



Exercise-1

चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

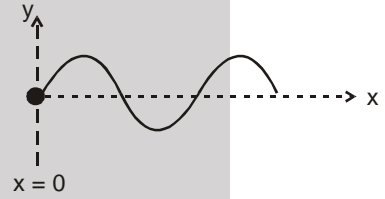
भाग - I : विषयात्मक प्रश्न (SUBJECTIVE QUESTIONS)

खण्ड (A) : प्रगामी तरंग का समीकरण (ज्या तरंगों को शामिल करते हुए)

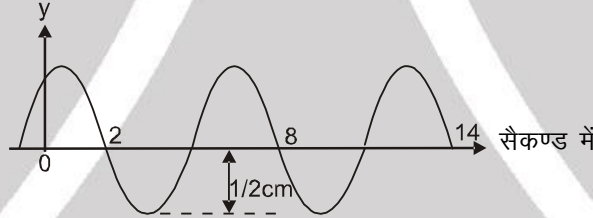
A-1. माना एक तरंग का समीकरण $y = (10 \text{ mm}) \sin [(5\pi \text{ cm}^{-1}) x - (60\pi \text{ s}^{-1}) t + \frac{\pi}{4}]$ है तो ज्ञात करो (a) तरंग का आयाम (b) तरंग संख्या (c) तरंगदैर्घ्य (d) तरंग की आवृत्ति (e) आवर्तकाल (f) तरंग का वेग (g) $x = 0$ पर स्थित कण के SHM का कला नियतांक।

A-2. एक ही दिशा में गतिमान दो समान तरंगों में $\pi/2$ rad का कलान्तर है। दोनों जुड़ने वाली तरंगों के उभयनिष्ठ आयाम y_m के पदों में परिणामी तरंग का आयाम क्या है?

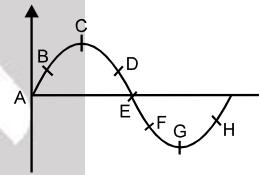
A-3. दिखाई गई रस्सी में उत्पन्न तरंग की आवृत्ति 5.00 Hz है। तरंग की चाल 20.0 m/s और गति का आयाम 12.0 cm है। तरंग इस प्रकार की है कि $x = 0$ और $t = 0$ पर $y = 0$ है। ज्ञात करो। (a) कोणीय आवृत्ति। (b) इस तरंग के लिए तरंग संख्या। (c) तरंग फलन के लिए आवश्यक व्यंजक लिखो। (d) अधिकतम अनुप्रस्थ चाल। (e) रस्सी पर किसी बिन्दु का अधिकतम अनुप्रस्थ त्वरण।



A-4. चित्र में ज्या तरंग के लिए $x = 8 \text{ m}$ पर विस्थापन-समय वक्र दिखाया गया है। तरंग का वेग $v = 6 \text{ m/s}$ धनात्मक x -अक्ष की दिशा में मानते हुए तरंग की समीकरण लिखो।



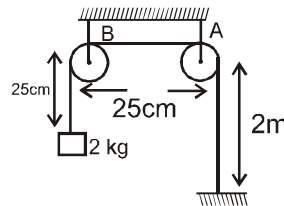
A-5. एक अनुप्रस्थ तरंग रस्सी के अनुदिश बायीं से दायीं तरफ संचरण कर रही है। चित्र में किसी क्षण रस्सी की आकृति दर्शायी गयी है। इस क्षण पर (a) कौनसे कणों का वेग ऊपर की तरफ है। (b) कौनसे कणों का वेग नीचे की तरफ है। (c) कौनसे कणों का वेग शून्य है। (d) किन कणों के वेग का मान अधिकतम है।



खण्ड (B) : रस्सी पर तरंग की चाल

B-1. एक पियानों की रस्सी जिसके लिए प्रति एकांक लम्बाई का द्रव्यमान $5.00 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$ है, में तनाव 1350 N है। इस रस्सी पर चलने वाली तरंग की चाल बताओ।

B-2. चित्र में दर्शायी गयी व्यवस्था में, डोरी का द्रव्यमान 5g है। डोरी में फर्श के समीप उत्पन्न अनुप्रस्थ विक्रोभ को धरनी A तक पहुँचने में कितना समय लगेगा ? $g = 10 \text{ m/s}^2$ मानिए।





- B-3.** 20 m लम्बी तथा 8 kg द्रव्यमान की एकसमान रस्सी के एक सिरे को किसी दृढ़ आधार से ऊर्ध्वाधर तथा इसके मुक्त सिरे को 2 kg द्रव्यमान से जोड़ा जाता है। रस्सी के निचले सिरे पर 0.06 m तरंगदैर्घ्य की अनुप्रस्थ स्पन्द उत्पन्न की जाती है। स्पन्द की तरंगदैर्घ्य क्या होगी जब यह रस्सी के उच्चतम बिन्दु पर पहुँचती है?
- B-4.** एक तनी हुई डोरी का कण, जिसमें एक तरंग गमन कर रही है, माध्य स्थिति से माध्य स्थिति तक गति करने में न्यूनतम समय 5.0 मिली सेकण्ड समय लेता है। माध्य स्थितियों पर स्थित दो क्रमागत कणों के मध्य की दूरी 2.0 सेमी है। आवृत्ति, तरंगदैर्घ्य तथा तरंग की चाल ज्ञात कीजिये।
- B-5.** भिन्न-भिन्न घनत्व किन्तु समान अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाले दो तार एक सिरे पर वेल्डिंग कर जोड़े गये हैं तथा T तनाव से ताने गये हैं। प्रथम तार में एक अनुप्रस्थ तरंग का वेग, दूसरे तार के वेग का आधा है। दोनों तारों के घनत्व का अनुपात ज्ञात करो।
- B-6.** एक लिफ्ट की छत से $1.6 \times 10^{-3} \text{ kg/m}$ रैखिक द्रव्यमान घनत्व वाली डोरी की सहायता से एक 4 किग्रा द्रव्यमान का गुटका लटकाया गया है। (a) यदि लिफ्ट 6 मी./से.² की दर से ऊपर की ओर त्वरित हो रही हो तो डोरी में एक तरंग स्पंद के गमन की चाल(डोरी के सापेक्ष) ज्ञात कीजिये। (b) भाग (a) में किसी क्षण पर लिफ्ट की चाल 40 m/s ऊपर की ओर है तो उसी क्षण पर धरातल के सापेक्ष तरंग स्पन्द की चाल होगी। ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

खण्ड (C) : रस्सी के अनुदिश संचरित शक्ति

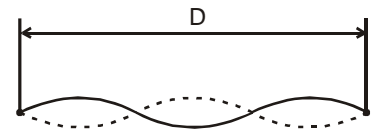
- C-1.** एक बहुत लम्बी रस्सी के 6.00 m भाग का द्रव्यमान 180 g है। एक अति उच्च चाल वाला फोटोग्राफ यह प्रदर्शित करता है कि इस भाग में तरंग के चार पूर्ण चक्र हैं। रस्सी ज्या रूप में 50.0 Hz आवृत्ति के साथ कम्पन करती है और श्रृंग से गर्त का विस्थापन 15.0 cm है। (सबसे अधिक धनात्मक विस्थापन तथा सबसे अधिक ऋणात्मक विस्थापन के बीच ऊर्ध्वाधर दूरी को श्रृंग से गर्त का विस्थापन कहते हैं।) (a) धनात्मक x अक्ष की दिशा में चलती हुई इस तरंग को प्रदर्शित करने वाला फलन लिखो। (b) रस्सी को दी गई औसत शक्ति ज्ञात करो।
- C-2.** 100 न्यूटन तनाव से तने हुए तार में 5 mm आयाम तथा 10 हर्टज आवृत्ति की अनुप्रस्थ तरंग उत्पन्न की जाती है। यदि तरंग की चाल 100 मी/से है, तो स्रोत द्वारा तार को औसत कितनी शक्ति स्थानांतरित की जा रही है। ($\pi^2 = 10$)

खण्ड (D) : व्यतिकरण, परावर्तन संचरण

- D-1.** धनात्मक x-दिशा में गति कर रही समतल तरंग का समीकरण $y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x)$ है। जब यह तरंग दृढ़ आधार से परावर्तित होती है तो आयाम 80% हो जाता है तब इस परावर्तित तरंग का समीकरण होगा।
- D-2.** श्रेणीबद्ध स्पंद प्रत्येक का आयाम 0.150 m, को एक सिरे से किसी दीवार से बंधी रस्सी पर भेजा जाता है। स्पंद आयाम में बिना किसी हानि के दीवार से परावर्तित होकर रस्सी के अनुदिश लौटते हैं। जब दोनों तरंगे रस्सी पर रहती हैं तो किसी बिन्दु पर कुल विस्थापन दोनों तरंगों के अलग-अलग विस्थापनों के योग के बराबर होता है। उस बिन्दु पर कुल विस्थापन क्या होगा जहाँ से दो स्पंद साथ-साथ गुजरते हैं। (a) यदि रस्सी दीवार से दृढ़ता से बंधी है ? (b) यदि बँधा हुआ सिरा ऊपर नीचे गति कर सकने के लिए स्वतन्त्र है ?
- D-3.** एक डोरी में एक ही दिशा में दो तरंगे गमन कर रही हैं, प्रत्येक की आवृत्ति 100 हर्टज तथा तरंगदैर्घ्य 2 सेमी है। तरंगों के मध्य कलांतर कितना होगा। (a) यदि द्वितीय तरंग प्रथम तरंग के 10 m sec पश्चात उसी स्थान पर उत्पन्न की गई है। (b) यदि दोनों तरंगे एक ही क्षण पर उत्पन्न की गयी किन्तु प्रथम दूसरी से 1 सेमी पीछे उत्पन्न की गयी ? (c) यदि प्रत्येक तरंग का आयाम 2.0 मिमी है, तो भाग (a) तथा (b) में परिणामी तरंगों के आयाम कितने होंगे?

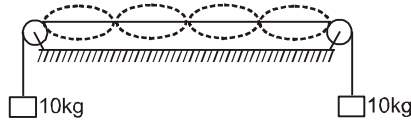
खण्ड (E) : अप्रगामी तरंगे और अनुनाद

- E-1.** दोनों सिरों से बंधी हुई 10m लम्बी तथा 100 ग्राम द्रव्यमान वाली रस्सी जिसमें तनाव 25 N है, में उत्पन्न अप्रगामी तरंग की (a) निम्नतम आवृत्ति, (b) द्वितीय निम्नतम आवृत्ति तथा (c) तृतीय निम्नतम आवृत्ति ज्ञात करो?
- E-2.** गिटार की नायलोन रस्सी का रेखीय द्रव्यमान घनत्व 7.20 g/m है तथा इसमें तनाव 150 N है। जड़वत् आधार D = 90.0 cm दूरी पर है। रस्सी चित्र में दिखाये अनुसार अप्रगामी तरंग के रूप में कम्पन कर रही है। गणना करो। (a) चाल (b) तरंगदैर्घ्य तथा (c) उन प्रगामी तरंगों की आवृत्ति जिनके अध्यारोपण से यह अप्रगामी तरंग प्राप्त होती है।





- E-3.** चित्र में प्रदर्शित घिरनियों के मध्य तार की लम्बाई 1.5 मी तथा इसका द्रव्यमान 15 ग्राम है। दोनों घिरनियों के मध्य के तार के मध्य बिन्दु विरामावस्था में रहते हुए तार चार लूपों में कम्पन्न कर रहा है, कम्पन्न की आवृत्ति ज्ञात कीजिये।



- E-4.** एक रस्सी निम्न समीकरण के अनुसार दोलन करती है $y' = (0.50 \text{ cm}) \sin \left[\left(\frac{\pi}{3} \text{ cm}^{-1} \right) x \right] \cos [(40 \pi \text{ s}^{-1})t]$. What गणना करो (a) आयाम तथा (b) दोनों तरंगों (गति की दिशा को छोड़कर समान तरंगों) की चाल जिनके अध्यारोपण से यह दोलन उत्पन्न होता है ? (c) निस्पन्दों के बीच की दूरी ? (d) $t = \frac{9}{8} \text{ s}$ तथा $x = 1.5 \text{ cm}$ स्थिति पर रस्सी के कण की अनुप्रस्थ चाल।

- E-5.** एक रस्सी 4 लूपों में 400 Hz आवृत्ति से कम्पित है।

(a) इसकी मूल आवृत्ति क्या है ?

