2n < 11.50$$

$$n < 5.25$$

So $n = 0, 1, 2, 3, \dots, 5$

So we have 6 possibilities

अतः हम 6 सम्भावनाएँ हैं।

7. $f_{\text{before crossing}} = f_0 \left(\frac{c}{c - v_s} \right) = 1000 \left(\frac{320}{320 - 20} \right)$

$$f_{\text{after crossing}} = f_0 \left(\frac{c}{c + v_s} \right) = 1000 \left(\frac{320}{320 + 20} \right)$$

$$\Delta f = f_0 \left(\frac{2cv_s}{c^2 - v_s^2} \right)$$

$$\frac{\Delta f}{f} \times 100\% = \frac{2 \times 320 \times 20}{300 \times 340} \times 100 = 12.54\% \approx 12\%$$

8. Open organ pipe

$$f = \frac{v}{2\ell} \quad \dots(i)$$

For closed organ pipe

$$f' = \frac{v}{4\left(\frac{\ell}{2}\right)} = \frac{v}{2\ell} = f$$

Ans. (3)





खुला आर्गन पाइप

$$f = \frac{V}{2\ell} \quad \dots(i)$$

बंद आर्गन पाइप के लिए

$$f' = \frac{V}{4\left(\frac{\ell}{2}\right)} = \frac{V}{2\ell} = f \quad \text{उत्तर. (3)}$$

9.

$$v' = v \sqrt{\frac{1 + \frac{v}{c}}{1 - \frac{v}{c}}}$$

$$v' = v \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{2}}{1 - \frac{1}{2}}} = \sqrt{3}v$$

$$v' = 10 \times 1.73 = 17.3 \text{ GHz}$$

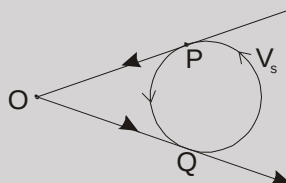
$$10. \quad f_0 = \frac{1}{2\ell} \sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \frac{1}{2(0.6)} \sqrt{\frac{9.27 \times 10^{10}}{2.7 \times 10^3}} = 4.9 \times 10^3 \text{ Hz} \approx 5 \text{ kHz}$$

HIGH LEVEL PROBLEMS (HLP)

SUBJECTIVE QUESTIONS

विषयात्मक प्रश्न (SUBJECTIVE QUESTIONS)

1. V_s = Speed of source (whistle)
 $= R\omega$
 $= (1.5)(20) \text{ m/s}$
 $V_s = 30 \text{ m/s}$



Maximum frequency will be heard by the observer O in position P of whistle and minimum in position Q of whistle. Now—

$$f_{\max} = f \left(\frac{V}{V - V_s} \right) \quad \text{where } V = \text{Speed of sound in air}$$

$$= 330 \text{ m/s}$$

$$= (440) \left(\frac{330}{330 - 30} \right) \text{ Hz}$$

$$f_{\max} = 484 \text{ Hz}$$

and

$$f_{\min} = f \left(\frac{V}{V + V_s} \right)$$

$$= (440) \left(\frac{330}{330 + 30} \right)$$

$$f_{\min} = 403.33 \text{ Hz}$$

Therefore, range of frequencies heard by observer is from 403.33 Hz to 484 Hz.

Ans.



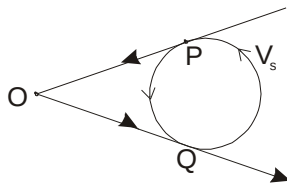


Sol. V_s = स्रोत (सीटी) की चाल

$$= R\omega$$

$$= (1.5)(20) \text{ m/s}$$

$$V_s = 30 \text{ m/s}$$



प्रेक्षक सीटी की P स्थिति पर अधिकतम आवृत्ति व Q स्थिति पर न्यूनतम आवृत्ति सुनाई देगी अतः

$$f_{\max} = f \left(\frac{V}{V - V_s} \right) \quad \text{जहां } V = \text{वायु में ध्वनि की चाल}$$

$$= 330 \text{ m/s}$$

$$= (440) \left(\frac{330}{330 - 30} \right) \text{ Hz}$$

$$f_{\min} = 484 \text{ Hz}$$

और

$$f_{\min} = f \left(\frac{V}{V + V_s} \right)$$

$$= (440) \left(\frac{330}{330 + 30} \right)$$

$$f_{\min} = 403.33 \text{ Hz}$$

इसलिए प्रेक्षक द्वारा सुनी गई आवृत्तियों की परास 403.33 Hz से 484 Hz. है।

Ans.

2. The fundamental frequency of open pipe is $n = \frac{V}{2\ell} = \frac{292}{2 \times .5} = 292 \text{ Hz}$

Let L be the initial length and $L + \Delta L$

the stressed length of the wire then $L + \Delta L = .98 + .02 = 1 \text{ m}$

$$\text{The fundamental frequency of stressed wire } n = \frac{1}{2(L + \Delta L)} \sqrt{\frac{T}{\pi r^2 d}}$$

where r is the radius and d is the density of wire.

