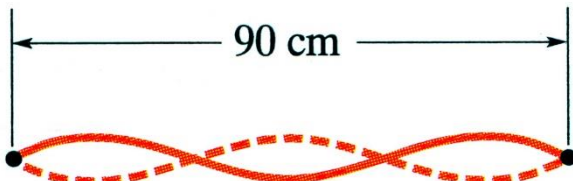


Fale, akustyka.

1. Płaską falę akustyczną można przedstawić równaniem $y = 0,1\sin(1320t - 4x)$ cm, gdzie y jest współrzędną pionowego przesunięcia cząsteczek powietrza, t – czasem w sekundach, a x – współrzędną na osi, wzdłuż której rozchodzi się ta fala. Znaleźć: (a) długość fali λ , (b) częstotliwość drgań f , (c) prędkość rozchodzenia się fali. Odp.: (a) $\lambda = \pi/2$ [m]; $f = 211$ s⁻¹; (c) 330 m/s.
2. Za pomocą echosondy mierzono głębokość morza. Jaka jest głębokość, jeżeli od wysłania sygnału do jego otrzymania upłynęło $t_2 = 3$ s? Współczynnik ściśliwości wody wynosi $k = 4.6 \cdot 10^{-10}$ [m²/N], a gęstość wody morskiej $\rho = 1.03$ [g/cm³]. Odp.: 1970 m.
3. Kula przelatuje z prędkością $v = 660$ m/s w odległości $l = 5$ m od człowieka. W jakiej odległości od człowieka była kula, gdy on usłyszał jej świst? Odp.: 10 m.
4. Wiedząc, że granica wytrzymałości struny stalowej wynosi $p = 800$ N/mm², znaleźć największą częstotliwość, na którą można nastroić strunę o długości $l = 1$ m. Gęstość stali $\rho = 7.8$ g/cm³. Odp.: 160 Hz.
5. Dźwięk z ulicy o poziomie natężenia 70 dB słychać w mieszkaniu z poziomem natężenia 40 dB. Znaleźć stosunek natężeń dźwięku na ulicy i w mieszkaniu. Odp.: 1000.
6. Podstawowa częstotliwość sygnału parowozu wynosi $f = 600$ Hz. Jaką częstotliwość odbiera obserwator, jeżeli: (a) pociąg zbliża się do niego z prędkością $v = 60$ km/h?; (b) pociąg oddala się od obserwatora z tą samą prędkością? Prędkość głosu w powietrzu wynosi $c = 340$ m/s. Odp.: (a) 630 Hz; (b) 566 Hz.
7. Najgrubsza i najcieńsza struna w pewnych skrzypcach mają gęstości liniowe równe odpowiednio 3 g/m i 0.29 g/m. Podaj stosunek średnic obu strun (grubszej do cieńszej) przy założeniu, że obie są wykonane z tego samego materiału.
8. Sinusoidalna fala poprzeczna o amplitudzie y_m i długości fali λ biegnie wzdłuż napiętej liny. a) Znajdź stosunek maksymalnej prędkości cząstek liny (prędkości, z jaką pojedyncza cząstka liny porusza się poprzecznie względem fali) do prędkości fali. B) Czy powyższy stosunek prędkości zależy od materiału, z jakiego wykonana jest lina, np. z drutu lub nylonu?
9. Lina, po której może biec fala, ma długość 2.7 m i masę 260 g. Naprężenie liny wynosi 36 N. Jaka musi być częstość fali biegnącej o amplitudzie 7.7 mm, aby jej średnia moc była równa 85 W?
10. a) Jaka jest różnica faz między identycznymi falami biegnącymi w tym samym kierunku wzdłuż napiętej liny, jeżeli ich wypadkowa ma amplitudę 1.5 razy większą niż amplituda każdej fali składowej? Odpowiedź wyraż: b) w stopniach, c) w radianach oraz c) za pomocą długości fali.
11. Dwie fale sinusoidalne o takich samych okresach, mające amplitudy 5 mm i 7 mm, biegną w tym samym kierunku wzdłuż napiętej liny; w wyniku ich złożenia powstaje fala o amplitudzie 9 mm. Faza początkowa fali o amplitudzie 5 mm wynosi 0. Wyznacz fazę początkową fali o amplitudzie 7 mm.
12. Nylonowa struna w gitarze ma gęstość liniową 7.2 g/m i jest naciągnięta siłą 150 N. Stałe punkty podparcia oddalone są od siebie o 90 cm. Na strunie wzbudzone fale stojące przedstawioną na rysunku. Oblicz: a) prędkość, b) długość fali oraz c) częstość fal biegnących, tworzących w wyniku złożenia daną falę stojącą.