(b) 7 लूपों में कम्पित होने के लिए इसकी आवृत्ति ज्ञात करो।

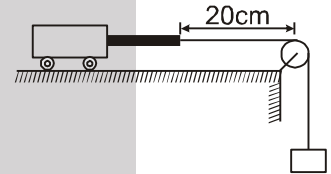
- E-6.** 60 cm लम्बी रस्सी का कम्पन निम्न समीकरण से व्यक्त किया जाता है। $y = 3 \cos (\pi x/20) \cos (72\pi t)$ जहाँ x तथा y सेमी तथा t सैकण्ड में है।

(i) घटक तरंग लिखिये जिनके अध्यारोपण से उपरोक्त तरंग प्राप्त होती है।

(ii) रस्सी के अनुदिश निस्पन्द और प्रस्पन्द की स्थितियां बताओ।

(iii) $x = 5 \text{ cm}$ पर स्थित रस्सी के कण का $t = 0.25 \text{ sec}$ पर वेग क्या है।

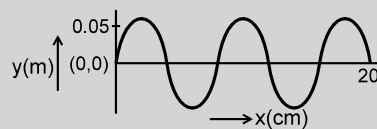
- E-7.** एक भारी डोरी का एक सिरा एक भारी एवं गति करने में सक्षम आधार से बांधा गया है तथा इसका दूसरा सिरा चित्रानुसार एक हल्के धागे से ब्लॉक से बांधा गया है। हल्का धागा एक स्थिर घिरनी से होकर गुजर रहा है जिससे तनाव उत्पन्न होता है। न्यूनतम आवृत्ति जिससे भारी डोरी अनुनादित हो सकती है, 120 हर्ट्ज है। यदि गतिशील आधार दायी ओर 20 सेमी खींचा जाता है, जिससे संधि घिरनी पर आ जाती है, वह न्यूनतम आवृत्ति कितनी होगी, जिससे कि भारी डोरी अनुनादित हो सके?



भाग - II : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

खण्ड (A) : प्रगामी तरंग का समीकरण (ज्यातरंग को शामिल करते हुए)

- A-1.** चित्र में दिखायी गयी तरंग के लिये समी. होगा ? यदि $t = 0$ पर तरंग का वेग 350 ms^{-1} है तथा तरंग +x दिशा में संचरित है?



(A) $0.05 \sin \left(\frac{314}{4} x - 27475 t \right)$

(B) $0.05 \sin \left(\frac{379}{5} x - 27475 t \right)$

(C) $1 \sin \left(\frac{314}{4} x - 27475 t \right)$

(D) $0.05 \sin \left(\frac{289}{5} x + 27475 t \right)$

- A-2.** एक तरंग विक्षोभ जो घनात्मक x-दिशा में संचरित है, का विस्थापन निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है। $t = 0$ पर $y = 1/(1 + x^2)$ और $t = 2$ सैकण्ड पर $y = 1/[1 + (x - 1)^2]$ जहाँ x और y मीटर में है यदि तरंग विक्षोभ की आकृति संचरण के दौरान नहीं बदलती है तो तरंग का वेग होगा? [JEE - 1990]

(A) 2.5 m/s

(B) 0.25 m/s

(C) 0.5 m/s

(D) 5 m/s

- A-3.** एक अनुप्रस्थ तरंग निम्न समीकरण से दी गयी है $Y = Y_0 \sin 2\pi (ft - x/\lambda)$ तो कण का अधिकतम वेग तरंग के वेग का चार गुना होगा यदि [JEE - 1984]

(A) $\lambda = \pi Y_0/4$

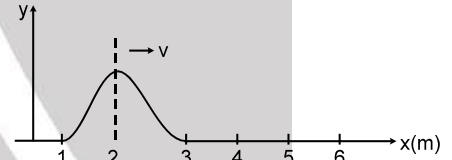
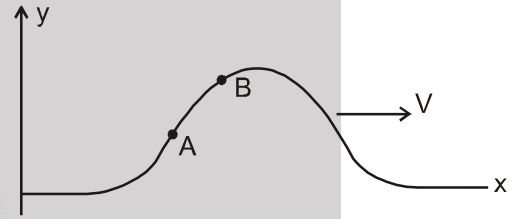
(B) $\lambda = \pi Y_0/2$

(C) $\lambda = \pi Y_0$

(D) $\lambda = 2\pi Y_0$

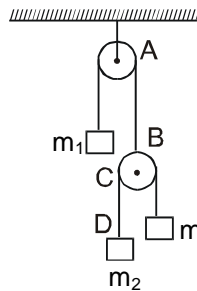


- A-4.** किसी रस्सी के अनुदिश गतिशील एक प्रगामी तरंग का समीकरण $y = A \sin [\alpha x + \beta t + \frac{\pi}{6}]$ है। यदि $\alpha = 0.56$ /cm, $\beta = 12$ /sec, $A = 7.5$ cm तो किसी कण का $x = 1$ cm और $t = 1$ s के लिये स्थिति एवं वेग होगा।
 (A) 4.6 cm, 46.5 cm s⁻¹ (B) 3.75 cm, 77.94 cm s⁻¹
 (C) 1.76 cm, 7.5 cm s⁻¹ (D) 7.5 cm, 75 cm s⁻¹
- A-5.** 0.50 मीटर आयाम, 1 मीटर तरंगदैर्घ्य तथा 2 Hz आवृत्ति की एक अनुप्रस्थ तरंग ऋणात्मक x-अक्ष के अनुदिश रस्सी पर गति कर रही है तो इस तरंग का समी. है – [REE - 1989]
 (A) $y(x, t) = 0.5 \sin (2\pi x - 4\pi t)$ (B) $y(x, t) = 0.5 \cos (2\pi x + 4\pi t)$
 (C) $y(x, t) = 0.5 \sin (\pi x - 2\pi t)$ (D) $y(x, t) = 0.5 \cos (2\pi x - 2\pi t)$
- A-6.** झील पर दो छोटी नावें 10 मीटर दूरी पर हैं। प्रत्येक नावें पानी की सतह पर तरंग गति के कारण ऊपर एवं नीचे 4.0 सेकण्ड के आवर्तकाल से गति करती हैं। जब एक नाव उच्चतम बिन्दु पर होती है, तब दूसरी नाव निम्नतम बिन्दु पर होती है। दोनों नावें हमेशा एक ही तरंग चक्र (single cycle) के अन्तर्गत रहती हैं। तरंग की चाल है।
 (A) 2.5 m/s (B) 5.0 m/s (C) 14 m/s (D) 40 m/s
- A-7.** एक रस्सी में एक तरंग स्पन्द उत्पन्न किया जाता है जो x-अक्ष के अनुदिश स्थित है। चित्र में दिखाये अनुसार बिन्दु A तथा B पर तरंग की चाल तथा कण की चाल का अनुपात क्रमशः R_A तथा R_B है तो –
 (A) $R_A > R_B$ (B) $R_B > R_A$
 (C) $R_A = R_B$ (D) निष्कर्ष के लिए सूचना अपर्याप्त है।
- A-8.** एक रस्सी में तरंग स्पन्द बिना अपनी आकृति परिवर्तित किये दायी दिशा में गति कर रहा है जैसा चित्र में प्रदर्शित है। दो कण क्रमशः $x_1 = 1.5$ मी. तथा $x_2 = 2.5$ मी. स्थितियों पर माने। चित्र में प्रदर्शित क्षण पर उनका अनुप्रस्थ वेग निम्न के अनुदिश होगा –
 (A) क्रमशः धनात्मक y-अक्ष तथा धनात्मक y-अक्ष (B) क्रमशः ऋणात्मक y-अक्ष तथा धनात्मक y-अक्ष
 (C) क्रमशः धनात्मक y-अक्ष तथा ऋणात्मक y-अक्ष (D) क्रमशः ऋणात्मक y-अक्ष तथा ऋणात्मक y-अक्ष
- A-9.** एक प्रेक्षक समुद्र तट पर खड़े होकर प्रेक्षित करता है कि एक मिनट में 54 तरंगें तट पर पहुँचती हैं। यदि तरंग की तरंगदैर्घ्य 10m हो तो तरंग का वेग होगा [REE - 1979]
 (A) 19 m/sec (B) 29 m/sec (C) 9 m/sec (D) 39 m/sec



खण्ड (B) : रस्सी पर तरंग की चाल

- B-1.** चित्र में दिखाई गई रस्सियों एक ही पदार्थ की तथा समान क्षेत्रफल पर हैं। धिरनीयों हल्की हैं। रस्सी AB में अनुप्रस्थ तरंग की चाल v_1 तथा CD में चाल v_2 है तो v_1 / v_2 होगा।



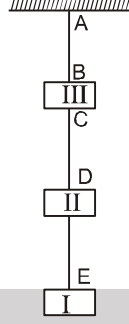
(A) 1

(B) 2

(C) $\sqrt{2}$ (D) $\frac{1}{\sqrt{2}}$

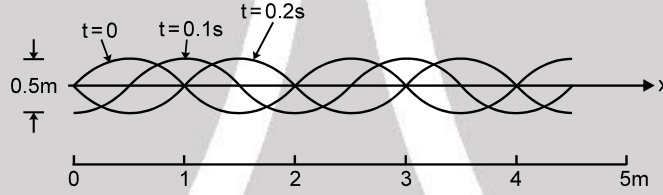


- B-2.** तीन ब्लॉक I, II, व III जिनके द्रव्यमान क्रमशः 1.6 kg, 1.6 kg व 3.2 kg है, चित्रानुसार जुड़े हुये है। तार AB, CD तथा DE का रेखिक द्रव्यमान घनत्व क्रमशः 10 ग्राम/मी., 8 ग्राम/मी. तथा 10 ग्राम/मीटर है। AB, CD तथा DE में उत्पन्न अनुप्रस्थ तरंग स्पंद की चाल ज्ञात कीजिये। ($g = 10 \text{ m/sec}^2$)



- (A) 80 m/s , $20\sqrt{10} \text{ m/s}$, 40 m/s (B) $20\sqrt{10} \text{ m/s}$, 40 m/s , 80 m/s
 (C) $20\sqrt{10} \text{ m/s}$ सभी में (D) 80 m/s सभी में

- B-3.** रस्सी पर चलती हुई तीन क्रमागत तरंगों का फोटोग्राफ चित्र में दर्शाया गया है तथा निम्न प्रेक्षण लिये गये है। सही परीक्षण को चुनिये ($\mu = 3 \text{ g/cm.}$)



- (A) तरंग का विस्थापन आयाम 0.25 मी., तरंगदैर्घ्य 1m, तरंग चाल 2.5 m/s तथा तरंग उत्पन्न करने वाले बल की आवृत्ति 0.2/s है
 (B) तरंग का विस्थापन आयाम 2.0 m, तरंगदैर्घ्य 2 m, तरंग चाल 0.4 m/s तथा तरंग उत्पन्न करने वाले बल की आवृत्ति 0.7/s है
 (C) तरंग का विस्थापन आयाम 0.25 m, तरंगदैर्घ्य 2 m, तरंग चाल 5 m/s तथा तरंग उत्पन्न करने वाले बल की आवृत्ति 2.5/s है
 (D) तरंग का विस्थापन आयाम 0.5 m, तरंगदैर्घ्य 2 m, तरंग चाल 2.5 m/s तथा तरंग उत्पन्न करने वाले बल की आवृत्ति 0.2/s है

- B-4.** एक मोटर कार की छत से एक हल्की डोरी की सहायता से एक भारी गेंद लटकायी गयी है। जब कार विरामावस्था में है तो एक अनुप्रस्थ स्पंद डोरी पर 50 सेमी/से चाल से तथा जब कार क्षैतिज सड़क पर त्वरित है तो 52 सेमी/से चाल से गमन करता है। कार का त्वरण ज्ञात कीजिये। ($g = 10 \text{ मी./से.}^2$)
- (A) 2.7 m/s^2 (B) 3.7 m/s^2 (C) 2.4 m/s^2 (D) 4.1 m/s^2

