WAVE MOTION

1. 50 cm लम्बाई की खुले सिरे की एक बाँसुरी से एक संगीतज्ञ द्वितीय सन्नादी ध्वनि तरंगें उत्पन्न करता है। एक व्यक्ति कक्ष के दूसरे सिरे से संगीतज्ञ की तरफ 10 km/h की गति से दौड़ता है। यदि ध्वनि की गति 330 m/s है तो दौड़ते हुये व्यक्ति द्वारा सुनी गयी आवृत्ति का सन्निकट मान होगा :

(1) 753 Hz (2) 500 Hz
(3) 333 Hz (4) 666 Hz

2. दो कलासंबद्ध स्त्रोत विभिन्न आवृति वाली तरंगे उत्पन्न करते है जो व्यतिकरित होती है। व्यतिकरण के पश्चात् अधिकतम तीव्रता तथा न्यूनतम तीव्रता का अनुपात 16 है तो तरंगों की तीव्रता का अनुपात है :

(1) 4 : 1 (2) 25 : 9
(3) 16 : 9 (4) 5 : 3

3. द्रव्यमान M वाली एक भारी गेंद को कार की छत से द्रव्यमान m (m << M) वाली एक हल्की रस्सी से लटकाया जाता है। जब कार विराम में होती है तो रस्सी में उत्पन्न अनुप्रस्थ तरंगों की चाल 60 ms^{-1} होती है। जब कार का त्वरण a होता है तब तरंग चाल 60.5 ms^{-1} तक बढ़ जाती है तो गुरूत्वीय त्वरण g के पदों में a का निकटतम मान होगा है :-

(1) $\frac{g}{5}$ (2) $\frac{g}{20}$ (3) $\frac{g}{10}$ (4) $\frac{g}{30}$

4. एक बंद आर्गन पाइप की मूलभूत आवृत्ति 1.5 kHz है। इस आर्गन पाइप के साथ एक व्यक्ति द्वारा स्पष्ट रूप से सुने जा सकने वाले अधिस्वरकों की संख्या है (माना व्यक्ति द्वारा सुनी जा सकने वाली अधिकतम आवृत्ति 20,000 Hz होती है)

(1) 7 (2) 5 (3) 6 (4) 4

5. 1 m लम्बाई तथा 5 g द्रव्यमान की एक डोरी के दोनों सिरों को दृढ़ रखा है। डोरी में 8.0 N का तनाव है। 100 Hz आवृत्ति के एक बाहरी कम्पित्र से डोरी में कम्पन्न उत्पन्न करते है। डोरी में बने निकटतम निस्पंदों के बीच की दूरी का सन्निकट मान होगा :

(1) 16.6 cm (2) 20.0 cm
(3) 10.0 cm (4) 33.3 cm

6. एक रेलगाड़ी गति 34 m/s से एक स्थिर प्रेक्षक की ओर जा रही है। रेलगाड़ी की सीटी की आवाज प्रेक्षक को f_1 आवृत्ति की सुनाई देती है। यदि रेलगाड़ी की गति 17 m/s तक घटा दी जाती है तो सीटी की आवृत्ति f_2 सुनाई देती है। यदि ध्वनि की गति 340 m/s है तो अनुपात f_1/f_2 होगा :

(1) 18/17 (2) 19/18 (3) 20/19 (4) 21/20

7. 5 g/m रेखीय घनत्व वाली तनी हुई डोरी में प्रगामी तरंग का समीकरण निम्न है :

y = 0.03 sin(450 t – 9x) जहाँ दूरी और समय SI मात्रकों में हैं। डोरी में तनाव है :-