The stressed wire and the organ pipe (frequency 292 Hz) produces 8 beats

$$\therefore n = 292 \pm 8$$

By decreasing tension velocity decreases At the same time number of beats also decreases.

$$\therefore n = 292 + 8 = 300$$

$$\text{By eqn. we have } \frac{T}{\pi r^2} = 4 n^2 d (L + \Delta L)^2$$

$$Y = \frac{\frac{T}{\pi r^2}}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{4 n^2 d (L + \Delta L)^2}{\left(\frac{\Delta L}{L} \right)} = \frac{4 \times (300)^2 \times 10^4 \times 1^2}{\left(\frac{.02}{.98} \right)} = 17.64 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$$

- Sol.** खुले पाईप की मूल आवृत्ति $n = \frac{V}{2\ell} = \frac{292}{2 \times .5} = 292 \text{ Hz}$

माना प्रारम्भिक लम्बाई L व $L + \Delta L$

तनु हुऐ तार की लम्बाई $L + \Delta L$ है तब $= .98 + .02 = 1 \text{ m}$

$$\text{तने हुऐ तार की मूल आवृत्ति } n = \frac{1}{2(L + \Delta L)} \sqrt{\frac{T}{\pi r^2 d}}$$

जहां r तार की तिज्या व d घनत्व है।

तना हुआ तार व आर्गन पाईप (आवृत्ति 292 Hz) में उत्पन्न विस्पन्द 8 है।

$$\therefore n = 292 \pm 8$$





तनाव घटाने पर वेग घट जायेगा उसी समय विस्पन्द भी घट जाती है।

$$\therefore n = 292 + 8 = 300$$

समीकरण से हम प्राप्त करते हैं $\frac{T}{\pi r^2} = 4 n^2 d (L + \Delta L)^2$

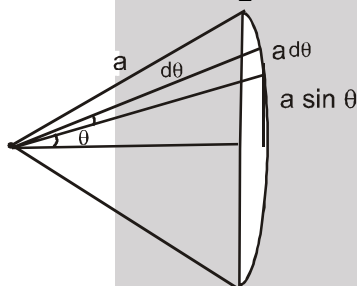
$$Y = \frac{\frac{T}{\pi r^2}}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{4 n^2 d (L + \Delta L)^2}{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)} = \frac{4 \times (300)^2 \times 10^4 \times 1^2}{\left(\frac{.02}{.98}\right)} = 17.64 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$$

3. $\Omega = 2\pi (1 - \cos \alpha)$
 $s = \Omega \cdot a^2 = 2\pi a^2 (1 - \cos \alpha)$

Energy ऊर्जा = $\frac{\text{power}}{4\pi a^2} \times \frac{\text{शक्ति}}{4\pi a^2} \times s = \frac{\text{power}}{2} \times \frac{\text{शक्ति}}{2} (1 - \cos \alpha)$

$$I_0 = \frac{\text{power}}{4\pi \ell^2} \times \frac{\text{शक्ति}}{4\pi \ell^2}$$

$$\Rightarrow \text{Energy ऊर्जा} = \frac{4\pi \ell^2 I_0}{2} = (1 - \cos \alpha)$$



$$= 2\pi \ell^2 I_0 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 0.5^2}}\right)$$

$$\approx 20 \mu\text{W} \text{ Ans}$$



For observer A, who is stationary, source B is moving away at speed u .

प्रेक्षक A के लिये जो विराम अवस्था में है स्रोत B 'u' चाल से दूर जा रहा है

$$v' = \frac{v_0 C}{343 + 10} = \frac{343 \times 256}{353}$$

$$\text{Number of beats विस्पन्दों की संख्या} = v_0 \left(1 - \frac{343}{353}\right) = \frac{256 \times 10}{353} = 0.725 \text{ Hz}$$

For observer B, प्रेक्षक B के लिए

$$v = \frac{v_0 (C - u_0)}{C} = \frac{256 \times 333}{343}$$

$$\text{Number of beats विस्पन्दों की संख्या} = 256 \left(1 - \frac{333}{343}\right) = \frac{256 \times 10}{343} = 7.46 \text{ Hz}$$





5. $y_1 = 4 \times 10^{-3} \sin 2\pi \left(t - \frac{x}{2} \right)$

$$y_2 = 4 \times 10^{-3} \sin 2\pi \left(t + \frac{x}{2} \right)$$

$$y_1 + y_2 = 4 \times 10^{-3} \left[\sin 2\pi \left(t - \frac{x}{2} \right) + \sin 2\pi \left(t + \frac{x}{2} \right) \right]$$

$$= 8 \times 10^{-3} \cos \pi x \sin 2\pi t$$

At $t = 0$, and $x = 0$, पर $y_1 + y_2 = 0$

At $x = 2.333$ पर, $y_1 + y_2 = 8 \times 10^{-3} \cos 0.333\pi$

$= 4 \times 10^{-3} \text{ m}$

Antinodes at प्रस्पन्द $x = 1, 2$ इत्यादि पर

Nodes at निस्पन्द $x = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}$ इत्यादि पर

6. The antennas radiate symmetrically in all direction and in phase with each other hence radiated waves from the antennas can suffer constructive or destructive interference

(a) The radiated signal will be a maximum in a direction perpendicular to the array since in this direction the waves are all in phase with each other.