खण्ड (C) : रस्सी के अनुदिश संचरित शक्ति

- C-1.** एक रस्सी में नियत चाल से गति कर रही तरंग बिन्दु $x = 0$ से गुजरती है। इसका आयाम A_0 , कोणीय आवृत्ति ω_0 तथा ऊर्जा संचरण की औसत दर P_0 है। जैसे-जैसे तरंग रस्सी में नीचे की ओर गति करती है इसकी ऊर्जा में धीरे-धीरे हास होता है तथा बिन्दु $x = \ell$ पर ऊर्जा संचरण की औसत दर $\frac{P_0}{2}$ हो जाती है तो बिन्दु $x = \ell$ पर कोणीय आवृत्ति तथा आयाम क्रमशः होंगे –

- (A) ω_0 तथा $A_0/\sqrt{2}$ (B) $\omega_0/\sqrt{2}$ तथा A_0 (C) ω_0 व A_0 से कम (D) $\omega_0/\sqrt{2}$ तथा $A_0/\sqrt{2}$

- C-2.** ज्या वक्रिय तरंग जिसका आयाम y_m तथा चाल V है, एक रेखीय घनत्व ρ की रस्सी पर संचरित है तरंग की कोणीय आवृत्ति ω है। निम्न निष्कर्ष निकाले गये है। सही कथन चुनिये।
- (A) आवृत्ति को दोगुना करने पर रस्सी के अनुदिश संचरित ऊर्जा की दर दो गुनी हो जायेगी।
 (B) आयाम दो गुना करने पर रस्सी के अनुदिश संचरित ऊर्जा की दर आधी हो जायेगी।
 (C) आयाम दो गुना करने पर रस्सी के अनुदिश संचरित ऊर्जा की दर दो गुनी हो जायेगी।
 (D) ऊर्जा संचरण की दर तरंग वेग के अनुक्रमानुपाती होगी।



- C-3.** ज्यावक्रीय तरंगे जिनका आयाम 5.00 सेमी. है, को उस रस्सी के अनुदिश संचरित किया जाता है जिसका रेखीय द्रव्यमान घनत्व 4.00×10^{-2} कि.ग्रा./मी. है। अगर स्रोत से औसत 90 वाट शक्ति प्रदान की जा सकती है तथा रस्सी में तनाव 100 न्यूटन है तो वह उच्चतम आवृत्ति जिस पर स्रोत कार्य कर सके, होगी - ($\pi^2 = 10$ मानें) :
- (A) 45 हर्ट्ज (B) 50 हर्ट्ज (C) 30 हर्ट्ज (D) 62 हर्ट्ज
- C-4.** ज्यातरंग उत्पन्न करने वाली रस्सी के किसी दिये गये बिन्दु से संचरित औसत शक्ति 0.40 है जब तरंग का आयाम 2 mm है। जब आयाम बढ़कर 4 mm हो जाता है तब इस बिन्दु से संचरित औसत शक्ति क्या होगी।
- (A) 0.40 वॉट (B) 0.80 वॉट (C) 1.2 वॉट (D) 1.6 वॉट

खण्ड (D) : व्यतिकरण, परावर्तन, संचरण

- D-1.** जब दो समान आयाम एवं समान आवृत्ति की तरंगे जिसमें कलान्तर ϕ , हो, घनात्मक x दिशा में एक समान चाल से गति करते हुए, समान बिन्दु पर मिलती है तो -
- (A) उनका परिणामी आयाम किसी एक तरंग के आयाम का दो गुना होगा लेकिन आवृत्ति समान होगी।
 (B) उनका परिणामी आयाम एवं आवृत्ति किसी एक तरंग की दोगुनी होगी।
 (C) उनका परिणामी आयाम उनके मध्य कलान्तर पर निर्भर करेगा जबकि आवृत्ति समान होती है।
 (D) परिणामी आयाम एवं आवृत्ति उनके मध्य कलान्तर पर निर्भर करेगा।
- D-2.** तरंग में उर्जा संचरण की दर निर्भर करती है।
- (A) तरंग के आयाम के वर्ग एवं आवृत्ति के वर्ग के समानुपाती (B) तरंग के आयाम के वर्ग एवं आवृत्ति के वर्गमूल के समानुपाती
 (C) तरंग के आयाम के वर्ग एवं आवृत्ति के समानुपाती (D) तरंग के आयाम एवं तरंग आवृत्ति के वर्ग के समानुपाती।
- D-3.** आयाम क्रमशः A_1 व A_2 तथा समान आवृत्ति की दो तरंगे समान बिन्दु की ओर गमन कर रही है। परिणामी तरंग का आयाम है-
- (A) $A_1 + A_2$ (B) $A_1 - A_2$
 (C) $A_1 + A_2$ तथा $A_1 - A_2$ के मध्य (D) कुछ कहा नहीं जा सकता
- D-4.** एक तरंग स्पंद दो टुकड़ों से बनी हुई डोरी में गमन कर रहा है, यह संधि पर आंशिक परावर्तित तथा आंशिक पारगमित होती है। परावर्तित तरंग की आकृति, आपतित की तुलना में उल्टी (inverted) हो जाती है। यदि आपतित तरंग की चाल v है तथा पारगमित तरंग की v' , है तो -
- (A) $v' > v$ (B) $v' = v$ (C) $v' < v$
 (D) v तथा v' के सम्बन्ध के बारे में कुछ नहीं कहा जा सकता।
- D-5.** समीकरण $y_1 = y_m \sin \omega t$ और $y_2 = y_m \sin (\omega t + \phi)$ द्वारा व्यक्त की गयी दो तरंगों द्वारा मुक्त आकाश में किसी दिये बिन्दु पर प्रभाव उत्पन्न किया गया है जहां y_m दोनों तरंगों के लिये समान है तथा ϕ कलान्तर है। निम्न से असत्य कथन चुनिये।
- (A) दिये गये बिन्दु पर अधिकतम तीव्रता किसी एक तरंग की दोगुनी होगी यदि $\phi = 0$ हो।
 (B) दिये गये बिन्दु पर अधिकतम तीव्रता किसी एक तरंग की चौगुनी होगी यदि $\phi = 0$ हो।
 (C) दिये गये बिन्दु पर अधिकतम आयाम किसी एक तरंग के आयाम का दो गुना होगा जब दोनों तरंगों $\phi = 0$ मिलती है।
 (D) जब तीव्रता शून्य होगी तो कुल आयाम शून्य होगा तथा इस बिन्दु पर $\phi = \pi$ होगा।
- D-6.** प्रदर्शित चित्र एक माध्यम में गति कर रही तरंग को प्रदर्शित करता है।
- कणों का कौनसा युग्म समान कला में है -
- (A) A तथा D (B) B तथा F
 (C) C तथा E (D) B तथा G
-

खण्ड (E) : अप्रगामी तरंगे और अनुनाद

- E-1.** समीकरण $y = a \cos(kx - \omega t)$ द्वारा दर्शायी जाने वाली तरंग पर एक दूसरी तरंग का अध्यारोपण करके एक अप्रगामी तरंग इस प्रकार बनाई जाती है कि बिन्दु $x = 0$ पर निस्पंद है। इस दूसरी तरंग का समीकरण है : [JEE - 1988]
- (A) $a \sin(kx + \omega t)$ (B) $-a \cos(kx + \omega t)$ (C) $-a \cos(kx - \omega t)$ (D) $-a \sin(kx - \omega t)$



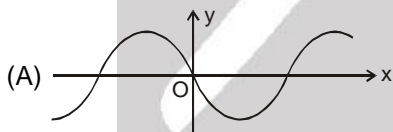
- E-2.** एक तनित सोनोमीटर का तार 350 Hz आवृत्ति पर अनुनादित है और अगली उच्च आवृत्ति 420 Hz है। इस तार की मूल आवृत्ति है
 (A) 350 Hz (B) 5 Hz (C) 70 Hz (D) 170 Hz
- E-3.** अप्रगामी तरंग तथा प्रगामी तरंग के समीकरण क्रमशः $y_1 = a \sin kx \cos \omega t$ तथा $y_2 = a \sin (\omega t - kx)$ है। बिन्दु $x_1 = \frac{\pi}{3k}$ तथा $x_2 = \frac{3\pi}{2k}$ के बीच कलान्तर ϕ_1 प्रथम तरंग के लिए और ϕ_2 द्वितीय तरंग के लिए है तो $\frac{\phi_1}{\phi_2}$ का मान होगा :
 (A) 1 (B) 5/6 (C) 3/4 (D) 6/7
- E-4.** समान लम्बाई के दो तने हुए तार A व B को स्वतंत्र रूप से अलग-अलग कंपित कराया जाता है। यदि तार A की त्रिज्या, घनत्व व तनाव तार B से दुगुना है तो A की B के सापेक्ष कम्पन की मूल आवृत्ति होगी। [REE - 1990]
 (A) 1 : 1 (B) 1 : 2 (C) 1 : 4 (D) 1 : 8
- E-5.** 4.0 ग्राम द्रव्यमान तथा 80 सेमी लम्बाई वाला स्टील का एक तार दोनों सिरों पर कसा हुआ है। तार में 50 न्यूटन तनाव है। मूल की चतुर्थ सन्नादि की तरंगदैर्घ्य ज्ञात कीजिये।
 (A) 80 cm (B) 60 cm (C) 40 cm (D) 20 cm
- E-6.** समान धातु के व समान लम्बाई के दो तार, जिनके अर्द्धव्यास क्रमशः r व $2r$ है, सिरों से सिरा मिलाकर, वेल्ड करके जोड़ दिये जाते हैं। इस युग्म को स्वरमापी के तार के रूप में प्रयोग किया जाता है और इस पर T तनाव लगाया जाता है। तारों का वैल्विंग बिन्दु, सेतुओं के ठीक बीच में है। अप्रगामी कम्पन करते समय यदि वैल्विंग बिन्दु निस्पन्द बना रहा हो, तो दोनों तारों में बने लूपों की संख्या का अनुपात होगा ? [JEE - 1985]
 (A) 1 : 2 (B) 2 : 3 (C) 3 : 4 (D) 4 : 5
- E-7.** अप्रगामी तरंग $y = a \sin \omega t \cos kx$, में प्रगामी तरंग के घटक का आयाम होगा –
 (A) $\frac{a}{2}$ (B) a (C) $2a$ (D) इनमें से कोई नहीं

भाग - III : कॉलम को सुमेलित कीजिए (MATCH THE COLUMN)

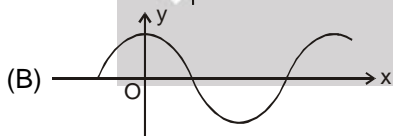
- 1.** चार ज्यावक्रीय तरंगों के लिए जो धनात्मक x के अनुदिश एक डोरी पर गतिमान है, विस्थापन दूरी वक्र (y-x वक्र) $t = 0$ पर दिखाये गये हैं। ज्या तरंगों के लिए समय t और दूरी x के फलन के रूप में y का व्यंजक दायें स्तम्भ में दिये गये हैं। समीकरण में सभी पदों का सामान्य अर्थ है। $y-x$ वक्र को संगत समीकरणों के साथ सुमेलित करो।

स्तम्भ-I

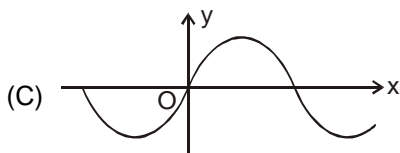
स्तम्भ-II



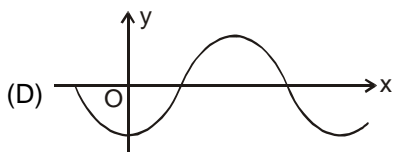
(p) $y = A \cos (\omega t - kx)$



(q) $y = -A \cos (kx - \omega t)$



(r) $y = A \sin (\omega t - kx)$



(s) $y = A \sin (kx - \omega t)$

(t) $y = A \cos (kx - \omega t)$



2. ✎ डोरी में तरंग के प्रकरण के लिए स्तम्भ-I में दिये गये कथनों को स्तम्भ-II से सुमेलित करिये।

