WAVE MOTION

1. निम्नलिखित में से कौन सी समीकरण प्रगामी तरंग का निरूपण करती है?

(1) $y = A\sin(15x - 2t)$ (2) $y = Ae^{-x^2}(vt+\theta)$
(3) $y = Ae^{x}\cos(\omega t - \theta)$ (4) $y = A\sin x\cos\omega t$

2. दो कार 7.2 km/hr की समान चाल से एक दूसरे की ओर गति कर रही है। जब वह एक दूसरे को देखती हैं, तो 676 Hz आवत्ति का हॉर्न बजाती हैं। दोनों कारों के ड्राइवरों द्वारा सुनी जाने वाली विस्पंद आवत्ति _____ Hz होगी। [वायु में ध्वनि का वेग 340 m/s है।]

3. कोई छात्र अनुनाद स्तम्भ का प्रयोग कर रहा है। स्तम्भ की नलिका का व्यास 6 cm है। स्वरित्र द्विभुज की आवत्ति 504 Hz है। दिए गए ताप पर ध्वनि की चाल 336 m/s है। मीटर पैमाने का शून्य अनुनाद स्तम्भ के शीर्ष सिरे के संपाती है। जिस समय पहला अनुनाद होता है उस समय अनुनाद नलिका में पानी के तल का पाठ्यांक होगा :

(1) 13 cm (2) 16.6 cm
(3) 18.4 cm (4) 14.8 cm

4. एक तनित डोरी के तनाव में 4% की वद्धि होने पर डोरी में उत्पन्न अनुप्रस्थ तरंगों की चाल में होने वाली प्रतिशत वद्धि _____% होगी।

5. किसी एकसमान तार का प्रति एकांक लम्बाई द्रव्यमान 0.135 g/cm है। इस तार में कोई अनुप्रस्थ तरंग उत्पन्न होती है जिसका निरूपण समीकरण $y = -0.21 \sin(x + 30t)$ द्वारा किया गया है, यहाँ x मीटर में तथा t सेकण्ड में है। तार मे तनाव का अपेक्षित मान $x \times 10^{-2}$ N है। x का मान _____होगा। (निकटतम संभावित पूर्णांक तक)

6. अज्ञात आवत्ति का कोई स्वरित्र द्विभुज A, 340 Hz. अज्ञात आवत्ति के किसी अन्य स्वरित्र द्विभुज के साथ 5 विस्पन्द प्रति सेकण्ड उत्पन्न करता है। द्विभुज A को घिसने पर विस्पन्द–आवत्ति घटकर 2 विस्पन्द प्रति सेकण्ड हो जाती है। द्विभुज A की आवत्ति क्या है ?

(1) 342 Hz (2) 345 Hz
(3) 335 Hz (4) 338 Hz

7. लम्बाई L के किसी बन्द आर्गन पाइप तथा किसी खुले आर्गन पाइप में क्रमशः ρ_1 और ρ_2 घनत्व की गैसें भरी हैं। दोनों पाइपों में भरी गैसों की संपीड्यता समान हैं। दोनों ही पाइप समान आवत्ति के साथ अपने पहले अधिस्वरक में कम्पन कर रहे हैं। खुले पाइप की लम्बाई $\frac{x}{3}L\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}}$ है। यहाँ x का मान _____ है।(निकटतम पूर्णांक तक पूर्णांकित)

8. 245 Hz आवत्ति की कोई ध्वनि तरंग धनात्मक x-अक्ष के अनुदिश 300 ms^{-1} की चाल से गमन कर रही है। इस तरंग का प्रत्येक कण 6 cm की कुल दूरी का दोलन करता है। इस प्रगामी तरंग के लिए गणितीय व्यंजक क्या होगा ?

