

Fale

I. Konstruktywna

Rozwiązanie każdego zadania zapisz na oddzielnej, podpisanej kartce z wyraźnie zaznaczonym numerem zadania.

1 Zadanie – Generator fal

Uczeń nalał wody do wanny. Na powierzchni wody położył drewnianą listewkę połączoną z generatorem drgań. Generator poruszał listewkę pionowo, ze stałą częstotliwością tak, że listewka cały czas była w kontakcie z wodą. W górnym położeniu znajdowała się co 0,18 s. Uczeń wytworzył w ten sposób na powierzchni wody falę płaską. Jej prędkość wynosi $0,29 \frac{m}{s}$. Oblicz częstotliwość wytwarzanych fal oraz odległość między kolejnymi grzbietami.

2 Zadanie – Dźwięk w piaskowcu

Prędkość dźwięku w piaskowcu jest równa 2800 m/s. Oblicz okres oraz częstotliwość fali rozchodzącej się w płycie z tego piaskowca, jeśli długość fali jest równa 1,4 km.

3 Zadanie – Częstotliwość światła

Wiązka światła o długości fali 550 nm w próżni pada na powierzchnię szkła o bezwzględnym współczynniku załamania tego światła równym 1,67. Oblicz częstotliwość i długość fali tego światła w szkłe. Przyjmij wartość prędkości światła w próżni $3 \cdot 10^8$ m/s.