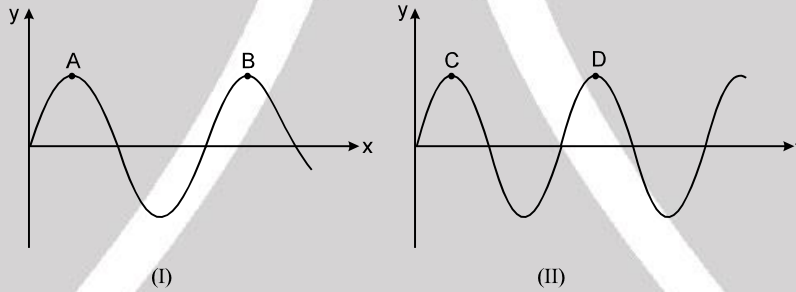
- | स्तम्भ-I | स्तम्भ-II |
|--|---|
| (A) एक तनी हुई रस्सी दोनों सिरो पर जड़वत है तथा इसमें एक अप्रगामी तरंग बनी हुई है। | (p) विषम संनादी में मध्य पर (at the middle) प्रस्पन्द बनेगा। |
| (B) एक तनी हुई रस्सी एक सिरे से जड़वत है व दूसरे सिरे पर मुक्त है। | (q) सम संनादी में मध्य पर निस्पन्द बनता है। |
| (C) एक तनी हुई रस्सी दोनों सिरो पर जड़वत है और चार लूपों में कम्पन कर रही है | (r) कम्पन की आवृत्ति इसकी मूल आवृत्ति से 300% अधिक होगी |
| (D) एक तनी हुई रस्सी एक सिरे पर जड़वत है और दूसरे सिरे पर मुक्त है तथा यह दूसरे अधिस्वरक में कम्पन कर रही है | (s) किन्ही दो कर्णों के SHM(सरल आवर्त गति) में कलान्तर π या शून्य होगा। |
| | (t) कम्पन की आवृत्ति, मूल आवृत्ति से 400% अधिक होगी। |

Exercise-2

✎ चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

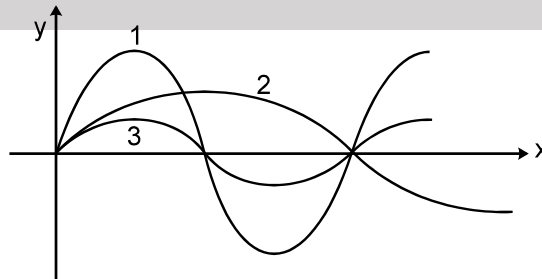
भाग - I : केवल एक सही विकल्प प्रकार (ONLY ONE OPTION CORRECT TYPE)

1. ✎ दो लेखाचित्रों I तथा II में समान प्रगामी तरंगे प्रदर्शित की गई हैं। किसी दिये गए समय पर ग्राफ I में विस्थापन 'y' जो कि दुरी 'x' के साथ परिवर्तित है, दिखाया गया है। लेखाचित्र II में तरंग पर स्थित किसी बिन्दु के लिए y का समय t के साथ परिवर्तन दिखाया गया है। मापन AB तथा CD का अनुपात जो कि वक्र पर चिन्हित है, प्रदर्शित करता है



- | | |
|-------------------|----------------------------|
| (A) तरंग संख्या k | (B) तरंग चाल V |
| (C) आवृत्ति ν | (D) कोणीय आवृत्ति ω |

2. एक रस्सी जो कि x-अक्ष के अनुदिश किसी निश्चित तनाव के अन्तर्गत खिंची हुई है, में अलग-अलग रूप से तीन तरंगें भेजी जाती हैं जिन्हे ग्राफ में दर्शाया गया है। अगर ω_1 , ω_2 तथा ω_3 क्रमशः उनकी कोणीय आवृत्ति हैं तो-



- | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| (A) $\omega_1 = \omega_3 > \omega_2$ | (B) $\omega_1 > \omega_2 > \omega_3$ | (C) $\omega_2 > \omega_1 = \omega_3$ | (D) $\omega_1 = \omega_2 = \omega_3$ |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|

3. ✎ 0.200 किग्रा./मी. रैखिक द्रव्यमान घनत्व की रस्सी पर एक अनुप्रस्थ आवर्ती तरंग निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त की जाती है $y = 0.05 \sin(420t - 21.0x)$ जहाँ x तथा y मी. में तथा t सेकण्ड में है। रस्सी में तनाव 'T' बराबर है -

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (A) 32 N | (B) 42 N | (C) 66 N | (D) 80 N |
|----------|----------|----------|----------|



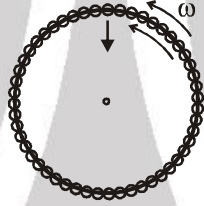
4. एक भारी तथा एक समान L लम्बाई की डोरी के एक सिरे को छत से बाँधा जाता है। एक कण को छत से उस क्षण छोड़ा जाता है जब डोरी के निम्नतम सिरे को झटका दिया जाता है। कण स्पन्द से कहाँ मिलेगा।

- (A) निम्नतम बिन्दु से $\frac{2L}{3}$ दूरी पर। (B) निम्नतम बिन्दु से $\frac{L}{3}$ दूरी पर।
(C) निम्नतम बिन्दु से $\frac{3L}{4}$ दूरी पर। (D) इनमें से कोई नहीं

5. एक वस्तु जिसका विशिष्ट गुरुत्व ρ है, को पतले स्टील के तार से लटकाते हैं। तार में अनुप्रस्थ अप्रगामी तरंगों की मूल आवृत्ति 300 Hz है। अब वस्तु का आधा आयतन पानी में डुबोते हैं। नयी मूल आवृत्ति Hz में है [JEE - 1995]

- (A) $300 \left(\frac{2\rho-1}{2\rho} \right)^{1/2}$ (B) $300 \left(\frac{2\rho}{2\rho-1} \right)^{1/2}$ (C) $300 \left(\frac{2\rho}{2\rho-1} \right)$ (D) $300 \left(\frac{2\rho-1}{2\rho} \right)$

6. (a) L लम्बाई की रस्सी का एक वृत्तीय लूप एकसमान कोणीय वेग ω से क्षैतिज चिकने प्लेटफॉर्म पर केन्द्र से गुजरती अक्ष के परितः घूम रही है। एक हल्के त्रिज्यीय विस्थापन से उत्पन्न स्पन्द का वेग (रस्सी के सापेक्ष) होगा?



- (A) ωL (B) $\frac{\omega L}{2\pi}$ (C) $\frac{\omega L}{\pi}$ (D) $\frac{\omega L}{4\pi^2}$

- (b) उपरोक्त प्रश्न में यदि स्पन्द की गति व लूप के घूर्णन की दिशा समान है तो जमीन के सापेक्ष स्पन्द का वेग होगा—

- (A) ωL (B) $\frac{\omega L}{2\pi}$ (C) $\frac{\omega L}{\pi}$ (D) $\frac{\omega L}{4\pi^2}$

- (c) उपरोक्त प्रश्न में यदि दोनों विपरीत दिशा में हो तो जमीन के सापेक्ष स्पन्द का वेग होगा—

- (A) ωL (B) $\frac{\omega L}{2\pi}$ (C) $\frac{\omega L}{\pi}$ (D) 0

7. x तथा t के परिमित धनात्मक मानों के लिए निम्न में से कौनसा प्रगामी तरंग समीकरण को प्रदर्शित करता है—

- (A) $y = x^2 - t^2$ (B) $y = \cos x^2 \sin t$
(C) $y = \log(x^2 - t^2) - \log(x - t)$ (D) $y = e^{2x} \sin t$

8. एक 75 सेमी. की रस्सी दोनों सिरों पर बंधी हुई है तथा 384 Hz व 288 Hz की अनुनाद आवृत्ति इस प्रकार उत्पन्न करती हैं कि इन दोनों आवृत्तियों के मध्य अन्य कोई अनुनादी आवृत्ति नहीं है तो रस्सी में तरंग की चाल होगी।

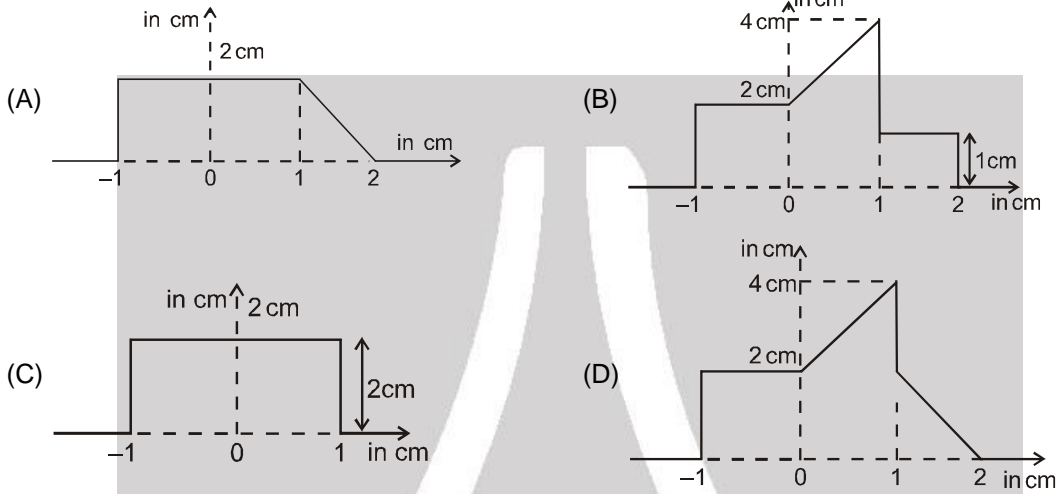
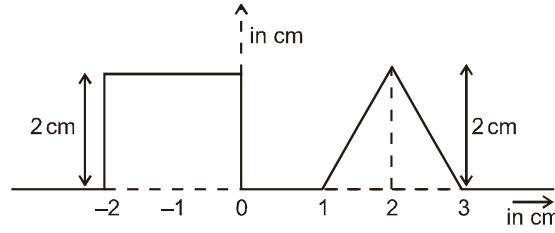
- (A) 144 मी./से. (B) 216 मी./से. (C) 108 मी./से. (D) 72 मी./से.

9. दो तरंग स्पंद एक रस्सी पर विपरीत दिशाओं में गतिमान हैं तथा एक दूसरे की तरफ आ रही हैं। एक स्पंद का आकार दूसरे के सापेक्ष समान है।

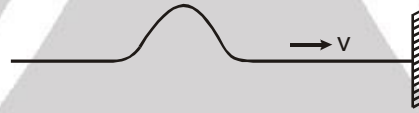
- (A) स्पंद एक दूसरे से टकरायेंगे तथा इस टक्कर के बाद खत्म हो जायेंगे।
(B) स्पंद एक दूसरे से परावर्तित होंगे अर्थात् दायीं तरफ जाने वाला स्पंद अन्त में बायीं तरफ जायेगा तथा इसी प्रकार बायीं तरफ वाला दायीं तरफ।
(C) स्पंद एक दूसरे से गुजर जायेंगे लेकिन उनकी आकृति बदलेगी।
(D) स्पंद एक दूसरे से गुजर जायेंगे लेकिन उनकी आकृति नहीं बदलेगी।



10. समय $t = 0$ सेकण्ड पर चित्र पर एक आयताकार तथा त्रिभुजाकार तरंगे (pulse) एक समरूप तार पर एक दूसरे की ओर आ रही है। तरंग की चाल 0.5 cm/s है। $t = 2$ सेकण्ड पर परिणामी तरंग होगी।



11. जब एक तरंग स्पन्द (pulse) रस्सी के अनुदिश गमन कर रही है तथा यह दृढ़ दीवार से परावर्तित हो रही है। रस्सी दीवार से चित्रानुसार बंधी है। इस स्थिति के लिए दो कथन दिए गए हैं।



1) परावर्तित स्पन्द का विन्यास आपतित स्पन्द के समान होता है तथा उसका कला में परिवर्तन π रेडियन होता है।

(2) परावर्तन के दौरान दीवार रस्सी पर ऊपर की दिशा में बल लगाती है।

इन दिये गये कथनों में सत्य है।

- (A) केवल (1) सत्य है (B) केवल (2) सत्य है (C) दोनों सत्य है (D) दोनों गलत है

12. एक तरंग हल्की डोरी पर संचरित होती है। तरंग की समीकरण $Y = A \sin(kx - \omega t + 30^\circ)$ है। डोरी के एक सिरे ($x = 0$ पर) पर जुड़ी एक भारी डोरी से यह तरंग परावर्तित होती है। यदि आपतित ऊर्जा का 64% परावर्तित हो जाता है तो परावर्तित तरंग की समीकरण है—

(A) $Y = 0.8 A \sin(kx - \omega t + 30^\circ + 180^\circ)$

(B) $Y = 0.8 A \sin(kx + \omega t + 30^\circ + 180^\circ)$

(C) $Y = 0.8 A \sin(kx + \omega t - 30^\circ)$

(D) $Y = 0.8 A \sin(kx + \omega t + 30^\circ)$

13. दोनो सिरों पर जुड़ी स्थिर रस्सी में किसी अप्रगामी तरंग का तरंग फलन $y(x,t) = 0.5 \sin(0.025\pi x) \cos 500 t$ है जहाँ x तथा y सेन्टीमीटर में तथा t सेकण्ड में है। रस्सी की संभावित न्यूनतम या लघुतम लम्बाई होगी—

(A) 126 सेमी.