(1) $Y(x,t) = 0.03 [\sin 5.1 x - (0.2 \times 10^3)t]$
(2) $Y(x,t) = 0.06 [\sin 5.1 x - (1.5 \times 10^3)t]$
(3) $Y(x,t) = 0.06 [\sin 0.8 x - (0.5 \times 10^3)t]$
(4) $Y(x,t) = 0.03 [\sin 5.1 x - (1.5 \times 10^3)t]$

9. धनात्मक x-दिशा में संचरित किसी तरंग विक्षोभ का आयाम समय t = 0 पर $y = \frac{1}{(1+x)^2}$ द्वारा तथा t = 1s पर $y = \frac{1}{1+(x-2)^2}$ द्वारा दर्शाया गया है, यहाँ x और y मीटर में हैं। संचरण के समय तरंग की आकति में परिवर्तन नहीं होता है। तरंग का वेग _____m/s होगा।

10. किसी कार के हॉर्न की आवत्ति, जब वह किसी दीवार की ओर गमन करती है, तो, 400 Hz से 500 Hz के परिवर्तन का सामना करती है। यदि ध्वनि की चाल 330 m/s है तो कार की चाल _____ km/h होगी।

11. पथ्वी सापेक्ष किसी गैलेक्सी को किस चाल से बाहर की ओर गति करनी चाहिए ताकि तरंगदैर्घ्य 5890 Å पर सोडियम-D लाइन का प्रेक्षण 5896 Å पर हो?

(1) 306 km/sec (2) 322 km/sec
(3) 296 km/sec (4) 336 km/sec

12. एक स्त्रोत तथा एक संसूचक, वायु की अनुपस्थिति में भूतल के सापेक्ष 20 मी/से. की चाल से एक दूसरे से दूर गति करते है। यदि संसूचक स्त्रोत से आने वाली ध्वनी की 1800 हर्त्ज आवत्ति का संकुलन करता है, तो ध्वनी की वायु में चाल 340 m/s मानते हुए स्त्रोत की मूल आवत्ति..... हर्त्ज होगी।

13. दो प्रगामी तरंगे मिलकर एक अप्रगामी तरंग बनाती है जो निम्नलिखित समीकरण से निरूपित होती है $y = 1.0 \text{ mm} \cos(1.57 \text{ cm}^{-1}) x \sin(78.5 \text{ s}^{-1})t$.
मूलबिन्दु के निकटतम $x > 0$ क्षेत्र में निस्पन्द (नोड) x = ... सेमी पर होगा।

14. दो तरंगें एक डोरी से एक साथ गुजरती है तथा उनके समीकरण $y_1 = A_1 \sin k(x-vt)$, $y_2 = A_2 \sin k(x-vt+x_0)$ है। दिया गया है आयाम $A_1 = 12$ mm तथा $A_2 = 5$ mm, $x_0 = 3.5$ cm तथा तरंग संख्या $k = 6.28 \text{ cm}^{-1}$ परिणामी तरंग का आयाम ..... mm होगा।

15. दो कारें X तथा Y क्रमशः 36 किसी/घंटा तथा 72 किमी/घंटा से एक दूसरे की ओर चलती है। कार X के यात्री द्वारा उत्पन्न सीटी की आवत्ति, कार Y के यात्री द्वारा 1320 हर्त्ज प्रेक्षित होती है। यदि वायु में ध्वनि का वेग 340 मी/से है, सीटी की आवाज की वास्तविक उत्पन्न आवत्ति _____ हर्त्ज होती है।

16. एक स्वरित्र 250 हर्त्ज आवत्ति से कम्पन्न करता है। स्वरित्र से अनुनादित होने वाले सबसे छोटे बन्द आर्गन पाइप की लम्बाई _____ सेमी होगी।
(वायु में ध्वनि का वेग $\upsilon = 340$ मी/से लीजिए)

17. रेखीय घनत्व 9.0×10^{-4} kg/m वाला एक तार दो दढ़ आधारों के बीच 900 N तनाव से खींचा जाता है। तार 500 Hz आवत्ति पर अनुनादित होता है। अगली उच्च आवत्ति जिस पर वही तार अनुनादित करता है, 550 Hz है। तार की लम्बाई _____ मीटर है।

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Wave Motion

SOLUTION

1. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $y = F(x, t)$

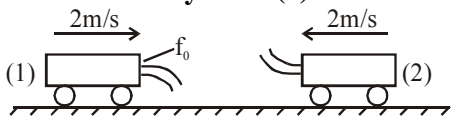
For travelling wave y should be linear function of x and t and they must exist as $(x \pm vt)$

$y = A\sin(15x - 2t) \rightarrow$ linear function in x and t

Option (1) is correct.