(b) If f is the frequency and C is the velocity of radio waves, then their wavelength λ is given by

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1.5 \times 10^6} \text{ or } \lambda = 200 \text{ m.}$$

Note that c = speed of light since the waves form part of EM spectrum

Now the spacing between the antennas in EW direction is $50 \text{ m} = \lambda/4$. Hence, in the EW direction, antennas 1 and 3 are out of phase with each other by $\lambda/2$ and so cancel each other by destructive interference. Similarly 2 and 4 cancel each other.

Thus the net signal in EW direction is zero.

- Sol.** एन्टीना सभी दिशा में समान रूप से तरंग समान कला में भेजता है इसलिए एन्टीना से निकली तरंग सम्पोषी या विनाशी व्यतिकरण कर सकते हैं।

(a) व्यवस्थित रेखा के लम्बवत सभी तरंग आपस में समान कला में होगी इसलिए इस दिशा में अधिकतम तीव्रता होगी।

(b) यदि रेडियो तरंग के आवृत्ति f तथा वेग C है तो तरंग दैर्घ्य λ होगी।

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{1.5 \times 10^6} \text{ या } \lambda = 200 \text{ m.}$$

नोट : c = प्रकाश का वेग है। जबकि तरंग, विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम का एक भाग है।

अब एन्टीना के बीच की दूरी, पूर्व पश्चिम में $50 \text{ m} = \lambda/4$ है इसलिए पूर्व-पश्चिम दिशा में 1 तथा 3 एन्टीना $\lambda/2$ से एक-दूसरे से विपरीत कला में होते हैं। अतः विनाशी व्यतिकरण द्वारा एक-दूसरे को निरस्त कर देते हैं। इसी प्रकार 2 तथा 4 एक-दूसरे को निरस्त कर देते हैं। अतः पूर्व-पश्चिम में तीव्रता शून्य होगी।

7. The pipe with nitrogen has lower density, higher speed of sound and $\therefore$ high frequency नाइट्रोजन वाला स्तम्भ का घनत्व कम है इसलिए वेग अधिक होगा तथा आवृत्ति अधिक होगी।

So let frequency be 440, 441 Hz as shown

इसलिए यदि स्तम्भ की आवृत्ति 440, 441 Hz ले

O_2	440
-------	-----

$O_2 + N_2$	441
-------------	-----

$$O_2 \quad 440$$

$$O_2 + N_2 \quad 441$$

Since $c = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \lambda f$ and $\rho \propto \text{molecular weight}$





चूँकि $c = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} = \lambda f$ तथा $\rho \propto$ अण्विक भार

we can write हम लिख सकते हैं $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{32(1-n) + 28n}{32}}$

where n = fraction of N_2 .

जब $n = N_2$ का अंश

$$\frac{8-n}{8} = \left(\frac{440}{441}\right)^2$$

giving देता है $n = 0.03624$ or या 3.6%

8. for the wire, $v = \sqrt{\frac{T}{m/\ell}}$

$$\text{fundamental frequency} = \frac{v}{2\ell} = \sqrt{\frac{T}{m}} \cdot \frac{1}{2\ell} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{m\ell}}$$

for the closed pipe, frequency of

$$\text{1st overtone} = \frac{v_{\text{sound}}}{4\ell_{\text{tube}}} \times 3$$

since the two frequencies are equal

$$\frac{v_{\text{sound}}}{4\ell_{\text{tube}}} \times 3 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{m\ell}}$$

$$\frac{330}{4} \times \frac{3}{1} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{10^{-2} \times 0.3}}$$

$$\Rightarrow T = \left(\frac{330 \times 3}{4}\right)^2 \times 2^2 \times 0.3 \times 10^{-2} = 734.4 \text{ N}$$

Sol. तार के लिए $v = \sqrt{\frac{T}{m/\ell}}$

$$\text{मूल आवृत्ति} = \frac{v}{2\ell} = \sqrt{\frac{T}{m}} \cdot \frac{1}{2\ell} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{m\ell}}$$

$$\text{बन्द पाईप के लिए प्रथम अधिस्वरक} = \frac{v_{\text{ध्वनि}}}{4\ell_{\text{नली}}} \times 3$$

चूँकि दोनों आवृत्तियाँ बराबर हैं।

$$\frac{v_{\text{ध्वनि}}}{4\ell_{\text{नली}}} \times 3 = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{m\ell}}$$

$$\frac{330}{4} \times \frac{3}{1} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{T}{10^{-2} \times 0.3}}$$

$$\Rightarrow T = \left(\frac{330 \times 3}{4}\right)^2 \times 2^2 \times 0.3 \times 10^{-2} = 734.4 \text{ N}$$