The diagram shows a string of length 90 cm fixed at both ends. A standing wave is formed, represented by a solid red line with two antinodes and three nodes. A dashed red line shows the string's position at a different time, illustrating the wave's oscillation.
13. Drgania kamertonu o częstości 600 Hz wzbudzają fale stojące w strunie umocowanej na obu końcach. Prędkość fali w strunie wynosi 400 m/s. Fala stojąca ma „cztery pętle” oraz amplitudę równą 2 mm. a) Wyznacz długość struny. b) Zapisz wyrażenie opisujące zależność przemieszczenia struny od położenia i czasu.
14. Podaj regułę na wyznaczenie odległości (w kilometrach) od błyskawicy metodą odliczania sekund upływających od zobaczenia błysku do usłyszenia grzmotu. Zakładamy, że dźwięk biegnie do nas po linii prostej.
15. Prędkość dźwięku w pewnym metalu wynosi v . Uderzamy w jeden koniec wykonanej z tego metalu rury o długości L . Słuchacz znajdujący się na jej drugim końcu słyszy dwa dźwięki, jeden pochodzący od fali biegnącej wzdłuż rury, a drugi od fali biegnącej przez powietrze. a) Zakładając, że prędkość dźwięku w powietrzu jest

równa V , określ odstęp czasu t , jaki upływa między obydwoma dźwiękami. b) Przyjmując $t = 1$ s i zakładając, że naszym metalem jest stal, wyznacz L .

16. W przypadku normalnego słuchu zakres częstotści słyszalnych rozciąga się od 20 Hz do 20 kHz. Jakie długości fal dźwiękowych odpowiadają tym częstotściom?
17. Ciśnienie w biegnącej fali dźwiękowej dane jest wzorem:
$$\Delta p = (1.5 \text{ Pa}) \sin\{\pi[(0.9 \text{ m}^{-1})x - (315 \text{ s}^{-1})t]\}$$
Znajdź: a) amplitudę zmian ciśnienia, b) częstotść, c) długość fali oraz d) jej prędkość.
18. Dwie fale dźwiękowe pochodzące z różnych źródeł o tej samej częstotści 540 Hz biegną w tym samym kierunku z prędkością 330 m/s. Źródła drgają w zgodnej fazie. Jaka jest różnica faz tych fal w punkcie odległym od jednego źródła o 4.4 m, a od drugiego o 4.0 m?
19. Poziomo głośności pewnego źródła dźwięku wzrosło o 30 dB. O jaki czynnik wzrosły: a) natężenie oraz b) amplituda zmian ciśnienia?
20. Punktowe źródło wysyła izotropowo falę dźwiękową o mocy 30 W. Mały mikrofon o powierzchni 0.75 cm^2 zbiera dźwięk w odległości 200 m od źródła. Oblicz: a) natężenie fali dźwiękowej w tym miejscu oraz b) moc odbieraną przez mikrofon.
21. Otwarta na obu końcach piszczalka organowa A ma częstotść podstawową 300 Hz. Trzecia harmoniczna piszczalki organowej B, mającej jeden koniec otwarty, ma taką samą częstotść jak druga harmoniczna piszczalki A. Wyznacz: a) długość piszczalki A oraz b) długość piszczalki B.
22. a) Wyznacz prędkość fal w strunie skrzypcowej o masie 800 mg i długości 22 cm, wiedząc, że częstotść podstawowa wynosi 920 Hz. b) Podaj naprężenie struny. Dla częstotści podstawowej wyznacz: c) długość fali w strunie oraz d) długość fali dźwiękowej emitowanej przez strunę.
23. Struna A w skrzypcach jest nieco zbyt mocno naciągnięta. Gdy struna drga jednocześnie z widełkami strojowymi dającymi dokładnie dźwięk A (440 Hz), słyszymy cztery dudnienia na sekundę. Wyznacz okres drgań struny.
24. Ambulans z syreną wydającą dźwięk o częstotści 1600 Hz dogania i wyprzedza rowerzystę pedałuującego z prędkością 2.44 m/s. Po wyprzedzeniu rowerzysty słyszy częstotść 1590 Hz. Wyznacz prędkość ambulansu.
25. Nietoperz lata po jaskini, wykorzystując do nawigacji piski ultradźwiękowe. Załóż, że nietoperz emituje dźwięki o częstotści 39000 Hz. Podczas szybkiego lotu w kierunku płaskiej powierzchni ściany nietoperz porusza się z prędkością równą 0.025 prędkości dźwięku w powietrzu. Ile wynosi częstotść dźwięku odbitego od ściany, który słyszy nietoperz?
26. Pocisk wystrzelono z prędkością 685 m/s. Wyznacz kąt, jaki stożek fali uderzeniowej tworzy z kierunkiem lotu pocisku.
27. Samolot leci z prędkością 1.25 razy większą od prędkości dźwięku. Grom dźwiękowy dociera do człowieka stojącego na ziemi po upływie 1 min. od chwili przelotu samolotu bezpośrednio nad nim. Na jakiej wysokości leci samolot? (prędkość dźwięku wynosi 330 m/s).