(1) 10 N (2) 12.5 N (3) 7.5 N (4) 5 N

8. एक अनुनाद नली पुरानी है तथा इसका सिरा खुरदरा है इसका उपयोग अब किसी प्रयोगशाला में वायु में ध्वनि का वेग ज्ञात करने में किया जाता है। जब नली को जल से नली के खुले सिरे के नजदीक संदर्भ चिन्ह से 11 cm नीचे चिन्ह तक भरा जाता है तो 512 Hz आवृत्ति का एक स्वरित्र प्रथम अनुनाद उत्पन्न करता है। इसी प्रयोग को अब 256 Hz आवृत्ति के एक अन्य स्वरित्र के साथ दोहराया जाता है तो अब संदर्भ चिन्ह से 27 cm नीचे जल होने पर प्रथम अनुनाद उत्पन्न होता है। इस प्रयोग द्वारा प्राप्त वायु में ध्वनि का लगभग वेग होगा :

(1) 328ms^{-1} (2) 322ms^{-1}
(3) 341ms^{-1} (4) 335ms^{-1}

9. एक प्रगामी आवर्ती तरंग की समीकरण $y(x, t) = 10^{-3} \sin(50\, t + 2x)$ से निरूपित किया जाता है, जहाँ x तथा y मीटर में तथा t सेकण्ड में है। निम्न में से तरंग के लिए कौन सा कथन सत्य है?

(1) तरंग $25 ms^{-1}$ की वेग से ऋणात्मक x-दिशा में चल रही है।

(2) तरंग $25 ms^{-1}$ की वेग से धनात्मक x-दिशा में चल रही है।

(3) तरंग $100 ms^{-1}$ की वेग से धनात्मक x-दिशा में चल रही है।

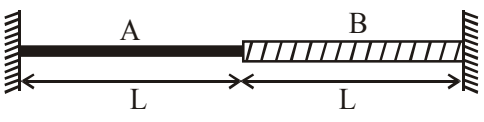
(4) तरंग $100 ms^{-1}$ की वेग से ऋणात्मक x-दिशा में चल रही है।

10. खुले मैदान में खड़े एक व्यक्ति को उत्तर दिशा से आते हुए एक जेट एरोप्लेन की आवाज, धरती से 60° के कोण की दिशा से आती हुयी सुनाई देती है। लेकिन उसे यह हवाई जहाज अपने ठीक ऊपर दिखाई देता है। यदि ध्वनि की चाल υ है तो हवाई जहाज की चाल होगी:-

(1) $\frac{2\upsilon}{\sqrt{3}}$ (2) υ

(3) $\frac{\upsilon}{2}$ (4) $\frac{\sqrt{3}}{2}\upsilon$

11. एक ही पदार्थ के एकसमान लंबाई परंतु भिन्न त्रिज्या r तथा 2r के दो तारों को जोड़कर, 2L लम्बाई का एक तार बनाया जाता है। यह इस प्रकार कम्पित होता है कि दोनों तारों का जोड़ एक निस्पंद बने। यदि तार A में प्रस्पंदों की संख्या p है और B में q है, तब अनुपात p : q है -



(1) 4 : 9 (2) 3 : 5

(3) 1 : 4 (4) 1 : 2

12. दोनों सिरों से बँधी हुई 2.0 m लम्बी एक डोरी 240 Hz के एक कम्पित्र से चलित है। डोरी अपने तीसरे गुणावृत्ती (harmonic) में कंपन करती है। तरंग की चाल और इसकी मूल आवृत्ति हैं :-

(1) 320m/s, 120 Hz (2) 180m/s, 80 Hz

(3) 180m/s, 120 Hz (4) 320m/s, 80 Hz

13. कंपन करती हुयी एक पत्ती उत्पादित ध्वनि के अनुसार दबाव तरंग का रूप है, $P = 0.01 \sin [1000t - 3x]$ Nm^{-2} इस दिन वायुमण्डल का तापमान 0°C है। किसी और दिन जब तापमान T है तो उसी पत्ती द्वारा उसी आवृत्ति से उत्पादित ध्वनि की गति $336\, ms^{-1}$ पायी जाती है। T का लगभग मान होगा :