9. for closed pipe, fundamental frequency बन्द पाईप के लिए मूल आवृत्ति

$$\frac{v}{4\ell} = 110 \text{ Hz}$$

$$\Rightarrow \ell = \frac{v}{4 \times 110} = \frac{330}{4 \times 110} = 0.75 \text{ m}$$

frequency of 1st overtone प्रथम अधिस्वरक की आवृत्ति = 330 Hz.

for open pipe : खुले पाईप के लिए



frequency of 1st overtone प्रथम अधिस्वरक की आवृत्ति $= 2 \cdot \frac{v}{2\ell} = \frac{v}{\ell}$

Now अब $\frac{330}{\ell} = 330 \pm 2.2$

$\Rightarrow \ell = 0.99 \text{ m}$ or या 1.006 m

10.(1)

.....(2)

Frequency received in case 1 स्थिति 1 में प्रेक्षित आवृत्ति

$$f_1 = f \left(\frac{V + V_m}{V + V_b} \right) \quad \left[\text{using } f' = f \left(\frac{V + V_m}{V + V_b} \right) \right] \text{ का उपयोग करने पर}$$

and in case 2 और स्थिति 2 में $f_2 = f \left(\frac{V + V_m}{V - V_b} \right)$

Obviously स्पष्टतः $f_2 > f_1$

$\therefore$ Beat frequency विस्पन्द आवृत्ति $f_b = f_2 - f_1 = f \left(\frac{V + V_m}{V - V_b} \right) - f \left(\frac{V + V_m}{V + V_b} \right)$

or या $f_b = \frac{2V_b(V + V_m)}{V^2 - V_b^2} f$ **Ans.**

11. Given length of pipe = 3 m

Third harmonic implies that $\frac{3\lambda}{2} = \ell$ $\lambda = \frac{2\ell}{3} = \frac{2 \times 3}{3} = 2 \text{ m}$

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

$$BkS = P$$

$$B \pi S = 100$$

$$B = \rho V^2 = 330^2 \times 1$$

$$S = \frac{100}{\pi B}$$

$$S = \frac{100}{\pi 330^2}$$

$$S = \frac{1}{1089 \pi}$$

Bulk modulus of elasticity

$$B = \frac{-dp}{(dv/v)} \quad \text{Volume} = \frac{\text{mass}}{\text{density}} = \frac{m}{\rho}$$

$$dv = \frac{-m}{\rho^2} d\rho \quad d\rho = \frac{-Vd\rho}{\rho} \Rightarrow \frac{dv}{V} = -\frac{d\rho}{\rho} \quad dP = B \frac{d\rho}{\rho}$$

$$\Delta \rho_{\max} = \frac{\rho}{B} \quad \Delta P_{\max} = \frac{\Delta P_{\max}}{V^2} = \frac{10^2}{(330)^2} \quad \frac{1}{1089} \text{ kg/m}^3$$





Sol. दिये गये पाईप की लम्बाई = 3 m

तृतीय संनादी दर्शाता है। $\frac{3\lambda}{2} = \ell$ $\lambda = \frac{2\ell}{3} = \frac{2 \times 3}{3} = 2 \text{ m}$

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

$$BkS = P$$

$$B \pi S = 100$$

$$B = \rho V^2 = 330^2 \times 1$$

$$S = \frac{100}{\pi B}$$

$$S = \frac{100}{\pi 330^2}$$

$$S = \frac{1}{1089 \pi}$$

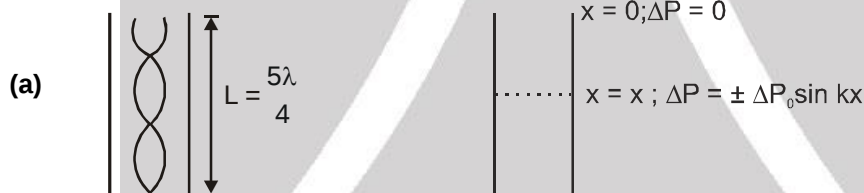
आयतन प्रत्यास्थता गुणांक

$$B = \frac{-dp}{(dv/v)} \quad \text{आयतन} = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{घनत्व}} = \frac{m}{\rho}$$

$$dv = \frac{-m}{\rho^2} d\rho = \frac{-Vd\rho}{\rho} \Rightarrow \frac{dv}{V} = -\frac{d\rho}{\rho} \quad dP = B \frac{d\rho}{\rho}$$

$$\Delta \rho_{\max} = \frac{\rho}{B} \Delta P_{\max} = \frac{\Delta P_{\max}}{v^2} = \frac{10^2}{(330)^2} = \frac{1}{1089} \text{ kg/m}^3$$

12.