2. Official Ans. by NTA (8)

Sol.



Frequency of sound heard by car-1, which comes by reflection from car-2

$$f_1 = f_0\left(\frac{340+2}{340-2}\right)\left(\frac{340+2}{340-2}\right) = f_0\left(\frac{342}{338}\right)^2$$

Frequency of sound coming directly from car-2

$$f_2 = f_0\left(\frac{340+2}{340-2}\right)$$

$$\therefore\ f_1 - f_2 = f_0\left(\frac{342}{338}\right)\left(\frac{342}{338}-1\right) = 8.09 \simeq 8$$

3. Official Ans. by NTA (4)

Sol. $d = 6\text{cm}$, $f = 504$, $v = 336$ m/s

$e = 0.3d$

$$l + e = \frac{\lambda}{4} = \frac{V}{4f}$$

$l = 16.66 - 0.3 \times 6$

$l = 14.866$ cm

$l = 14.8$ cm

4. Official Ans. by NTA (2)

Sol. $$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{1}{2}\frac{\Delta T}{T}$$

5. Official Ans. by NTA (1215)

Sol. $\mu = 0.135$ gm/cm $= 0.0135$ kg/m

$y = -0.21 \sin(x + 30t)$

(x in meter & t in sec)

$$v = \frac{\omega}{k} = \frac{30}{1} = 30\,\text{m/s}$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \Rightarrow T = v^2\mu = (30)^2\,(0.0135)$$

$= 12.15$

$= x \times 10^{-2}$ N $\Rightarrow x = 1215$

6. Official Ans. by NTA (3)

Sol. Initially beat frequency = 5 Hz

so, $\rho_A = 340 \pm 5 = 345$ Hz, or 335 Hz

after filing frequency increases slightly

so, new value of frequency of A $> \rho_A$

Now, beat frequency = 2Hz

$\Rightarrow$ new $\rho_A = 340 \pm 2 = 342$ Hz, or 338 Hz

hence, original frequency of A is $\rho_A = 335$ Hz

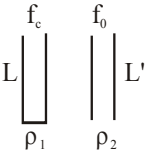
7. Official Ans. by NTA (4)

Sol. **Ans. (4)**

$f_c = f_0$

$$\frac{3V_C}{4L} = \frac{2V_0}{2L'}$$

$$\frac{3V_C}{4L} = \frac{V_0}{L'}$$



$$L' = \frac{4L}{3}\frac{V_0}{V_C} = \frac{4L}{3}\sqrt{\frac{B.\rho_1}{\rho_2.B}}$$ (B is bulk modulus)

$$= \frac{4L}{3}\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}}\ x = 4$$

8. Official Ans. by NTA (4)

Sol. (4) $\omega = 2\pi f$

$= 1.5 \times 10^3$

$$A = \frac{6}{2} = 3\text{ cm} = 0.03\text{ m}$$

9. Official Ans. by NTA (2)

Sol. At t = 0, $y = \dfrac{1}{1+x^2}$

At time t = t, $y = \dfrac{1}{1+(x-vt)^2}$

At t = 1, $y = \dfrac{1}{1+(x-v)^2}$ … (i)

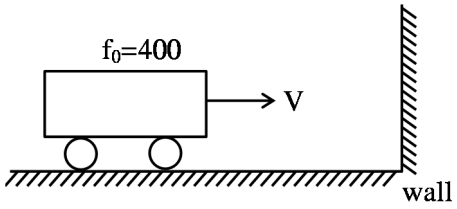
At t = 1, $y = \dfrac{1}{1+(x-2)^2}$ … (ii)

Comparing (i) & (ii)

v = 2m/s

10. Official Ans. by NTA (132)

Sol.