(1) 15°C (2) 12°C

(3) 4°C (4) 11°C

14. एक डोरी के दोनों सिरों को जकड़ कर रखा गया है तथा यह अपने चतुर्थ संनादी में कम्पन कर रही है। इस अप्रगामी तरंग का समीकरण है $Y = 0.3 \sin(0.157x) \cos(200\pi t)$. इस डोरी की लम्बाई होगी : (सभी राशियाँ SI मात्रक में हैं।)

(1) 20 m (2) 80 m

(3) 60 m (4) 40 m

15. एक ध्वनि स्त्रोत S 50 m/s की गति से एक स्थिर श्रोता की तरह बढ़ रहा है। श्रोता को ध्वनि की आवृत्ति 1000Hz सुनाई देती है। जब स्त्रोत उसी गति से श्रोता को पार करके उससे दूर जाता है तो श्रोता द्वारा सुनी गयी ध्वनि की आवृत्ति का मान होगा (मानों वायु में ध्वनि की गति = 350 m/s)

(1) 857 Hz (2) 807 Hz

(3) 750 Hz (4) 1143 Hz

16. एक स्थिर स्त्रोत 500 Hz आवृत्ति से ध्वनि उत्सर्जित करता है। दो श्रोता एक ही रेखा, जो कि स्त्रोत से होकर जाती है, में चलते हैं तो उन्हें ध्वनि की आवृत्ति 480 Hz और 530 Hz सुनाई देती है। इन श्रोताओं की चाल क्रमशः ms^{-1} में होगी:

(दिया है: ध्वनि की चाल = 300 m/s)

(1) 16, 14 (2) 12, 18

(3) 12, 16 (4) 8, 18

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\23-Wave Motion

17. अनुनाद नली विधि द्वारा वायु में ध्वनि की चाल (v) ज्ञात करने के लिये एक प्रयोग में 480 Hz आवृति के स्वरित्र का उपयोग करते हैं। वायु स्तम्भ की दो उत्तरोत्तर लम्बाइयों, $l_1 = 30$ cm तथा $l_2 = 70$ cm के लिये अनुनाद प्राप्त होते हैं। तब v का मान है :

(1) 332 ms^{-1} (2) 379 ms^{-1}

(3) 384 ms^{-1} (4) 338 ms^{-1}

18. दो ध्वनि स्त्रोत, S_1 तथा S_2 एक ही आवृति 660 Hz की ध्वनि उत्पन्न करते है। एक श्रोता S_1 से S_2 की तरफ स्थिर गति u से जाते हुये प्रति सैकण्ड 10 विस्पंद सुनता है। यदि ध्वनि की गति 330 m/s है, तो u का मान होगा:

(1) 2.5 m/s (2) 15.0 m/s

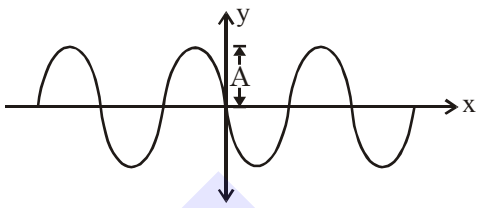
(3) 5.5 m/s (4) 10.0 m/s

19. एक छोटे स्पीकर से 2 W शक्ति की ध्वनि निकलती है। इस स्पीकर से कितनी दूरी पर ध्वनि तीव्रता 120 dB होगी ? [दिया है : ध्वनि के निर्देश (reference) तीव्रता = $10^{-12} W/m^2$]

(1) 10 cm (2) 30 cm

(3) 40 cm (4) 20 cm

20. धनात्मक x-दिशा में गमन करती हुई किसी प्रगामी तरंग को $y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$, से निरूपित किया जाता है। t = 0 पर खींचा गया आशु चित्र निम्न से दिया जाता है :



इस तरंग के लिए, कला ϕ का मान होगा :