(B) 160 सेमी.

(C) 40 सेमी.

(D) 80 सेमी.

14. अप्रगामी तरंग की समीकरण को $y = 2A \sin \omega t \cos kx$ द्वारा प्रदर्शित करते हैं। समीकरण में राशि ω/k प्रदर्शित करता है—

(A) रस्सी के कणों की अनुप्रस्थ चाल को

(B) तरंग घटक की चाल को

(C) अप्रगामी तरंग की चाल को

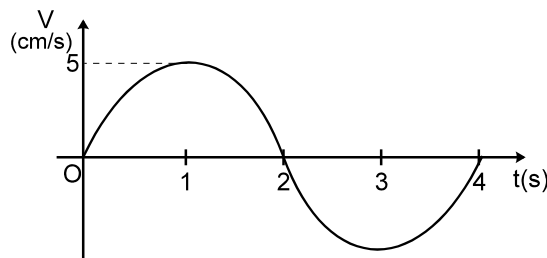
(D) एक राशि जो कि रस्सी के गुणों या उसकी प्रकृति से स्वतन्त्र है।



15. एक सोनोमीटर तार को सेतुओं की मदद से बहुत सारे भागों में विभाजित किया जाता है। यदि इन भागों की मूल प्राकृतिक आवृत्तियाँ क्रमशः n_1, n_2, n_3, \dots हैं तो पूरे सोनोमीटर तार की मूल आवृत्ति क्या होगी (यदि तार को विभाजित नहीं किया जाता है)–
 (A) $n = n_1 + n_2 + n_3 + \dots$ (B) $n = \sqrt{n_1 \times n_2 \times n_3 \times \dots}$ (C) $\frac{1}{n} = \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \frac{1}{n_3} + \dots$ (D) इनमें से कोई नहीं
16. दोनों सिरों पर बंधी लम्बाई L की रस्सी प्रथम अधिस्वरक में कम्पन कर रही है। एक सिर से स्थितियों $l_1 = 0.2 L$ तथा $l_2 = 0.45 L$ पर रस्सी के अल्प तथा समान लम्बाई के दो भाग लें। यदि उनकी महत्तम गतिज ऊर्जाएँ क्रमशः K_1 तथा K_2 लें तो–
 (A) $K_1 = K_2$ (B) $K_1 > K_2$ (C) $K_1 < K_2$
 (D) संबंध स्थापित करना संभव नहीं है।
17. स्वरमापी के तार से एक पत्थर हवा में लटकाया गया है। स्वरमापी के सेतु 40 cm दूरी पर है जब तार 256 Hz आवृत्ति के स्वरित्र के साथ स्वरमेल में है। जब पत्थर को पानी में पूरी तरह डुबोया जाता है तो पुनः समान स्वरित्र से स्वरमेल (समान विधा में) कराने के लिए सेतुओं के बीच की दूरी 22 cm होती है। पत्थर के पदार्थ का विशिष्ट गुरुत्व होगा।
 (A) $\frac{(40)^2}{(40)^2 + (22)^2}$ (B) $\frac{(40)^2}{(40)^2 - (22)^2}$ (C) $256 \times \frac{22}{40}$ (D) $256 \times \frac{40}{22}$
18. 9 gm/cm^3 घनत्व का एक तार 1.00 m दूर स्थित दो दृढ़ आधारों पर तनित है जो 0.05 cm का विस्तार देते हैं तो तार में अनुप्रस्थ कम्पन की न्यूनतम आवृत्ति क्या होगी (माना $Y = 9 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$) [JEE - 1975]
 (A) 35 Hz (B) 45 Hz (C) 75 Hz (D) 90 Hz
19. एक 20 सेमी. लम्बी रबर की रस्सी, जो दोनों सिरों से जड़वत है, हुक के नियम का पालन करती है। प्रारम्भ में जब इसको खींचकर इसकी कुल लम्बाई को 24 सेमी. कर दिया जाता है तो अनुनाद की न्यूनतम आवृत्ति ν_0 है। अगर इसे पुनः खींचकर इसकी लम्बाई 26 सेमी. कर दी जाए तो अब अनुनाद की न्यूनतम आवृत्ति होगी –
 (A) ν_0 के समान (B) ν_0 से अधिक
 (C) ν_0 से कम (D) इनमें से कोई नहीं
20. समान पदार्थ के बने हुए दो तार एक पतला तथा दूसरा मोटा को जोड़कर एक संयुक्त तार बनाया जाता है। संयुक्त तार में कुछ तनाव उत्पन्न किया जाता है। तार के अनुदिश संचरित एक तरंग सन्धि बिन्दु से गुजरती है। वह गुण जो सन्धि बिन्दु पर परिवर्तित होगा, होगा
 (A) केवल आवृत्ति (B) केवल संचरण की चाल
 (C) केवल तरंगदैर्घ्य (D) संचरण की चाल तथा तरंगदैर्घ्य
21. बेलनाकार वस्तु से भारित एक डोरी में अप्रगामी तरंग उत्पन्न की जाती है। यदि बेलन पानी में डुबोया जाता है, तब लूपों की लम्बाई 2.2 गुणक से परिवर्तित होती है। बेलन के पदार्थ का विशिष्ट गुरुत्व होगा। [Olympiad 2014, Stage-I]
 (A) 1.11 (B) 2.15 (C) 2.50 (D) 1.26

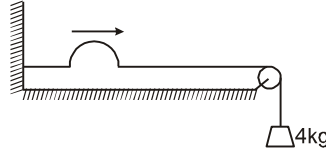
भाग - II : एकल एवं द्वि-पूर्णांक मान प्रकार (SINGLE AND DOUBLE VALUE INTEGER TYPE)

1. एक अनुप्रस्थ ज्यावक्रीय तरंग जिसकी तरंगदैर्घ्य 20 सेमी. है, धनात्मक x दिशा में गति कर रही है। $x = 0$ पर स्थित कण का अनुप्रस्थ वेग समय के फलन के रूप में प्रदर्शित है। गति का आयाम $\frac{x}{\pi}$ (cm में) है तो x का मान ज्ञात करो–



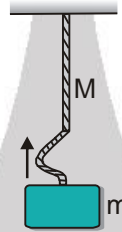


2. चित्र में दर्शायी रस्सी का प्रति एकांक लम्बाई का द्रव्यमान 1.0 g/cm है जिसमें एक तरंग स्पन्द गति कर रहा है। तरंग स्पन्द द्वारा रस्सी पर 60 cm दूरी तय करने में लिया गया समय (मिली सैकण्ड में) क्या होगा। $g = 10 \text{ m/s}^2$ लीजिए।



3. $9.8 \times 10^{-3} \text{ kg}$ प्रति मीटर द्रव्यमान वाला तार, 30° के कोण पर झुके घर्षण रहित नततल के ऊपरी सिरे पर स्थिर घर्षण रहित घिरनी से गुजरता है। तार के दोनों सिरों पर M_1 व M_2 द्रव्यमान बंधे हैं। द्रव्यमान M_1 तल पर विराम पर है तथा M_2 मुक्त रूप से ऊर्ध्वाधर लटक रहा है। पूरा निकाय संतुलन में है। अब एक अनुप्रस्थ तरंग 100 m/sec के वेग से तार के अनुदिश गतिमान होती है। M_1 व M_2 का अनुपात ज्ञात करो। [REE - 1993, 4]

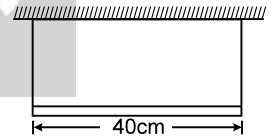
4. एक समान रस्सी जिसकी लम्बाई ℓ और द्रव्यमान M है, को किसी दृढ़ आधार से लटकाया गया है तथा रस्सी के अन्तिम सिरे पर एक m ($m = M$) द्रव्यमान का पिण्ड लटकाया जाता है। रस्सी के अंतिम सिरे पर एक अनुप्रस्थ स्पन्द जिसका तरंगदैर्घ्य λ है, उत्पन्न किया जाता है। जब स्पन्द रस्सी के उपरी सिरे पर पहुंचता है तो स्पन्द का तरंगदैर्घ्य $a\lambda$ है तो a^2 का मान ज्ञात करो।



5. एक असमान रस्सी (द्रव्यमान M , लम्बाई L) का रेखीय द्रव्यमान घनत्व परिवर्तनशील है तथा $\mu = kx$, से व्यक्त किया जाता है जहाँ x रस्सी के एक सिरे से दूरी है तथा k एक स्थिरांक है। यदि उत्पन्न स्पंद को तार के एक सिरे से दूसरे सिरे तक जाने में लगा समय $t = \sqrt{(pML/9F)}$ द्वारा दिया जाता है। जहाँ F (नियत) रस्सी में तनाव है तो p का मान ज्ञात करो।

6. एक व्यक्ति अपने हाथों को ऊपर नीचे गति कराकर रस्सी में एक सममित स्पंद उत्पन्न करता है। $t = 0$ पर उसके हाथों में बिन्दु नीचे की ओर गति करता है। रस्सी पर स्पंद 3 m/s की चाल से गति करता है तथा उसका हाथ प्रत्येक सेकण्ड में माध्य स्थिति से 6 बार गुजरता है तब रस्सी पर $3m$ दूरी पर स्थित बिन्दु t समय पर इसकी ऊपरी सीमान्त स्थिति पर पहुंचता है। यदि $t = n/12$ तो n का मान ज्ञात करें।

7. 40 cm लम्बी तथा 1.2 kg द्रव्यमान वाली एक समरूप छड़ चित्रानुसार दो एक समान तारों के सहारे लटकाई गई है। छड़ पर एक 4.8 kg द्रव्यमान बाँये सिरे से कहाँ पर (सेमी में) रखा जाये कि एक ही स्वरित्र द्विभुज बायें तार को मूल विधा में तथा दांये तार को प्रथम अधिस्वरक में कम्पित कर सके। $g = 10 \text{ m/s}^2$ लीजिए।



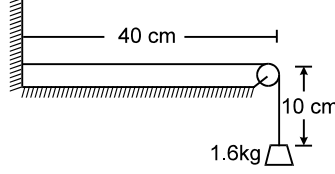
8. एक ' ℓ ' लम्बाई की रस्सी दोनों सिरों से बंधी हुई है। यह इसके तीसरे अधिस्वरक में अधिकतम आयाम ' a ' के साथ कम्पन कर रही है। इसके एक सिरे से $\frac{\ell}{3}$ दूरी पर आयाम $\sqrt{p} \frac{a}{2}$ है तो p का मान ज्ञात कीजिए।

9. एक 120 cm लम्बे तार में अप्रगामी तरंग उत्पन्न होती है जो दोनों तरफ से बंधा है तथा 15 सेमी. दूरी पर स्थित क्रमागत बिन्दुओं का विस्थापन आयाम 3.5 mm (जो कि अधिकतम नहीं) है। अधिकतम विस्थापन आयाम $3.5 \times 1/2 \text{ mm}$ में हो, तो x का मान ज्ञात कीजिए। सम्बन्धित अधिस्वरक का मान ज्ञात करो।

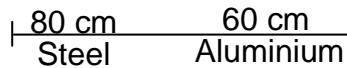
10. एक ' m ' द्रव्यमान व ℓ , लम्बाई की रस्सी जो दोनों सिरों से बंधी है, इसकी मूल विधा में कम्पित है। अधिकतम आयाम a है तथा रस्सी में तनाव ' T ' है। यदि रस्सी की कम्पन ऊर्जा $\frac{\pi^2 a^2 T}{\eta L}$ है तो η का मान ज्ञात करो। [JEE(Mains) 2003; 4/60]