Frequency of second overtone of the closed pipe

$$= 5 \left(\frac{V}{4L} \right) = 440 \text{ Hz} \quad (\text{Given})$$

$$\therefore L = \frac{5V}{4 \times 440} \text{ m}$$

Substituting V = speed of sound in air = 330 m/s

$$L = \frac{5 \times 330}{4 \times 440} = \frac{15}{16} \text{ m} \quad \text{Ans.}$$

$$\lambda = \frac{4L}{5} = \frac{4(15/16)}{5} = \frac{3}{4} \text{ m}$$

(b) Open end is displacement antinode. Therefore, it would be a pressure node or at $x = 0$; $\Delta P = 0$

Pressure amplitude at $x = x$, can be written as

$$\Delta P = \pm \Delta P_0 \sin Kx$$

where $K = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{3/4} = \frac{8\pi}{3} \text{ m}^{-1}$





Therefore, pressure amplitude at $x (= \frac{L}{2} = \frac{15/16}{2} \text{ m})$ will be

$$\Delta P = \pm \Delta P_0 \sin \left(\frac{8\pi}{3} \right) \left(\frac{15}{32} \right)$$

$$= \pm \Delta P_0 \sin \left(\frac{5\pi}{4} \right)$$

$$\Delta P = \pm \frac{\Delta P_0}{\sqrt{2}}$$

Ans.

(c) Open end is pressure node i.e. $\Delta P = 0$

Hence $P_{\max} = P_{\min} = \text{Mean pressure } (P_0)$

Ans.

(d) Closed end is a displacement node or pressure antinode.

Therefore
and

$$P_{\max} = P_0 + \Delta P_0$$

$$P_{\min} = P_0 - \Delta P_0$$

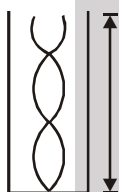
$$x = 0; \Delta P = 0$$

$$x = x; \Delta P = \pm \Delta P_0 \sin kx$$

Ans.

Sol.

(a)



$$L = \frac{5\lambda}{4}$$

बन्द पाईप के द्वितीय अधिस्वरक की आवृत्ति

$$= 5 \left(\frac{V}{4L} \right) = 440 \text{ Hz} \quad (\text{दिया हुआ है})$$

$$\therefore L = \frac{5V}{4 \times 440} \text{ m}$$

V का मान रखने पर = वायु में ध्वनि की चाल = 330 m/s

$$L = \frac{5 \times 330}{4 \times 440} = \frac{15}{16} \text{ m} \quad \text{Ans.}$$

$$\lambda = \frac{4L}{5} = \frac{4(15/16)}{5} = \frac{3}{4} \text{ m}$$

(b) खुला सिरा विस्थापन प्रस्पन्द है इसलिए यह दाब निस्पन्द है।

या at $x = 0; \Delta P = 0$

$x = x$, पर दाब आयाम को लिख सकते हैं

$$\Delta P = \pm \Delta P_0 \sin Kx$$

जहां

$$K = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{3/4} = \frac{8\pi}{3} \text{ m}^{-1}$$

इसलिए $x (= \frac{L}{2} = \frac{15/16}{2} \text{ m})$ पर दाब आयाम होगा

$$\Delta P = \pm \Delta P_0 \sin \left(\frac{8\pi}{3} \right) \left(\frac{15}{32} \right) = \pm \Delta P_0 \sin \left(\frac{5\pi}{4} \right)$$

$$\Delta P = \pm \frac{\Delta P_0}{\sqrt{2}}$$

Ans.

(c) खुला सिरा दाब विस्पन्द है अर्थात् $\Delta P = 0$

अतः $P_{\max} = P_{\min} = \text{माध्य दाब } (P_0)$

Ans.

(d) बन्द सिरा विस्थापन निस्पन्द है या दाब प्रस्पन्द

अतः $P_{\max} = P_0 + \Delta P_0$

और $P_{\min} = P_0 - \Delta P_0$

Ans.



Resonance
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) – 324005

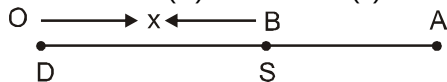
Website : www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

ADVSW - 61



13. First detector (D) and source (s)



are at O. Now source

start receding with acceleration a and in time t_1 it reaches at B and sound emitted at that moment reaches to the detector in time t_2 here in question $t_1 + t_2 = t = 10$ second.

At B velocity of source $V_s = at_1$

if we consider two consecutive sound wave reaching to D starting from B

first wave will take $t_2 = \frac{X}{V}$

$$\text{next wave } t^{11} = T + \frac{X + at_1 T + \frac{1}{2}aT^2}{V} = \frac{2VT + 2at_1T + aT^2}{2V}$$

$$\text{time period} = t^{11} - t_2 = \frac{VT + at_1 T + \frac{1}{2}aT^2}{V}$$

$$\text{frequency} = \frac{2V}{2VT + 2at_1 T + aT^2} = \frac{2V}{2Vf + 2at_1 f + a}$$

$$f^1 = \frac{2V}{2f(V + at_1) + a} \quad \dots\dots(1)$$

$$\text{Now } X = Vt_2 = V(t - t_1) \quad X = \frac{1}{2}a(t - t_1)^2 = \frac{1}{2}at_1^2$$

$$\frac{1}{2}at_1^2 = Vt - Vt_1 \quad at_1^2 + 2Vt_1 - 2Vt = 0$$

$$t_1 = \frac{-2V \pm \sqrt{4V^2 + 4a \times 2Vt}}{2a}$$

t_1 is positive so

$$t_1 = \frac{\sqrt{V^2 + 2aVt}}{a} - \frac{V}{a}$$

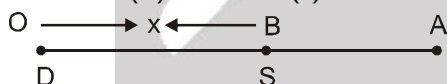
Put this value of t_1 in equation (1)

$$f^1 = \frac{2Vf^2}{2f\sqrt{V^2 + 2aVt} + a} \cong \frac{Vf}{\sqrt{V^2 + 2aVt}} = 1.35 \text{ khz.}$$

Ans

Sol.