(1) 0 (2) $-\frac{\pi}{2}$ (3) π (4) $\frac{\pi}{2}$

21. 18 km/hr की चाल से गतिशील एक पनडुब्बी (A) का पीछा, उसकी गति के अनुदिश 27 km/hr की चाल से गतिशील दूसरी पनडुब्बी (B), करती है। A को खोजने के लिए, B 500 Hz का एक ध्वनि सिग्नल भेजती है। तो, आवृति v की परावर्तित ध्वनि प्राप्त होती हैं। v का मान होगा, लगभग :

(पानी में ध्वनि की चाल = 1500 ms^{-1})

(1) 499 Hz (2) 502 Hz

(3) 507 Hz (4) 504 Hz

node06\B0BO-BA-Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subjed Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\23 Wave Motion

SOLUTION

1. Ans. (4)

Frequency of the sound produced by flute,

$$f = 2\left(\frac{v}{2\ell}\right) = \frac{2\times 330}{2\times 0.5} = 660\text{Hz}$$

Velocity of observer, $v_0 = 10\times\frac{5}{18} = \frac{25}{9}\text{m/s}$

$\therefore$ frequency detected by observer,

$$f' = \left[\frac{v+v_0}{v}\right]f$$

$$\therefore\ f' = \left[\frac{\frac{25}{9}+330}{330}\right]660$$

$= 335.56 \times 2 = 671.12$

$\therefore$ closest answer is (4)

2. Ans. (2)

$$\frac{I_{max}}{I_{min}} = 16$$

$$\Rightarrow \frac{A_{max}}{A_{min}} = 4$$

$$\Rightarrow \frac{A_1+A_2}{A_1-A_2} = \frac{4}{1}$$

Using componendo & dividendo.

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{5}{3} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{5}{3}\right)^2 = \frac{25}{9}$$

3. Ans. (1)

$$60 = \sqrt{\frac{Mg}{\mu}}$$

$$60.5 = \sqrt{\frac{M\left(g^2+a^2\right)^{1/2}}{\mu}} \Rightarrow \frac{60.5}{60} = \sqrt{\sqrt{\frac{g^2+a^2}{g^2}}}$$

$$\left(1+\frac{0.5}{60}\right)^4 = \frac{g^2+a^2}{g^2} = 1+\frac{2}{60}$$

$$\Rightarrow g^2+a^2 = g^2+g^2\times\frac{2}{60}$$

$$a = g\sqrt{\frac{2}{60}} = \frac{g}{\sqrt{30}} = \frac{g}{5.47}$$

$$\simeq \frac{g}{5}$$

4. Ans. (1)

For closed organ pipe, resonate frequency is odd multiple of fundamental frequency.

$\therefore$ $(2n + 1)\ f_0 \le 20{,}000$

(f_o is fundamental frequency = 1.5 KHz)

$\therefore$ $n = 6$

$\therefore$ Total number of overtone that can be heared is 6. (1 to 6).

NTA answer is option (1) that is 7 overtones but correct answer is option (3) that is 6 overtones.

5. Ans. (2)

Velocity of wave on string

$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{8}{5}\times 1000} = 40\text{m/s}$$

Now, wavelength of wave $\lambda = \frac{v}{n} = \frac{40}{100}\text{m}$

Separation b/w successive nodes, $\frac{\lambda}{2} = \frac{20}{100}$ m

$= 20$ cm

6. Ans. (2)

$$f_{app} = f_0\left[\frac{v_2 \pm v_0}{v_2 \mp v_s}\right]$$

$$f_1 = f_0\left[\frac{340}{340-34}\right]$$

$$f_2 = f_0\left[\frac{340}{340-17}\right]$$

$$\frac{f_1}{f_2} = \frac{340-17}{340-34} = \frac{323}{306} \Rightarrow \frac{f_1}{f_2} = \frac{19}{18}$$