11. 5 A आयाम की संचरित तरंग किसी सीमा से 3 A आयाम के साथ आंशिक रूप में परावर्तित होती है। भिन्न आयामों और विपरीत दिशा में चलने वाली तरंगों के अध्यारोपण से एक तरंग उत्पन्न होती है। प्रस्पन्द और निस्पन्द पर आयाम का अनुपात ज्ञात करो।
12. चित्रानुसार 20 g द्रव्यमान तथा 50 cm लम्बी रस्सी से 1.6 kg द्रव्यमान जोड़ा गया है। दीवार और घिरनी के मध्य स्थित रस्सी में उत्पन्न प्रथम अधिस्वरक आवृत्ति ज्ञात करो। $g = 10 \text{ m/s}^2$ लीजिए।



13. एक 1 मी. लम्बी डोरी का द्रव्यमान 40 ग्राम है, यह एक सिरे पर कसी हुई है तथा दूसरे सिरे पर एक हल्की डोरी से बंधी हुई है। डोरी में 400 न्यूटन का तनाव है तो दूसरे अधिस्वरक की तरंगदैर्घ्य (cm में) ज्ञात करें।
14. अप्रगामी तरंग के प्रयोग में, 90 cm लम्बी रस्सी को विद्युत चलित स्वरित्र की एक भुजा (prong) से जोड़ा गया है। स्वरित्र रस्सी की लम्बाई के लम्बवत् दिशा में 60 Hz से दोलन कर रहा है। रस्सी का द्रव्यमान 0.044 kg है। रस्सी में उत्पन्न तनाव न्यूटन में (दूसरे सिरे पर भार बँधे है) क्या होगा यदि यह चार लूपों में कम्पित है?
15. एक डोरी की तीन क्रमागत अनुनादी आवृत्तियाँ 90, 150 एवं 210 Hz है। यदि डोरी की लम्बाई 80 cm है तो, इस डोरी में अनुप्रस्थ तरंग की चाल (m/s में) कितनी है?
16. एक स्टील का तार, जिसकी लम्बाई 1 मीटर, द्रव्यमान 0.1 kg तथा समान अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 10^{-6} m^2 है, दोनों सिरों पर बिना किसी प्रतिबल के कसा हुआ है। तार का ताप 20°C कम कर दिया जाता है। यदि तार को मध्य में खींचकर इसमें अनुप्रस्थ तरंग उत्पन्न की जाती है, तो इसके कम्पन की मूल आवृत्ति (frequency in fundamental mode) ज्ञात करो। स्टील का यंग गुणांक $= 2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$, स्टील का रेखीय प्रसार गुणांक $= 1.21 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$. [JEE - 1984]
17. कुछ रेखीय द्रव्यमान घनत्व वाले तार को दो दृढ़ आधारों के मध्य तनित किया जाता है। यह प्रेक्षित है कि तार 420 चक्कर/सैकण्ड की आवृत्ति पर अनुनादित है। इसी तार के लिए अगली उच्च अनुनादी आवृत्ति 490 चक्कर/सैकण्ड है तो रस्सी का प्रारम्भिक कम्पन विधा ज्ञात करो— [JEE - 1971]
18. चित्र में प्रदर्शित डोरी, घिरनी से होकर लटकाए गये गुटके द्वारा खींची हुई है। डोरी इसकी दसवीं संनादी में कम्पन करते हुए एक विशिष्ट स्वरित्र द्विभुज के साथ अनुनादित है। जब गुटके के नीचे पानी से भरा हुआ एक पात्र लाया जाता है, जिससे गुटका पानी में पूरा डूब जाता है, तो डोरी इसके ग्यारहवीं संनादी में कम्पन करती है। यदि गुटके के पदार्थ का घनत्व $d \text{ gm/cm}^3$ है तो d का महत्तम पूर्णांक ज्ञात कीजिए। (घिरनी पर निस्पंद बनते हैं)
19. चित्र में दर्शाया गया है कि एल्यूमिनियम का एक 60 cm लम्बा तार स्टील के 80 cm लम्बे तार से जोड़ा गया है तथा दो स्थिर आधारों के मध्य ताना गया है। उत्पन्न किया गया तनाव 40 N है। स्टील के तार की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल 1.0 mm^2 है तथा एल्यूमिनियम के तार का 3.0 mm^2 है। स्वरित्र की न्यूनतम आवृत्ति 10P (Hz में) होने पर वह इस निकाय में संधि पर निस्पंद रखते हुए अप्रगामी तरंगें उत्पन्न करता है तो P का मान ज्ञात कीजिए ? एल्यूमिनियम का घनत्व 2.6 g/cm^3 तथा स्टील का 7.8 g/cm^3 है।



20. एक धात्विक तार जिस पर तनाव T है तथा ताप 30°C है, 1 kHz मूल आवृत्ति से कम्पन कर रहा है। यदि उसी तार में तनाव समान रखा जाए तथा ताप 10°C कर दिया जाए तो तार 1.001 kHz की मूल आवृत्ति से कम्पन करता है। यदि तार का रेखीय प्रसार गुणांक $10^{-6} /^\circ\text{C}$ है तो 2K का मान ज्ञात करो—



भाग - III : एक या एक से अधिक सही विकल्प प्रकार प्रश्न

1. समतल तरंग की समीकरण को $y = f(x - vt)$ के रूप में प्रदर्शित किया गया है जो धनात्मक x -दिशा में नियत वेग v से बिना अपना रूप बदले संचरित होती है तो :
- (A) $\frac{\partial y}{\partial t} = -v \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right)$ (B) $\frac{\partial y}{\partial t} = -v \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right)$ (C) $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = -v^2 \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right)$ (D) $\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = v^2 \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right)$
2. एक तरंग समीकरण जो Y अक्ष की दिशा में विस्थापन देती है $y = 10^{-4} \sin(60t + 2x)$ से प्रदर्शित है जहाँ x, y मीटर में तथा t समय सैकण्ड में है। यह निम्न तरंग को प्रदर्शित करती है। [JEE - 1982]
- (A) ऋणात्मक x -अक्ष की दिशा में 30 m/s के वेग से गति करती हुई प्रगामी तरंग
 (B) π मीटर की तरंगदैर्घ्य वाली
 (C) $30/\pi$ Hz की आवृत्ति वाली
 (D) ऋणात्मक x -अक्ष के अनुदिश गति करती हुई 10^{-4} मीटर आयाम वाली
3. किसी माध्यम में धनात्मक x -दिशा में संचरित तरंग के कारण कण का विस्थापन $y = A \sin(\alpha t - \beta x)$ है जहाँ $t =$ समय, तथा α तथा β अक्षर हैं तो :
- (A) तरंग की आवृत्ति α (B) तरंग की आवृत्ति $\alpha/2\pi$
 (C) तरंगदैर्घ्य $2\pi/\beta$ (D) तरंग का वेग α/β
4. x -दिशा में एक तनी हुई डोरी में कण का विस्थापन y द्वारा प्रदर्शित है। y के लिए दिये गए निम्न व्यंजकों में से जो तरंग गति प्रदर्शित करते हैं, होंगे : [JEE - 1987, 2]
- (A) $\cos(kx) \sin(\omega t)$ (B) $k^2 x^2 - \omega^2 t^2$ (C) $\cos^2(kx + \omega t)$ (D) $\cos(k^2 x^2 - \omega^2 t^2)$
5. तरंग में कण का विस्थापन $y = 0.2 \times 10^{-5} \cos(500t - 0.025x)$, है यहां दूरी मीटर में तथा समय सैकण्ड है, तो - [REE - 1994]
- (A) तरंग वेग $2 \times 10^4 \text{ ms}^{-1}$ है। (B) कण का वेग $2 \times 10^4 \text{ ms}^{-1}$ है।
 (C) प्रारम्भिक कलान्तर $\frac{\pi}{2}$ है। (D) तरंग की तरंगदैर्घ्य $(80\pi) \text{ m}$ है।
6. a आयाम, λ तरंगदैर्घ्य तथा f आवृत्ति की एक अनुप्रस्थ ज्यावक्रिय तरंग तनित रस्सी में संचरित है। रस्सी पर स्थित किसी बिन्दु पर अधिकतम चाल $v/10$ है, जहाँ v तरंग संचरण की चाल है। यदि $a = 10^{-3} \text{ m}$ तथा $v = 10 \text{ m/s}$, है तो λ तथा f का मान होगा-
- (A) $\lambda = 2\pi \times 10^{-2} \text{ m}$ (B) $\lambda = 10^{-3} \text{ m}$ (C) $f = 10^3 / (2\pi) \text{ Hz}$ (D) $f = 10^4 \text{ Hz}$
7. यदि रस्सी के तनाव को 21% बढ़ाया जाये तो रस्सी की मूल आवृत्ति में परिवर्तन 15 Hz होता है तो निम्न में कौनसे कथन सही होंगे -
- (A) मुख्य मूल आवृत्ति लगभग 150 Hz होगी।
 (B) तरंग संचरण के वेग में परिवर्तन लगभग 4.5% होगा।
 (C) तरंग संचरण के वेग में परिवर्तन लगभग 10% होगा।
 (D) मूल तरंगदैर्घ्य में लगभग परिवर्तन 10% होगा।
8. दो समान आवृत्ति f तथा चाल v की तरंगें एक दूसरे से विपरीत दिशा में एक ही पथ पर गति कर रही हैं। इन तरंगों का आयाम क्रमशः A तथा $3A$ है तब :
- (A) परिणामी तरंग का आयाम अधिकतम आयाम $4A$ तथा न्यूनतम आयाम शून्य के बीच बदलता है।
 (B) उच्चिष्ठ आयाम तथा निकटतम निम्निष्ठ आयाम के बीच की दूरी $\frac{v}{2f}$ है।
 (C) पथ के किसी बिन्दु पर औसत विस्थापन शून्य होता है। \Rightarrow किसी भी बिन्दु पर माध्यम के कण का औसत विस्थापन शून्य होता है।
 (D) उच्चिष्ठ आयाम अथवा निम्निष्ठ आयाम की स्थिति समय के साथ नहीं बदलती है।