पहले प्रेक्षक (D) तथा स्रोत (s)



O पर है अब स्रोत a त्वरण से पीछे हटता है t_1 समय पर स्रोत B पर जब ध्वनि उत्पन्न होती यह ध्वनि प्रेक्षक के पास t_2 समय पर पहुँचती है तो कुल समय $t_1 + t_2 = t = 10$ second.

B पर स्रोत का वेग $V_s = at_1$

यदि हम दो लगातार ध्वनि तरंग जो D पर पहुँचती है जो B से निकलती है।

पहली तरंग में लगा समय $t_2 = \frac{X}{V}$

$$\text{अगली तरंग में } t^{11} = T + \frac{X + at_1 T + \frac{1}{2}aT^2}{V}$$

$$\text{आवृत्त काल} = t^{11} - t_2 = \frac{VT + at_1 T + \frac{1}{2}aT^2}{V} = \frac{2VT + 2at_1T + aT^2}{2V}$$



$$\text{आवृत्ति} = \frac{2V}{2VT + 2at_1} = \frac{2V f^2}{2Vf + 2at_1 f + a}$$

$$f^1 = \frac{2V f^2}{2f(V + at_1) + a} \quad \dots\dots(1)$$

$$\text{अब } X = Vt_2 = V(t - t_1) \quad X = \frac{1}{2} a(t - t_2)^2 = \frac{1}{2} at_1^2$$

$$\frac{1}{2} at_1^2 = Vt - Vt_1 \quad at_1^2 + 2Vt_1 - 2Vt = 0$$

$$t_1 = \frac{-2V \pm \sqrt{4V^2 + 4a \times 2Vt}}{2a}$$

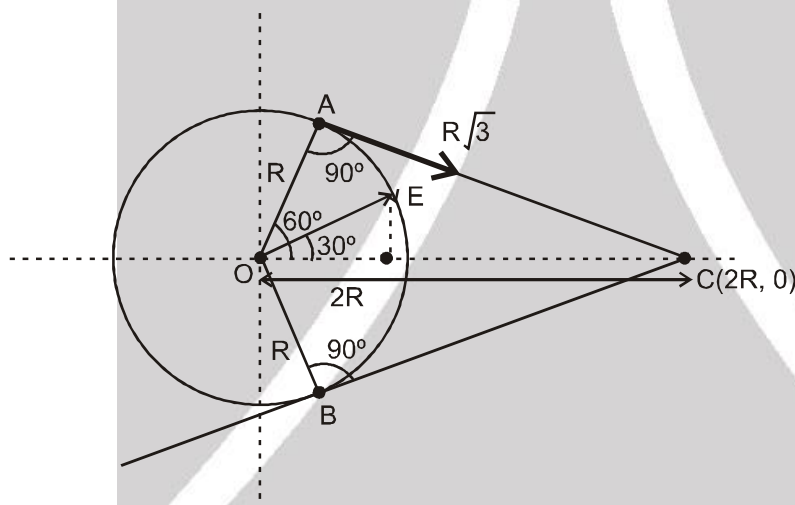
t_1 धनात्मक है इसलिए

$$t_1 = \frac{\sqrt{V^2 + 2aVt}}{a} - \frac{V}{a}$$

यह t_1 का मान समीकरण (1) में रखने पर

$$f^1 = \frac{2Vf^2}{2f \sqrt{V^2 + 2aVt} + a} \cong \frac{Vf}{\sqrt{V^2 + 2aVt}} = 1.35 \text{ kHz.} \quad \text{Ans}$$

14.



Wave emitted at A when reach at detector gives maximum apparent frequency during this time source reaches at E.

$$\text{Time taken by sound to reach at C} = \frac{R\sqrt{3}}{v}$$

$$\therefore \text{Distance travelled by the sources within this time} = \frac{R\sqrt{3}}{v} \frac{330\pi}{6\sqrt{3}} = \frac{55\pi R}{v}$$