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\23-Wave Motion

7. Ans. (2)

y = 0.03 sin(450 t – 9x)

$$v=\frac{\omega}{k}=\frac{450}{9}=50\,m/s$$

$$v=\sqrt{\frac{T}{\mu}}\Rightarrow\frac{T}{\mu}=2500$$

$\Rightarrow$ T = 2500 × 5 × 10^{-3}

= 12.5 N

8. Ans. (1)

9. Ans. (1)

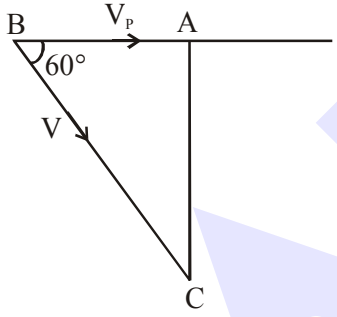
y= a sin(ωt + kx)

$\Rightarrow$ wave is moving along –ve x-axis with speed

$$v=\frac{\omega}{K}\Rightarrow v=\frac{50}{2}=25m/sec.$$

10. Ans. (3)

AB = V_p × t



BC = Vt

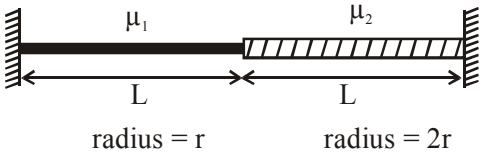
$$\cos 60°=\frac{AB}{BC}$$

$$\frac{1}{2}=\frac{V_p\times t}{Vt}$$

$$V_P=\frac{V}{2}$$

11. Ans. (4)

Sol.



Let mass per unit length of wires are μ_1 and μ_2 respectively.

$\because$ Materials are same, so density ρ is same.

$$\therefore\ \mu_1=\frac{\rho\pi r^2L}{L}=\mu\ \text{and}\ \mu_2=\frac{\rho 4\pi r^2L}{L}=4\mu$$

Tension in both are same = T, let speed of wave in wires are V_1 and V_2

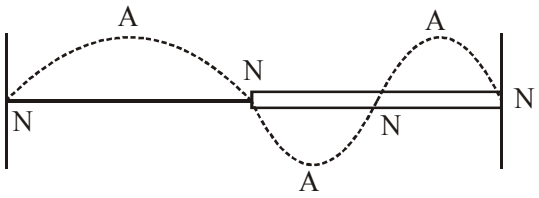
$$V_1=\sqrt{\frac{T}{\mu}}=V\ ;\ V_2=\sqrt{\frac{T}{4\mu}}=\frac{V}{2}$$

So fundamental frequencies in both wires are

$$f_{01}=\frac{V_1}{2L}=\frac{V}{2L}\ \&\ f_{02}=\frac{V_2}{2L}=\frac{V}{4L}$$

Frequency at which both resonate is L.C.M of both frequencies i.e. $\frac{V}{2L}$.

Hence no. of loops in wires are 1 and 2 respectively.



So, ratio of no. of antinodes is 1 : 2.

12. Ans. (4)

Sol. $3\left(\frac{v}{2\ell}\right)=240$

$$3\frac{v}{2\times 2}=240$$

v = 320 m/s

$$\text{fundamental frequency}=\frac{v}{2\ell}=\frac{320}{2\times 2}=80\text{ Hz.}$$

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\23-Wave Motion

13. Ans. (3)

Sol. Speed of wave from wave equation

$$v = -\frac{(\text{coeffecient of t})}{(\text{coeffecient of x})}$$

$$v = -\frac{1000}{(-3)} = \frac{1000}{3}$$

since speed of wave $\propto \sqrt{T}$

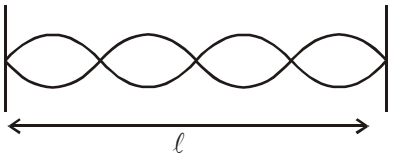
$$\text{so} = \frac{\frac{1000}{3}}{336} = \sqrt{\frac{273}{T}}$$

$\Rightarrow$ T = 277.41 K

T = 4.41°C

Option (3)