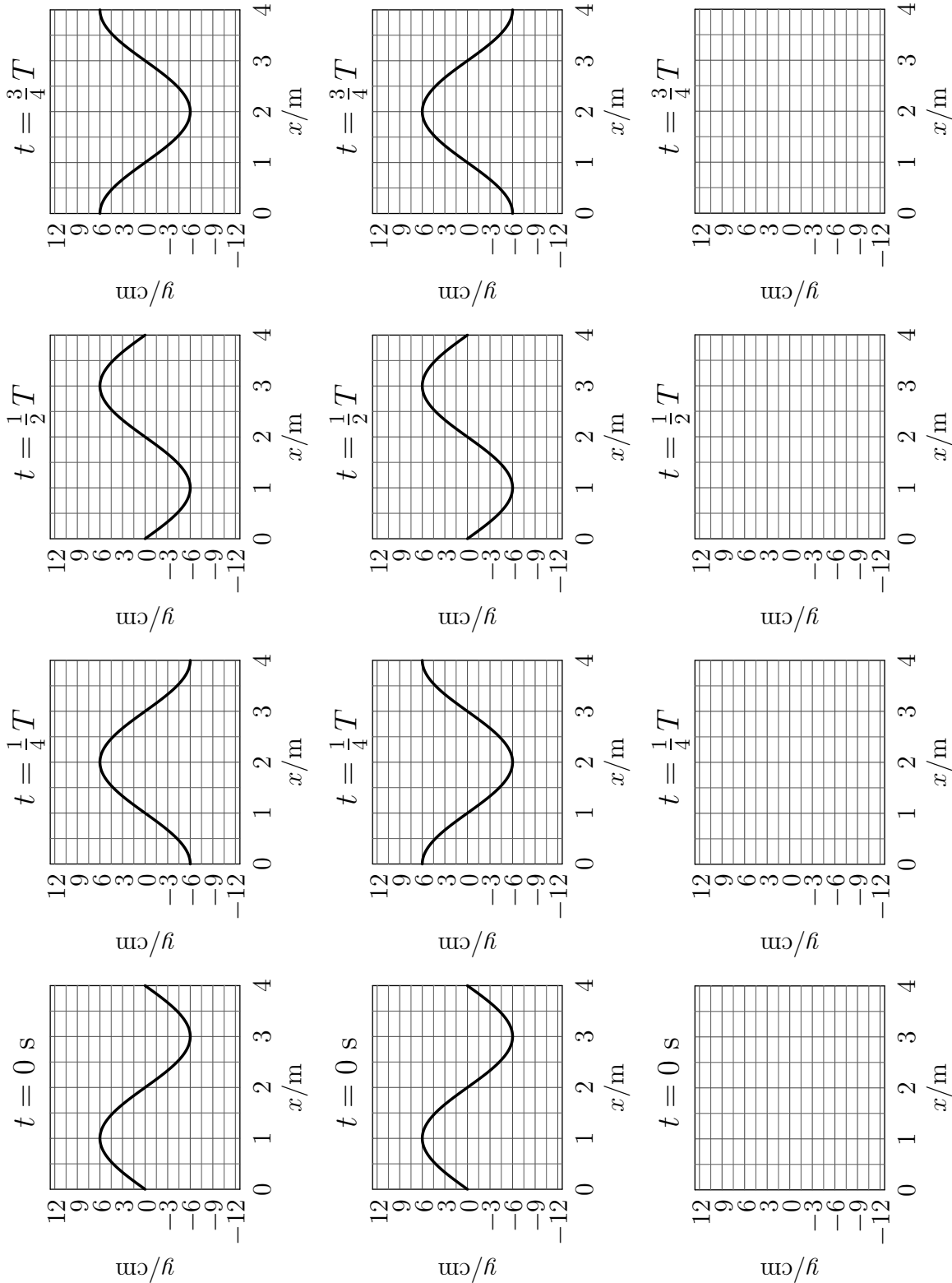
4 Zadanie – Fala biegnąca

Wzdłuż sznurka biegnie fala, która opisana jest wzorem: $y(x,t) = A \cos(Bx - Ct + D)$, gdzie x to położenie, a t to czas. Stałe numeryczne wynoszą odpowiednio: $A = 4$ mm, $B = 73$ rad/m, $C = 34$ rad/s, $D = 1$ rad.

- Wyznacz amplitudę fali.
- Wyznacz długość fali.
- Wyznacz okres fali.
- Wyznacz częstotliwość fali.
- Wyznacz prędkość fali.
- Wyznacz przemieszczenie sznurka w punkcie $x = 12,5$ cm w chwili $t = 8,9$ s.

5 Zadanie – Fale przeciwbieżne

Na poniższym rysunku umieszczono zależności wychyleń y od położenia x w wyróżnionych chwilach t dla dwóch fal: dla pierwszej fali w pierwszym rzędzie i dla drugiej fali w drugim rzędzie. Jak będzie wyglądała ich suma (superpozycja)? Narysuj odpowiednie zależności $y(x)$ w trzecim rzędzie.



6 Zadanie – Kuter rybacki

Dwóch rybaków wypłynęło kutrem rybackim na morze w poszukiwaniu ławicy ryb. Płynęli z prędkością 18 km na godzinę względem dna. Fale morskie, płynące w przeciwną stronę, uderzały w przednią część kadłuba około 75 razy w ciągu minuty. Odległość między kolejnymi grzbietami fal wynosiła 5 m.

W celu znalezienia ławicy ryb, rybacy wykorzystali sonar, czyli urządzenie, które wysyłało pionowo w głąb wody fale ultradźwiękowe o częstotliwości 160 kHz i długości 9 mm. Od chwili wysłania impulsu do chwili jego powrotu po odbiciu się od ławicy ryb upłynęło 70 ms.

- Ile wynosi szybkość przemieszczania się fal morskich względem dna?
- Ile wynosi szybkość rozchodzenia się fal ultradźwiękowych emitowanych przez sonar?
- Jaka jest głębokość, na której znajduje się ławica ryb?

7 Zadanie – Struna

Rozważmy gitarową strunę o długości 0,66 m, która rozpięta jest pomiędzy dwoma zaciskami. Przy częstościach rezonansowych, w wyniku interferencji, w strunie powstaje fala stojąca. Drganie własne o najniższej częstości rezonansowej nazywamy modem podstawowym lub pierwszą harmoniczną. W przypadku powyższej struny częstotliwość modu podstawowego wynosi 335 Hz.