9. जब किसी क्षेत्र से एक ज्यावक्रीय तरंग गुजरती है, दो कणों A व B के मध्य कलान्तर π है तो –
 (A) A तथा B समान आवृत्ति से दोलन करते हैं।
 (B) A तथा B विपरीत दिशा में गति करेंगे।
 (C) A व B के मध्य दूरी अर्ध तरंगदैर्घ्य के विषम गुणज के बराबर होती है।
 (D) A तथा B पर विस्थापन का परिमाण एक समान होगा।
10. किसी अप्रगामी तरंग में–
 (A) माध्यम के समस्त कण या तो समान कला में या विपरीत कला में कम्पन्न करते हैं।
 (B) समस्त प्रस्पंद विपरीत कला में कम्पन्न करते हैं।
 (C) एकांतर प्रस्पंद समान कला में कम्पन्न करते हैं।
 (D) दो क्रमागत निस्पंदों के बीच वाले समस्त कण समान कला में कम्पन्न करते हैं।
11. निम्न में कौनसे कथन सही है ?
 (i) $y_1 = a \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$ (ii) $y_2 = a \cos \omega \left(t + \frac{x}{v} \right)$
 (iii) $z_1 = a \sin \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$ (iv) $z_2 = a \cos \omega \left(t + \frac{x}{v} \right)$
 तरंग (i) और (iii), के अध्यारोपण से $a\sqrt{2}$ आयाम की एक प्रगामी तरंग बनेगी।
 (A) तरंग (ii) और (iii) का अध्यारोपण सम्भव नहीं है।
 (B) तरंग (ii) और (iii) का अध्यारोपण सम्भव नहीं है।
 (C) तरंग (i) और (ii), के अध्यारोपण से $a\sqrt{2}$ आयाम की अप्रगामी तरंग बनेगी।
 (D) तरंग (iii) और (iv), के अध्यारोपण से अनुप्रस्थ अप्रगामी तरंग बनेगी।
12. किसी माध्यम में तरंग विक्षोभ $y(x, t) = 0.02 \cos(50\pi t + \pi/2) \cos 10(\pi x)$, द्वारा प्रदर्शित है जहाँ x, y मीटर में एवं t सैकण्ड में है तो [JEE - 1995]
 (A) $x = 0.15$ m पर निस्पन्द होता है। (B) $x = 0.3$ m पर प्रस्पन्द होता है।
 (C) तरंग की चाल 5 ms^{-1} है। (D) तरंगदैर्घ्य 0.2 m है।
13. 600 cm लम्बी रस्सी जिसके दोनों सिरे बंधे हुए हैं, में कम्पन्न निम्न समीकरण द्वारा दिया जाता है [JEE - 1985]
 $y = 4 \sin \left(\pi \frac{x}{15} \right) \cos(96\pi t)$, जहाँ x और y सेमी० में तथा t सैकण्ड में।
 (A) बिन्दु $x = 5$ cm का अधिकतम विस्थापन $2\sqrt{3}$ cm होगा।
 (B) रस्सी के अनुदिश $15n$ दूरी पर निस्पंद होंगे जहाँ n एक पूर्णांक संख्या है जो 0 से 40 तक बदलता है।
 (C) बिन्दु $x = 7.5$ cm का $t = 0.25$ sec सेक० पर वेग शून्य होगा।
 (D) तरंगों के घटक, जिनके अध्यारोपण से उपरोक्त तरंग बनती है निम्न होंगे $2 \sin 2\pi \left(\frac{x}{30} + 48t \right)$, $2 \sin 2\pi \left(\frac{x}{30} - 48t \right)$.
14. एक 1 मीटर लम्बे व दोनों सिरों से बंधे तार में तरंग $\xi = 10 \sin [80\pi t - 4\pi x]$ से प्रदर्शित की जाती है। यदि समान आयाम की अन्य तरंग, अप्रगामी तरंग उत्पन्न करने के लिए इस तरंग पर अध्यारोपित की जाये तो (एक सिरा $x = 0$ पर है।) [REE - 1998]
 (A) अध्यारोपित तरंग $\xi = -10 \sin [80\pi t + 4\pi x]$ है। (B) अप्रगामी तरंग का अधिकतम आयाम 20 मीटर है।
 (C) अप्रगामी तरंग का तरंगदैर्घ्य 0.5 मीटर है। (D) तार के अन्दर कुल निस्पंद 3 है।
15. एक तनी हुई डोरी के अल्पांश पर विचार करते हैं, जिसके अनुदिश तरंग संचरित है। इसके अनुप्रस्थ दोलनी गति के दौरान अल्पांश $y = 0$ वाले बिन्दु से गुजरता है तथा इसके अधिकतम बिन्दु $y = y_m$ पर पहुँचता है। तब डोरी के अल्पांश की अधिकतम होगी। [Olympiad 2014; Stage-I]
 (A) $y = y_m$ पर गतिज ऊर्जा (B) $y = y_m$ पर प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा
 (C) $y = 0$ पर गतिज ऊर्जा (D) $y = 0$ पर प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा





भाग - IV : अनुच्छेद (COMPREHENSION)

अनुच्छेद-1

एक लम्बी तनी हुई रस्सी में समय $t = 0$ पर $+x$ दिशा में एक स्पंद को भेजा जाता है। समय $t = 0$ पर स्पंद का आकार फलन y द्वारा निम्न प्रकार दिया जाता है –

$$y = \begin{cases} -4 < x \leq 0 \text{ के लिए } \frac{x}{4} + 1 \\ 0 < x < 1 \text{ के लिए } -x + 1 \\ \text{अन्यथा } 0 \end{cases}$$

यहाँ y व x सेन्टीमीटर(cm) में है। रस्सी का रेखीय द्रव्यमान घनत्व 50 g/m है व इसे 5 N तनाव में रखा गया है।

1. समय $t = 0$ पर स्पंद के आकार को दर्शाया जाता है। स्पंद का क्षेत्रफल जोकि रस्सी व x -अक्ष द्वारा परिबद्ध है, होगा –
(A) 2 cm^2 (B) 2.5 cm^2 (C) 4 cm^2 (D) 5 cm^2
2. $x = 7 \text{ cm}$ पर स्थित रस्सी के कण का समय $t = 0.01 \text{ s}$ पर ऊर्ध्वाधर विस्थापन होगा –
(A) 0.75 cm (B) 0.5 cm (C) 0.25 cm (D) zero
3. $x = 13 \text{ cm}$ पर स्थित कण का समय $t = 0.015 \text{ s}$ पर अनुप्रस्थ वेग होगा –
(A) -250 cm/s (B) -500 cm/s (C) 500 cm/s (D) -1000 cm/s

अनुच्छेद-2

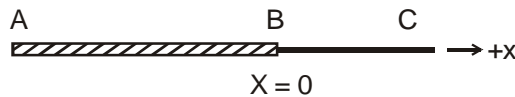
एक अनुप्रस्थ ज्या तरंग लम्बी, क्षैतिज रस्सी के एक सिरे पर किसी छड़ की सहायता से जो $1/2 \text{ cm}$ आयाम से ऊपर नीचे गतिमान है, उत्पन्न की जाती है। गति सतत् है तथा प्रति सैकण्ड 120 बार दोहरायी जा रही है। रस्सी का रेखीय द्रव्यमान घनत्व 90 gm/m है तथा रस्सी में तनाव 900 N है ज्ञात करो।

4. तनाव (न्यूटन में) के अनुप्रस्थ घटक का अधिकतम मान होगा।
(A) 1.8π (B) 10.8π (C) 9 (D) 18π
5. रस्सी के अनुदिश संचरित अधिकतम शक्ति (वाट में) क्या है।
(A) $3.24 \pi^2$ (B) $6.48 \pi^2$ (C) $12.96 \pi^2$ (D) $25.92 \pi^2$
6. जब न्यूनतम शक्ति संचरित होती है तो अनुप्रस्थ विस्थापन y (सेमी में) क्या है।
(A) 0 (B) $\frac{1}{2}$ (C) $\frac{1}{4}$ (D) 1

[अपने उत्तरों को π के पदों में लिखे जहां भी यह आता है।]

अनुच्छेद-3

दर्शाये गये चित्र में एक ज्यावक्रीय तरंग सिरे A पर उत्पन्न की जाती है। तरंग धनात्मक x अक्ष के अनुदिश गति करती है तथा इसकी गति के दौरान यह संघि B पर $x = 0$ पर दूसरी डोरी BC पर प्रवेश करती है। डोरियों AB व BC का घनत्व क्रमशः ρ व 9ρ है एवं उनकी अनुप्रस्थ काट त्रिज्याएं क्रमशः $2r$ एवं r है। तरंग फलन, आयाम व आपतित तरंग की तरंगदैर्घ्य क्रमशः y_i, A_i व λ_i है। इसी प्रकार परावर्तित व पारगमित तरंग के लिये ये प्राचल क्रमशः y_r, A_r, λ_r व y_t, A_t, λ_t है।



7. $\Delta\phi$ कलान्तर के लिये $x = 0$ पर निम्न में से कौन से कथन सत्य है?
(A) $\Delta\phi = 0$, y_i व y_r के मध्य (B) $\Delta\phi = 0$, y_r व y_t के मध्य
(C) $\Delta\phi = \pi$, y_i व y_t के मध्य (D) $\Delta\phi = \pi$, y_r व y_t के मध्य
8. तरंगदैर्घ्यों λ_r व λ_t का अनुपात होगा (अर्थात $\lambda_r : \lambda_t$)
(A) $1 : 1$ (B) $3 : 2$ (C) $2 : 3$ (D) इनमें से कोई नहीं
9. आयामों A_r व A_t का अनुपात (अर्थात $A_r : A_t$) होगा।
(A) $1 : 1$ (B) $1 : 4$ (C) $4 : 1$ (D) इनमें से कोई नहीं





Exercise-3

- * चिन्हित प्रश्न एक से अधिक सही विकल्प वाले प्रश्न है -
 ✗ चिन्हित प्रश्न दोहराने योग्य प्रश्न है।

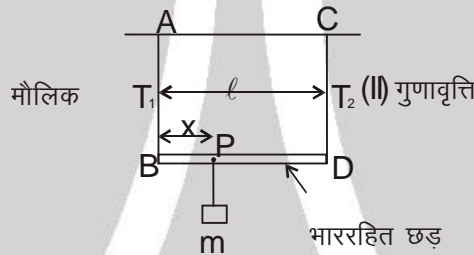
भाग - I : JEE (ADVANCED) / IIT-JEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

1. एक अनुप्रस्थ तरंग एक डोरी में चल रही है तथा एक कण में 3 m/s की अधिकतम अनुप्रस्थ चाल एवं 90 m/s^2 का अधिकतम त्वरण उत्पन्न करती है। यदि डोरी में तरंग का वेग 20 m/s है। तरंग का समीकरण ज्ञात करो।

[JEE(Mains) 2005 ; 4/60]

2. ✗ एक द्रव्यमानरहित छड़ BD को दो एक समान लम्बाई की रस्सियों (द्रव्यमान रहित) AB तथा CD से लटकाया गया है। 'm' द्रव्यमान का एक पिण्ड बिन्दु P से इस प्रकार लटकाया गया है कि BP 'x', के बराबर है। यदि बांये तार की मूल आवृत्ति दांये तार की मूल आवृत्ति की दुगुनी है तो x का मान है :

[JEE(Mains) 2006; 3/184]



(A) $l/5$

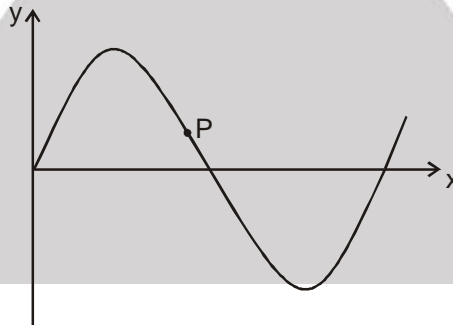
(B) $l/4$

(C) $4l/5$

(D) $3l/4$

3. एक अनुप्रस्थ ज्यावक्रीय (transverse sinusoidal) तरंग एक डोरी में 10 cm/s की चाल से x-अक्ष की ओर चलती है। इसकी तरंगदैर्घ्य 0.5 m तथा आयाम 10 cm है। एक विशेष समय t पर, तरंग का आशुचित्र (snap-shot) चित्र में दिखाया गया है। बिन्दु P का विस्थापन 5 cm होने पर इसका वेग होगा -
 चित्र :

[JEE 2008; 3/163]



(A) $\frac{\sqrt{3}\pi}{50} \hat{j} \text{ m/s}$

(B) $-\frac{\sqrt{3}\pi}{50} \hat{j} \text{ m/s}$

(C) $\frac{\sqrt{3}\pi}{50} \hat{i} \text{ m/s}$

(D) $-\frac{\sqrt{3}\pi}{50} \hat{i} \text{ m/s}$

4. 1.0 g द्रव्यमान की 20 cm लम्बी डोरी के दोनों सिरे स्थिर रखे गये है तथा इस रस्सी में 0.5 N का तनाव है। 100 Hz के किसी बाह्य कम्पित (vibrator) के द्वारा इस डोरी में कम्पन्न पैदा किये जाते है। कम्पित डोरी के दो उत्तरोत्तर निस्पन्दों (successive nodes) के बीच की दूरी (cm में) निकालें।

[JEE 2009; 4/160, -1]

5. जब दो प्रगामी तरंगे $y_1 = 4 \sin(2x - 6t)$ तथा $y_2 = 3 \sin\left(2x - 6t - \frac{\pi}{2}\right)$ अध्यारोपित होती हैं तो परिणामी तरंग का आयाम कितना होगा ?