$$\text{Hence } \theta' = \frac{55\pi R}{vR} = \frac{\pi}{6}$$

$\therefore$ Angle from horizontal = 30°

$$\text{Hence coordinates } \left(\frac{R\sqrt{3}}{2} \pm \frac{R}{2} \right)$$

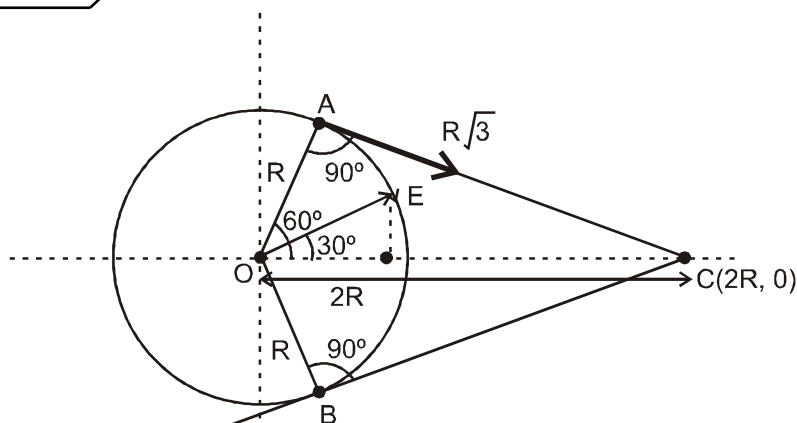
$$\text{Also ; } n'_{\min} = \frac{v}{v + v_s} f$$

$$n'_{\max} = \frac{v}{v - v_s} f$$





Sol.



तरंग A पर उज्ज्वलित है जब यह सूचक पर पहुंचती है तो अधिकतम आभासी आवृत्ति प्राप्त होती है तथा इस समय में स्रोत E पर पहुंच जायेगा।

ध्वनि द्वारा $C = \frac{R\sqrt{3}}{v}$ पर पहुंचने में लगा समय

$$\therefore \text{स्रोत द्वारा इतने समय में चली गई दूरी} = \frac{R\sqrt{3}}{v} \frac{330\pi}{6\sqrt{3}} = \frac{55\pi R}{v}$$

$$\text{इसलिए } \theta' = \frac{55\pi R}{vR} = \frac{\pi}{6}$$

$\therefore$ क्षैतिज से कोण = 30°

$$\text{अतः निर्देशांक } \left(\frac{R\sqrt{3}}{2} \pm \frac{R}{2} \right)$$

$$\text{यह भी; } n'_{\min} = \frac{v}{v + v_s} f$$

$$n'_{\max} = \frac{v}{v - v_s} f$$

15. Apparent frequency

$$f' = \left(\frac{v + v_0}{v} \right) f$$

$$= \left(\frac{1450 + 100}{1450} \right) \times 40 \times 10^3$$

$$= 4.27 \times 10^4 \text{ Hz}$$

This frequency is reflected by the enemy submarine (now source) and is observed by SONAR (now observer)

In this case; $v_s = 360 \text{ Km/h} = 100 \text{ m/sec}$.

$\therefore$ Apparent frequency;

$$f'' = \left(\frac{v}{v - v_s} \right) f' = \left(\frac{1450}{1450 - 100} \right) 4.276 \times 10^4 = 45.9 \times 10^3 \text{ Hz } 46 \text{ KHz.}$$





Sol. आभासी आवृत्ति

$$f' = \left(\frac{v + v_0}{v} \right) f = \left(\frac{1450 + 100}{1450} \right) \times 40 \times 10^3$$

$$= 4.27 \times 10^4 \text{ Hz}$$

यह आवृत्ति पनडुब्बी (अब स्रोत) से परावर्तित होगी और सोनार द्वारा प्रेक्षित होगी।

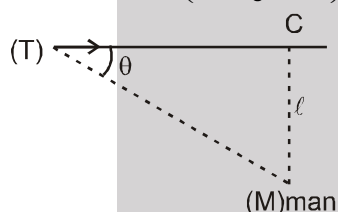
यहाँ पर; $v_s = 360 \text{ Km/h} = 100 \text{ m/sec}$.

$\therefore$ आभासी आवृत्ति;

$$f'' = \left(\frac{v}{v - v_s} \right) f' = \left(\frac{1450}{1450 - 100} \right) 4.276 \times 10^4 = 45.9 \times 10^3 \text{ Hz } 46 \text{ KHz.}$$

16. Let the truck velocity be v_s

$$\text{then, } 600 = \left(\frac{v}{v - v_s \cos \theta} \right) 500 \quad \dots(i)$$



As $2v_s = v_s + at$

$$v_s = at \quad \dots(ii)$$

where 'a' is acceleration.

$$\text{As } vt = \frac{l}{\sin \theta}$$

where v is velocity of sound.

$$\text{Also, } l \cot \theta = vst + \frac{1}{2} at^2$$

$$\frac{l \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{3}{2} at^2 \quad (\text{from eqn (ii)})$$

$$\frac{l \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{3}{2} a \left(\frac{l}{v \sin \theta} \right)^2$$

$$\frac{al}{v} = \left(\frac{2}{3} \sin \theta \cos \theta \right) v \quad \dots(iii)$$

$\therefore$ from (i)

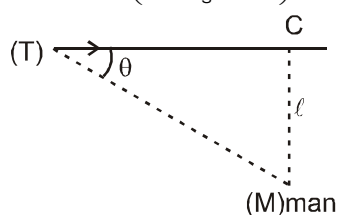
$$\frac{6}{5} = \frac{v}{v - at \cos \theta} = \frac{v}{v - \frac{al}{v \sin \theta} \cos \theta}$$