Wall as an observer

Frequency received by wall

$$f_1 = f_0\left(\frac{C}{C-V}\right)$$

Again wall as a source

Frequency received by observer on car

$$f_2 = f_1\left(\frac{C+V}{C}\right)$$

$$f_2 = f_0\left(\frac{C+V}{C-V}\right); \quad 500 = 400\left(\frac{C+V}{C-V}\right)$$

$$\frac{5}{4} = \frac{C+V}{C-V}$$

$$C = 9V$$

$$V = \frac{C}{9} = \frac{330}{9}\,m/s$$

$$V = \frac{330}{9}\times\frac{18}{5} = 132\,km/hr$$

11. Official Ans. by NTA (1)

Sol. $f = f_0\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}; \quad \beta = \frac{v}{c}$

$$\frac{f}{f_0}\sqrt{\frac{1+\beta}{1-\beta}}$$

$$\left(1+\frac{\Delta f}{f_0}\right)^2 = (1+\beta)(1-\beta)^{-1}$$

β is small compared to 1

$$\left(1+\frac{2\Delta f}{f_0}\right) = (1+2\beta)$$

$$\beta = \frac{\Delta f}{f_0} = \frac{v}{c}$$

$$v = 6\times\frac{c}{5890} = 305.6\ km/s$$

12. Official Ans. by NTA (2025)

Sol.

$V_S = 20m/s$ $V_O = 20m/s$

$$f' = f\left(\frac{C-V_0}{C+V_s}\right)$$

$$1800 = f\left(\frac{340-20}{340+20}\right)$$

f = 2025 Hz

Ans. 2025

13. Official Ans. by NTA (1)

Sol. For node

$$\cos\left(1.57cm^{-1}\right)x = 0$$

$$\left(1.57cm^{-1}\right)x = \frac{\pi}{2}$$

$$x = \frac{\pi}{2(1.57)}cm = 1cm$$

Ans. 1.00

14. Official Ans. by NTA (7)

Sol. $y_1 = A_1 sink(x - vt)$

$y_1 = 12 \sin 6.28\,(x - vt)$

$y_2 = 5 \sin 6.28\,(x - vt + 3.5)$

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda}(\Delta x)$$

$= K(\Delta x)$

$$= 6.28 \times 3.5 = \frac{7}{2}\times 2\pi = 7\pi$$

$$A_{net} = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2\cos\phi}$$

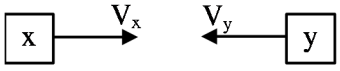
$$A_{net} = \sqrt{(12)^2 + (5)^2 + 2(12)(5)\cos(7\pi)}$$

$$= \sqrt{144 + 25 - 120}$$

Ans. 7

15. Official Ans. by NTA (1210)

Sol.



V_x = 36 km/hr = 10 m/s

V_y = 72 km/hr = 20 m/s

by doppler's effect

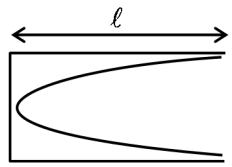
$$F' = F_0\left(\frac{V \pm V_0}{V \pm V_s}\right)$$

$$1320 = F_0\left(\frac{340+20}{340-10}\right) \Rightarrow F_0 = 1210\ Hz$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Wave Motion

16. Official Ans. by NTA (34)

Sol.



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

$$f = \frac{V}{\lambda}=\frac{V}{4\ell}$$

$$\Rightarrow 250 = \frac{340}{4\ell}$$

$$\Rightarrow \ \ell = \frac{34}{4\times 25} = 0.34m$$

$$\ell = 34cm$$

17. Official Ans. by NTA (10)

Sol. $\mu = 9.0\times10^{-4}\,\frac{kg}{m}$

T = 900 N

$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}} = \sqrt{\frac{900}{9\times10^{-4}}} = 1000 m/s$$

f_1 = 500 Hz

f = 550

$$\frac{nV}{2\ell} = 500 \ \ldots. (i)$$

$$\frac{(n+1)V}{2\ell} = 500 \ \ldots (ii)$$

(ii) (i) $\frac{V}{2\ell} = 50$

$$\ell = \frac{1000}{2\times 50} = 10$$

node06\B0BA-BB\Kota\JEE MAIN\Jee Main-2021_Subject Topic PDF With Solution\Physics\English\ Wave Motion