[JEE 2010; 3/163, -1]

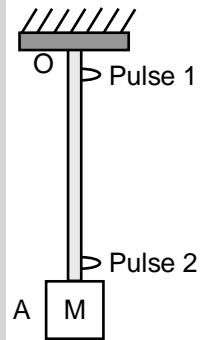


- 6.* दोनो सिरों पर परिबद्ध क्षैतिज तनित डोरी पाँचवी गुणवृत्ति समीकरण, $y(x, t) = (0.01 \text{ m}) \sin [(62.8 \text{ m}^{-1}) x] \cos [(628 \text{ s}^{-1}) t]$ द्वारा कम्पित हो रही है। यदि $\pi = 3.14$ मान जाये तब निम्न प्रकथन सही है/हैं – [JEE (Advanced) 2013, 3/60]
- (A) निस्पंदो की संख्या 5 है।
 (B) डोरी की लम्बाई 0.25 m है।
 (C) साम्यावस्था से डोरी के मध्य बिन्दु का अधिकतम विस्थापन 0.01 m है।
 (D) मूल आवृत्ति 100 Hz है।

- 7.* x-दिशा के अनुदिश 3m लम्बाई की एक तनित डोरी का एक सिरा $x = 0$ पर जड़ित (fixed) है। डोरी में तरंग की गति 100m/s है। डोरी का दूसरा सिरा y दिशा के अनुदिश इस प्रकार कम्पन्न कर रहा है कि डोरी में अप्रगामी तरंगें बन रही हैं। इन अप्रगामी तरंगों के संभावित तरंगरूप (wavesform) हैं/है। [JEE (Advanced) 2014, P-1, 3/60]

- (A) $y(t) = A \sin \frac{\pi x}{6} \cos \frac{50\pi t}{3}$ (B) $y(t) = A \sin \frac{\pi x}{3} \cos \frac{100\pi t}{3}$
 (C) $y(t) = A \sin \frac{5\pi x}{6} \cos \frac{250\pi t}{3}$ (D) $y(t) = A \sin \frac{5\pi x}{2} \cos 250\pi t$

- 8.* एक समान रैखिक घनतावाले (uniform mass per unit length) उर्ध्वाधर डोरी के निचले सिरे पर गुटका M लटका हुआ है। डोर का दूसरा सिरा दृढ़ आधार (बिन्दु O) से संलग्न है। तरंगदैर्घ्य λ_0 की अनुप्रस्थ तरंग स्पंद (स्पंद 1, pulse 1) बिंदु O पर उत्पन्न की गई है। ये तरंग स्पंद बिन्दु O से बिन्दु A तक T_{OA} समय में पहुँचती है। गुटके M को बिना विक्षोभित किये हुए बिन्दु A पर निर्माण की गई तरंगदैर्घ्य λ_0 की अनुप्रस्थ तरंग स्पंद (स्पंद 2, pulse 2), बिन्दु A से बिन्दु O तक T_{AO} समय में पहुँचती है। निम्न में कौनसा (से) कथन सही है/है ? [JEE (Advanced) 2017, P-1, 4/61, -2]
- (A) डोर के मध्य बिन्दु पर स्पंद 1 (Pulse 1) एवं स्पंद 2 (Pulse 2) का वेग समान है
 (B) डोर के अनुदिश प्रेषित किसी भी स्पंद का वेग उसकी आवृत्ति एवं तरंग-दैर्घ्य पर निर्भर नहीं है।
 (C) स्पंद 1 (Pulse 1) की तरंग-दैर्घ्य बिन्दु A तक पहुँचने में लम्बी हो जाएगी
 (D) समय $T_{AO} = T_{OA}$



भाग - II : JEE (MAIN) / AIEEE (पिछले वर्षों) के प्रश्न

1. 75 सेमी दूरी पर स्थित स्थिर बिन्दुओं के बीच एक डोरी तानी जाती है। इसकी अनुनाद आवृत्तियाँ 420 हर्ट्ज और 315 हर्ट्ज मापी जाती है। इन दोनो के बीच ओर कोई अनुनाद आवृत्ति नहीं है। तब इस डोरी के लिए निम्नतम अनुनाद आवृत्ति है। [AIEEE 2006, 3/180]

- (1) 10.5 हर्ट्ज (2) 105 हर्ट्ज (3) 1.05 हर्ट्ज (4) 1050 हर्ट्ज

2. x-अक्ष के अनुदिश गमन करती किसी तरंग का वर्णन समीकरण $y(x, t) = 0.005 \cos (\alpha x - \beta t)$ द्वारा किया जाता है। यदि इस तरंग की तरंगदैर्घ्य तथा आवर्तकाल क्रमशः 0.08 m तथा 2.0 s है, तो α एवं β के उपयुक्त मात्रकों में मान है। [AIEEE 2008, 3/105, -1]

- (1) $\alpha = \frac{0.08}{\pi}, \beta = \frac{2.0}{\pi}$ (2) $\alpha = \frac{0.04}{\pi}, \beta = \frac{1.0}{\pi}$ (3) $\alpha = 12.50\pi, \beta = \frac{\pi}{2.0}$ (4) $\alpha = 25.00 \pi, \beta = \pi$

3. रैखिक द्रव्यमान घनत्व 0.04 kg m^{-1} वाली एक डोरी पर एक तरंग का समीकरण निम्न प्रकार दिया जाता है $y = 0.02 \text{ (m)} \sin \left[2\pi \left(\frac{t}{0.04\text{(s)}} - \frac{x}{0.50\text{(m)}} \right) \right]$ डोरी में तनाव होगा। [AIEEE 2010, 144/4 -1]

- (1) 4.0 N (2) 12.5 N (3) 0.5 N (4) 6.25 N



4. एक डोरी पर एक तरंग का अनुप्रस्थ विस्थापन $y(x,t)$ दिया जाता है $y(x,t) = e^{-(ax^2 + bt^2 + 2\sqrt{ab}xt)}$ यह दर्शाता है एक :
[AIEEE 2011; 1 MAY; 4/120, -1]
- (1) $+x$ -दिशा में गतिशील चाल $\sqrt{\frac{a}{b}}$ की एक तरंग। (2) $-x$ -दिशा में गतिशील चाल $\sqrt{\frac{b}{a}}$ की एक तरंग।
(3) आवृत्ति \sqrt{b} की एक अप्रगामी तरंग। (4) आवृत्ति $\frac{1}{\sqrt{b}}$ की एक अप्रगामी तरंग।
5. $y = A \sin((\omega t - kx))$ से दर्शायी गयी एक प्रगामी तरंग को $y = A \sin(\omega t + kx)$ से दर्शाई गई एक दूसरी तरंग पर अध्यारोपित किया जाता है। परिणामी है—
[AIEEE 2011, 11 MAY; 4/120, -1]
- (1) $+x$ दिशा में प्रगामी एक तरंग।
(2) $-x$ दिशा में प्रगामी एक तरंग।
(3) $x = \frac{n\lambda}{2}$, $n = 0, 1, 2, \dots$ पर नोड रखने वाली एक अप्रगामी तरंग।
(4) $x = \left(n + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}$; $n = 0, 1, 2, \dots$ पर नोड रखने वाली एक अप्रगामी तरंग।
6. लम्बाई 1.5 m का एक सोनोमापी तार स्टील का बना है। इसमें एक तनाव 1% की प्रत्यास्थ विकृति उत्पन्न करता है। यदि स्टील के घनत्व और प्रत्यास्थता गुणांक क्रमशः $7.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ और $2.2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ हैं तब स्टील के तार की मूल आवृत्ति क्या है?
[JEE(Main) 2013; 4/120, -1]
- (1) 188.5 Hz (2) 178.2 Hz (3) 200.5 Hz (4) 770 Hz
7. 20 m लम्बाई की एकसमान डोरी को दृढ़ आधार से लटकाया गया है। इसके निचले सिरे से एक सूक्ष्म तरंग –स्पंद चालित होता है। ऊपर आधार तक पहुँचने में लगने वाला समय है : ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$ लें) [JEE(Main) 2016; 4/120, -1]
- (1) 2 s (2) $2\sqrt{2}$ s (3) $\sqrt{2}$ s (4) $2\pi\sqrt{2}$ s

Answers

EXERCISE - 1

भाग - I

खण्ड (A) :

- A-1. (a) 10 mm (b) $5\pi \text{ cm}^{-1}$ (c) $\frac{2}{5} \text{ cm}$
(d) 30 Hz (e) $\frac{1}{30} \text{ s}$ (f) 12 cm/s.

A-2. 1.41 μm

A-3. (a) $10\pi \text{ rad/s}$ (b) $\pi/2 \text{ rad/m}$

(c) $y = (12 \times 10^{-2} \text{ m}) \sin\left(\frac{\pi}{2}x - 10\pi t\right)$

(d) $\frac{6}{5} \pi \text{ m/s}$ (e) $12 \pi^2 \text{ m/s}^2$

A-4. $0.5 \sin\left(\frac{\pi}{3}t - \frac{\pi}{18}x + \frac{7\pi}{9}\right)$

A-5. (a) D, E, F; (b) A, B, H; (c) C, G; (d) A, E

खण्ड (B) :

B-1. $300\sqrt{3} \text{ m/s}$

B-2. $\frac{1}{50} \text{ sec}$

B-3. $\frac{3}{10\sqrt{5}} \text{ m}$.

B-4. 100 Hz, 4 cm, 4 m/s

B-5. 4

B-6. (a) 200 m/s; (b) 240 m/s

खण्ड (C) :

C-1. (a) $y = (7.50 \text{ cm}) \sin\left(\frac{4\pi}{3}x - 314t + \phi\right)$

(b) $\frac{2025\pi^2}{32} \approx 625 \text{ W}$

C-2. 50 mW

खण्ड (D) :

D-1. $y' = 0.8 a \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}(vt + x + \frac{\lambda}{2})\right)$

D-2. (a) शून्य (b) 0.300 m.

D-3. (a) 2π (b) π (c) 4.0 mm, शून्य

**खण्ड (E) :**

- E-1. (a) 2.5 Hz; (b) 5 Hz; (c) 7.5 Hz.
 E-2. (a) $\frac{250}{\sqrt{3}}$ m/s; (b) 60.0 cm; (c) $\frac{1250}{3\sqrt{3}}$ Hz
 E-3. $\frac{400}{3}$ Hz
 E-4. (a) 0.25 cm ; (b) 1.2×10^2 cm/s;
 (c) 3.0 cm ; (d) 0
 E-5. (a) 100 Hz (b) 700 Hz
 E-6. (i) $y_1 = 1.5 \cos \{(\pi/20)x - 72\pi t\}$,
 $y_2 = 1.5 \cos \{(\pi/20)x + 72\pi t\}$
 (ii) 10 , 30 , 50 cm तथा 0 , 20 , 40 , 60 cm
 (iii) 0
 E-7. 240 Hz.

भाग - II**खण्ड (A) :**

- A-1. (A) A-2. (C) A-3. (B)
 A-4. (B) A-5. (B) A-6. (B)
 A-7. (B) A-8. (B) A-9. (C)

खण्ड (B) :

- B-1. (C) B-2. (A) B-3. (C)
 B-4. (D)

खण्ड (C) :

- C-1. (A) C-2. (D) C-3. (C)
 C-4. (D)

खण्ड (D) :

- D-1. (C) D-2. (A) D-3. (C)
 D-4. (C) D-5. (A) D-6. (D)
 D-7. (C)

खण्ड (E) :

- E-1. (B) E-2. (C) E-3. (D)
 E-4. (B) E-5. (C) E-6. (A)
 E-7. (A)

भाग - III

1. (A) $\rightarrow r$; (B) $\rightarrow p, t$; (C) $\rightarrow s$; (D) $\rightarrow q$
 2. (A) $\rightarrow p, q, s$; (B) $\rightarrow s$; (C) $\rightarrow q, r, s$; (D) $\rightarrow s, t$

EXERCISE - 2**भाग - I**

1. (B) 2. (A) 3. (D)
 4. (B) 5. (A)
 6. (a) (B); (b) (C); (c) (D)
 7. (C) 8. (A) 9. (D)
 10. (D) 11. (D) 12. (C)
 13. (C) 14. (B) 15. (C)
 16. (B) 17. (B) 18. (A)
 19. (B) 20. (D) 21. (D)

भाग - II

1. 10 2. 30 3. 2
 4. 2 5. 8 6. 15
 7. 5 8. 3 9. 2, 3
 10. 4 11. 4 12. 50
 13. 80 14. 36 15. 96
 16. 11 17. 6 18. 5
 19. 18 20. 8

भाग - III

1. (AD) 2. (ABCD) 3. (BCD)
 4. (AC) 5. (AD) 6. (AC)
 7. (AC) 8. (CD) 9. (ABCD)
 10. (ACD) 11. (AD) 12. (ABCD)
 13. (ABCD) 14. (ABC) 15. (CD)

भाग - IV

1. (B) 2. (C) 3. (A)
 4. (B) 5. (C) 6. (B)
 7. (D) 8. (B) 9. (B)

EXERCISE - 3**भाग - I**

1. रस्सी में तरंग का समीकरण

$$y = 0.1 \sin \left(30t \pm \frac{3}{2}x + \phi \right)$$

[जहाँ ϕ प्रारम्भिक कला है]

2. (A) 3. (A) 4. 5
 6. (BC) 7. (ACD) 8. (BD)

भाग - II

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