- Z jaką prędkością rozchodzi się fala w strunie?
- Jaką częstotliwość ma druga harmoniczna?

8 Zadanie – Prędkość dźwięku w stali

Paweł i Gawęł stoją na szynach kolejowych w odległości 1089 m od siebie. Paweł uderzył młotkiem w szynę. Gawęł, przykładając ucho do szyny, usłyszał dźwięk o 3 sekundy wcześniej niż dźwięk, który doleciał w powietrzu. Oblicz prędkość, z jaką rozchodzi się dźwięk w stali, z której zrobiono szyny. Prędkość dźwięku w powietrzu wynosi $339 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

9 Zadanie – Radiowóz policyjny

Syrena radiowozu policyjnego wydaje dźwięk o częstotliwości 970 Hz. Samochód zbliża się ze stałą prędkością z oddali do ludzi stojących na przystanku, którzy odbierają dźwięk o częstotliwości 1040 Hz. Prędkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu wynosi $339 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- Ile wynosi prędkość radiowozu?
- Znając prędkość radiowozu, oblicz częstotliwość dźwięku, jaką usłyszą ludzie na przystanku, gdy radiowóz znajdzie się w znacznej odległości, oddalając się od nich.

10 Zadanie – Nietoperz

Nietoperz orientuje się w przestrzeni, wysyłając i odbierając odbite fale dźwiękowe. Spoczywający nietoperz wysyła dźwięki o częstotliwości 75 kHz. Wydając ten sam dźwięk, osobnik leciał z prędkością $13 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, prostopadle do pionowej ściany jaskini. Jaką częstotliwość miała odbierana przez nietoperza fala dźwiękowa, która wróciła do niego po odbiciu? Prędkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu wynosi $339 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

11 Zadanie – Nietoperz i mucha [do dokończenia]

W jednowymiarowym świecie jednowymiarowy nietoperz leci z prędkością 2 m/s względem układu współrzędnych związanym z torami naprzeciw jadącego pociągu. W chwili $t = 0$ s znajduje się w odległości 153 m od pociągu. Chce złapać muchę, znajdującą się między nim a pociągiem i oddaloną od niego w $t = 0$ s o 30 m. Wysłał sygnał echolokacyjny o częstotliwości 45 kHz. Wracają do niego dwa sygnały o częstotliwościach 45,53 kHz i 50,92 kHz. Czy nietoperzowi uda się złapać tę muchę? Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami. Załóż, że prędkości nietoperza, pociągu i muchy są dużo mniejsze od prędkości dźwięku w powietrzu 340 m/s.

12 Zadanie – Przesunięcie linii widmowej

Długość fali dla linii widmowej wodoru wynosi $\lambda_H = 656,28$ nm. Na niebie zaobserwowano gwiazdę, która emituje między innymi falę o długości $\lambda = 674,66$ nm. Wiedząc, że jest to ta sama, lecz przesunięta linia widmowa, oblicz z jaką prędkością względem ziemskiego obserwatora porusza się ta gwiazda.

13 Zadanie – Odkurzacz

Natężenie fali dźwiękowej I to moc fali przypadająca na jednostkę powierzchni, przez którą przechodzi fala. Poziom natężenia dźwięku β definiujemy jako $\beta = (10 \text{ dB}) \log \frac{I}{I_0}$, gdzie I_0 to standardowe natężenie odniesienia, $I_0 = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$. Jednostką natężenia dźwięku jest decybel. Poziom natężenia szeptu wynosi 21 dB, a odpowiadające mu natężenie I_1 jest 10000 razy mniejsze niż natężenie I_2 pracującego odkurzacza. Oblicz poziom natężenia dźwięku w decybelach pracującego odkurzacza.

14 Zadanie – Fala podłużna w pręcie

Oblicz prędkość rozchodzenia się podłużnej fali w długim, metalowym pręcie. Długość fali jest znacznie większa od średnicy pręta. Gęstość metalu, z którego wykonano pręt, jest równa 7700 kg/m^3 , a moduł Younga tego metalu jest równy 171 GPa. Jeśli nie pamiętasz zależności prędkości fali od modułu Younga i gęstości, to w opisanym przypadku możesz ją uzyskać, rozważając wymiary tych wielkości.