14. Ans. (2)



Sol. 4^{th} harmonic

$$4\frac{\lambda}{2} = \ell$$

$2\lambda = \ell$

From equation $\frac{2\pi}{\lambda} = 0.157$

$\lambda = 40$

$\ell = 2\lambda$

= 80 m

Option (2)

15. Ans. (3)

Sol.

$$f_{app} = \left(\frac{V-0}{V-50}\right) f_{source}$$

$$1000 = \left(\frac{350}{300}\right) f_{source}$$

$$f_{source} = \frac{1000 \times 300}{350}$$

$$f_{app} = \left(\frac{V}{V+50}\right) \cdot f_{source}$$

$$= \frac{350}{400} \times 1000 \times \frac{300}{350}$$

= 750 Hz

16. Ans. (2)

Sol. $f = 480 = \frac{300 - v_1}{300} \times 500$

$$\frac{1440}{5} = 300 - v_1$$

$$v_1 = \frac{60}{5} = 12 \text{m / s}$$

$$530 = \frac{300 + v_2}{300} \times 500$$

$1590 = 1500 + 5v_2$

$5v_2 = 90$

$v_2 = 18$ m/s

17. Ans. (3)

Sol. $\nu = 2f\,(l_2 - l_1)$

$\nu = 2 \times 480 \times (70 - 30) \times 10^{-2}$

$\nu = 960 \times 40 \times 10^{-2}$

$\nu = 38400 \times 10^{-2}$ m/s

$\nu = 384$ m/s

18. Ans. (1)

Sol. f = 660 Hz, $\nu = 330$ m/s

$$f_1 = f\left(\frac{\nu - u}{\nu}\right)$$

$$f_2 = f\left(\frac{\nu + u}{\nu}\right)$$

$$f_2 - f_1 = \frac{f}{\nu}[\nu + u - (\nu - u)]$$

$$10 = f_2 - f_1 = \frac{f}{\nu}[2u]$$

u = 2.5 m/s

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subject Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\23-Wave Motion

19. Ans. (3)

Sol. Loudness of sound is given by

$$dB = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad \begin{pmatrix} I \text{ is intensity of sound} \\ I_0 \text{ is reference intensity of sound} \end{pmatrix}$$

$$\therefore \quad 120 = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

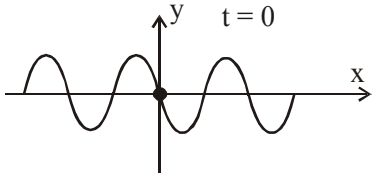
$$\Rightarrow I = 1 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Also} \quad I = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{2}{4\pi r^2}$$

$$\therefore \quad r = \sqrt{\frac{2}{4\pi}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}} \text{ m} = 0.399 \text{ m} \approx 40 \text{ cm}$$

20. Ans. (3)

Sol.



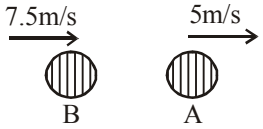
$y = A \sin (kx - wt + \phi)$

at $x = 0$, $t = 0$, $y = 0$ and slope is negative

$\Rightarrow \phi = \pi$

21. Ans. (2)

Sol.



$f_0 = 500$ Hz

frequency recieved by A

$$\Rightarrow \left(\frac{1500 - 5}{1500 - 7.5}\right) f_0 = f_1$$

and frequency recieved By B again =

$\longleftarrow 1500$

(B) (A) & $\Rightarrow$

7.5 m/s $\longrightarrow$ $\longrightarrow$ 5 m/sec

$$f_2 = \left(\frac{1500 + 7.5}{1500 + 5}\right) \times \left(\frac{1500 - 5}{1500 - 7.5}\right) f_0 = 502 \text{ Hz}$$

node06\B0B0-BA\Kota\JEE Main\Jee Main-2019_Subjed Topic PDF With Solution\Physics\Hindi\23 Wave Motion