Put $\frac{al}{v}$ from (iii)

$$\therefore \theta = 60^\circ$$

Sol. माना ट्रक का वेग v_s है

$$\text{तब, } 600 = \left(\frac{v}{v - v_s \cos \theta} \right) 500 \quad \dots(i)$$



Resonance
Educating for better tomorrow

Corporate Office : CG Tower, A-46 & 52, IPIA, Near City Mall, Jhalawar Road, Kota (Raj.) – 324005

Website : www.resonance.ac.in | E-mail : contact@resonance.ac.in

Toll Free : 1800 258 5555 | CIN: U80302RJ2007PLC024029

ADVSW - 65



चूँकि $2v_s = v_s + at$

$$v_s = at \quad \dots(ii)$$

जहाँ 'a' त्वरण है।

चूँकि $vt = \frac{\ell}{\sin \theta}$

जहाँ v ध्वनि का वेग है

यहाँ भी, $\ell \cot \theta = v_{st} + \frac{1}{2} at^2$

$$\frac{\ell \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{3}{2} at^2 \text{ (समीकरण (ii) से)}$$

$$\frac{\ell \cos \theta}{\sin \theta} = \frac{3}{2} a \left(\frac{\ell}{v \sin \theta} \right)^2$$

$$\frac{a\ell}{v} = \left(\frac{2}{3} \sin \theta \cos \theta \right) v \quad \dots(iii)$$

∴ (i) से

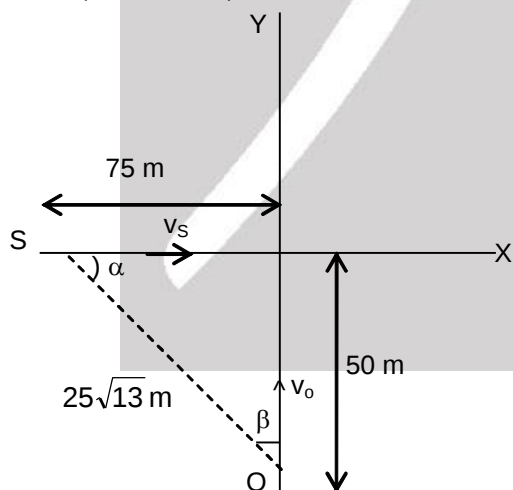
$$\frac{6}{5} = \frac{v}{v - at \cos \theta} = \frac{v}{v - \frac{a\ell}{v \sin \theta} \cos \theta}$$

$\frac{a\ell}{v}$ समीकरण (iii) से रखो

$$\therefore \theta = 60^\circ$$

17. The apparent frequency is
आभासी आवृत्ति है।

$$f' = f \left(\frac{v + v_o \cos \beta}{v - v_s \cos \alpha} \right)$$



$$= \left[\frac{330 + \left(10 \times \frac{50}{25\sqrt{13}} \right)}{330 - \left(5 \times \frac{75}{25\sqrt{13}} \right)} \right] \times 1000 = 1030 \text{ Hz}$$





18. Assume a spherical surface of radius a passing through the ring. The waves passing through ring also pass through sphere.

वलय से पास होती हुई a त्रिज्या की एक गोलीय सतह की कल्पना करते हैं। तरंगे वलय के साथ-साथ गोले से भी गुजरती हैं।

$$\text{area of } ds = 2\pi a \sin\theta \, a d\theta$$

$$ds \text{ का क्षेत्रफल} = 2\pi a \sin\theta \, a d\theta$$

$$s = 2\pi a^2 \int_0^\alpha \sin\theta d\theta$$

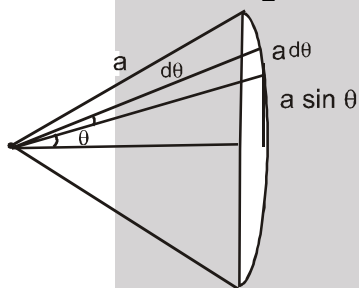
$$s = 2\pi a^2 [-\cos\alpha + \cos 0]$$

$$s = 2\pi a^2 [1 - \cos\alpha]$$

$$\text{Energy ऊर्जा} = \frac{\text{power}}{4\pi a^2} \cdot s \quad \frac{\text{शक्ति}}{4\pi a^2} \cdot s = \frac{\text{power}}{2} \cdot \frac{\text{शक्ति}}{2} (1 - \cos\alpha)$$

$$I_0 = \frac{\text{power}}{4\pi \ell^2} \quad \frac{\text{शक्ति}}{4\pi \ell^2}$$

$$\Rightarrow \text{Energy ऊर्जा} = \frac{4\pi \ell^2 I_0}{2} (1 - \cos\alpha)$$



$$= 2\pi \ell^2 I_0 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 - 0.5^2}} \right)$$

$$\approx 20 \mu\text{W} \quad \text{Ans.}$$