15 Zadanie – Interferencja fal dźwiękowych

W jednorodnym ośrodku umieszczono dwa głośniki. Pierwszy głośnik znajduje się w odległości 7,5 m, a drugi w odległości 4 m od mikrofonu. Każdy z głośników oddzielnie wytwarzał w okolicy mikrofonu falę o takiej samej amplitudzie, a w obszarze między tym głośnikiem a mikrofonem zmiany ciśnienia można było w przybliżeniu opisać jako falę płaską o długości fali 140 cm. Następnie włączono oba głośniki. Drgają one w taki sam sposób, czyli w zgodnej fazie. Na podstawie odpowiednich obliczeń określ, czy w miejscu, gdzie znajduje się mikrofon, nastąpi wzmocnienie czy osłabienie dźwięku w porównaniu z sytuacją, gdy był włączony tylko jeden z głośników.

16 Zadanie – Siatka dyfrakcyjna

Wiązka monochromatycznego światła oświetla siatkę dyfrakcyjną posiadającą 500 rys na jednym milimetrze. Na ekranie zaobserwowano prążek pierwszego rzędu pod kątem 16° .

- Jaka jest długość fali światła?
- Jaka to barwa światła?

17 Zadanie – Doświadczenie Younga

Zielone światło o długości fali 550 nm oświetla dwie bardzo wąskie szczeliny odległe o 1,2 mm. Ekran, na którym obserwujemy obraz interferencyjny, jest odległy od szczelin o 5,7 m. Ile wynosi odległość między jasnymi prążkami?

18 Zadanie – Czy to fala?

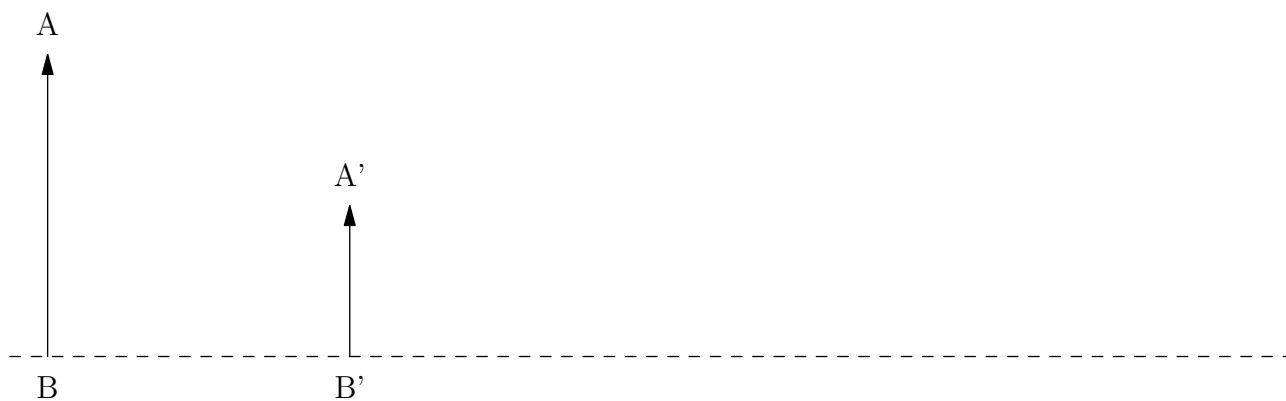
W strefie subdukcji miało miejsce trzęsienie ziemi. Po analizie danych sejsmicznych stwierdzono, że wychylenie skorupy ziemskiej można opisać następującą funkcją zależną od położenia x oraz czasu t :

$$f(x, t) = N \cdot \sin\left(\frac{x}{L} + a\right) \cdot \cos\left(\frac{t}{T} + b\right) + K$$

gdzie N , L , T , a , b , K są stałymi. Funkcja opisywała wychylenie dla $x \in (0, L)$ oraz $t \in (0, T)$. Sprawdź, czy ta funkcja spełnia równanie falowe, a więc czy opisywane wychylenie było falą.

19 Zadanie – Gdzie ta soczewka?

Poniższy rysunek przedstawia w schematyczny sposób przedmiot AB oraz obraz A'B' powstały po przejściu przez ciekłą soczewkę światła emitowanego przez przedmiot AB. Zaznaczono też oś optyczną BB'. Wypisz 3 cechy obrazu. Znajdź położenie soczewki oraz rozstrzygnij, czy użyto soczewki skupiającej, czy rozpraszającej.



20 Zadanie – Odległość do diody

Cienka soczewka o ogniskowej 15 cm musi być odsunięta na odległość 18 cm od ekranu, aby uzyskać na nim ostry obraz świecącej diody znajdującej się na osi optycznej soczewki.

- Oblicz odległość od soczewki do diody.
- Oblicz stosunek wysokości diody do wysokości jej obrazu.

21 Zadanie – Płytką równoległościenna

Wiązka światła pada na szklaną płytkę równoległościenną znajdującą się w powietrzu. Promień padający tworzy z powierzchnią graniczną kąt 45° . Bezwzględne współczynniki załamania światła dla powietrza i szklanej płytki wynoszą odpowiednio: $n_1 = 1,003$ i $n_2 = 1,662$.

- Ile wynosi kąt odbicia przy pierwszej powierzchni?
- Ile wynosi kąt załamania przy pierwszej powierzchni?
- Ile wynosi kąt odbicia przy drugiej powierzchni?
- Ile wynosi kąt załamania przy drugiej powierzchni?
- Czy wychodząca wiązka jest równoległa do wchodzącej?

22 Zadanie – Kij w basenie

Z poziomego dna basenu, prostopadle do dna, wystaje kij o długości 2,1 m. Ponad powierzchnią wody znajduje się 27% jego długości. Padają na niego promienie słoneczne pod kątem 56° do powierzchni wody. Ile wynosi długość cienia kija na dnie basenu? Współczynnik załamania wody wynosi 1,33, a powietrza 1.

23 Zadanie – Polaryzacja odbitego światła

Studenci powinni określić materiał, z którego została wykonana sześcienna bryła. Mają tego dokonać tylko na podstawie badania polaryzacji odbitego od jej ściany światła. Dysponują wiązką światła o długości fali 589 nm. Maksymalną polaryzację liniową odbitej wiązki uzyskali, gdy kąt między normalną do ściany a odbitą wiązką był równy $55,6^\circ$. Na podstawie odpowiednich obliczeń wskaż, z którego z następujących materiałów najprawdopodobniej wykonano bryłę (w nawiasach podano bezwzględny współczynnik załamania światła dla referencyjnej próbki): korund (1,77), szkło kwarcowe (1,46), fluorek sodu (1,33). Bryła znajduje się w powietrzu, dla którego przyjmij bezwzględny współczynnik załamania światła równy 1.

24 Zadanie – Polaryzacja i geolog

Młoda geolog podczas wycieczki w Sudetach znalazła fragment kryształu. W celu jego identyfikacji badała polaryzację odbitego od ściany kryształu światła. Dysponowała wiązką światła o długości fali 589 nm. Maksymalną polaryzację liniową odbitej wiązki uzyskała, gdy kąt między normalną do ściany kryształu a odbitą wiązką był równy 57° . Na podstawie odpowiednich obliczeń określ najbardziej prawdopodobny minerał, którego fragment był badany. Wybierz spośród (w nawiasach podano bezwzględny współczynnik załamania światła dla referencyjnej próbki): fluoryt (1,43), halit (1,54), szkło kwarcowe (1,46). Kryształ znajdował się w powietrzu, dla którego przyjmij bezwzględny współczynnik załamania światła równy 1.