

Temat: Fale mechaniczne

Wykonywanie doświadczeń nie jest obowiązkowe.

Cel lekcji: Dowiesz się, czym jest fala, jakie ma właściwości, jakie wielkości ją opisują i jaki jest związek między drganiami a falami.

Jak powstaje fala mechaniczna

Na pewno zdarzyło ci się obserwować fale na powierzchni wody. Często słyszysz też o falach radiowych czy akustycznych. Czym właściwie jest fala i jak powstaje? Aby odpowiedzieć na to pytanie, wykonaj proste doświadczenie.

DOŚWIADCZENIE 39

1. Przygotuj długi gruby sznur lub gumowy wąż (najlepiej 2–3 m) i kawałek kolorowej wstążki albo taśmy.
2. Przymocuj jeden koniec sznura np. do klamki zamkniętych drzwi lub do kaloryfera. Przywiąż wstążkę w dowolnym miejscu na sznurze.
3. Naciągnij wąż, trzymając jego drugi koniec jedną ręką, a następnie szybko potrząśnij jednokrotnie w górę i w dół. Co obserwujesz?
4. Ruszaj rytmicznie ręką w górę i w dół. Obserwuj ruch wstążki. Co zauważasz?

Wstążka przemieszcza się w górę i w dół, ale nie zmienia położenia względem sznura.

Po potrząśnięciu sznurem powstaje odkształcenie, które przemieszcza się wzdłuż jego długości.

W pierwszej części doświadczenia można zaobserwować pojedyncze odkształcenie, które przemieszcza się wzdłuż sznura. Jest to tzw. **impuls falowy**, czyli krótkotrwała fala. Rytmicznie potrząsając sznurem, wytwarzasz ciąg impulsów falowych – falę, która powstaje, dopóki poruszasz ręką. Każde zaburzenie (każdy

impuls falowy) w tej fali odpowiada jednemu potrząśnięciu sznurem. W dalszej części doświadczenia można zauważyć, że gdy odkształcenie przesuwa się wzdłuż sznura, wstążka drga w górę i w dół wokół położenia równowagi – nie przemieszcza się wzdłuż sznura.

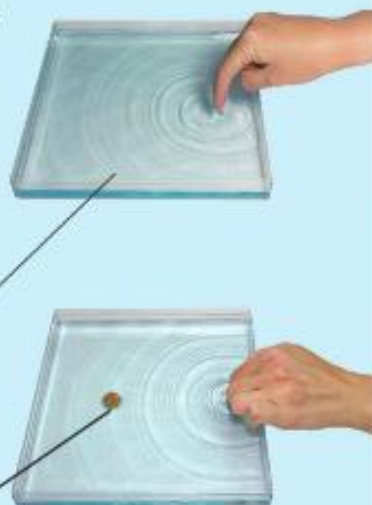
Wykonajmy kolejne doświadczenie pokazujące, jak podobne zaburzenie przemieszcza się na powierzchni wody.

DOŚWIADCZENIE 40

1. Przygotuj: wanienkę taką jak na fotografii (możesz ją zastąpić przezroczystym pudełkiem lub akwariem), lampę i korek lub kawałek styropianu.
2. Do wanienki nalej wody i oświetl ją od góry. Uderzaj palcem lekko, w stałym tempie w powierzchnię wody. Co obserwujesz?
3. Na powierzchni wody połóż korek. Uderzaj rytmicznie w powierzchnię wody i obserwuj, co się dzieje z korkiem. Co zauważasz?

Odkształcenie powierzchni wody rozchodzi się we wszystkie strony w postaci powiększających się okręgów o wspólnym środku. Ich cień można obserwować na dnie naczynia.

Drgania palca wywołują zaburzenie, które wprawia w drgania korek. Położony na powierzchni wody korek nie podąża za poziomym ruchem fall, ale wykonuje ruchy w górę i w dół.



Uderzanie w powierzchnię wody powoduje drgania – powierzchnia wody rytmicznie unosi się i opada. W doświadczeniu można zaobserwować rozchodzące się zaburzenia (odkształcenie powierzchni wody) w postaci okręgów, tworzące kolejne grzbiety i doliny (patrz rys. obok). Przemieszczanie się fali nie powoduje poziomego ruchu korka. Oznacza to, że:



Schematyczne przedstawienie fali na wodzie.

Cząsteczki wody nie przemieszczają się razem z falą, czyli fale **nie przenoszą materii**.

Jak i gdzie rozchodzi się fala mechaniczna

Zarówno sznur, jak i woda w doświadczeniach 39 i 40 są dla rozchodzących się fal ośrodkiem. W wyniku

drgania jakiegoś ciała (np. ręki) w ruch drgający wprawiane są cząsteczki ośrodka (wody, sznura), te **przekazują energię** drgań kolejnym cząsteczkom i w ośrodku przemieszcza się zaburzenie zwane **falą mechaniczną**. Zauważ, że rytmiczne potrząsanie ręką to ruch drgający wykonywany z określoną częstotliwością. A zatem:



Fale na powierzchni wody powodują, że boja morska wykonuje drgania.

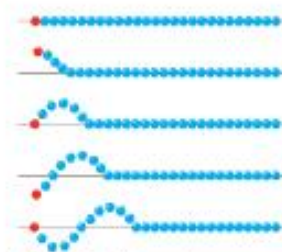
Źródłem fali jest drgające ciało.

Możemy teraz zdefiniować falę mechaniczną.

Rozchodzące się w ośrodku zaburzenie (odkształcenie) nosi nazwę **fali mechanicznej**. Fala może rozchodzić się na duże odległości, choć cząsteczki ośrodka nie przemieszczają się wraz z nią, a jedynie wykonują drgania.

Ciała sprężyste, w których mogą się rozchodzić fale, nazywamy **ośrodkami sprężystymi**. W przypadku powierzchni cieczy ta „sprężystość” polega na tym, że po odkształceniu powierzchnia cieczy wraca do pierwotnego płaskiego kształtu.

Aby lepiej zrozumieć mechanizm powstawania i rozchodzenia się fal mechanicznych, przeanalizuj rysunek zamieszczony obok. Przedstawia on model ośrodka sprężystego, w którym cząsteczki oddziałują na siebie siłami sprężystości.

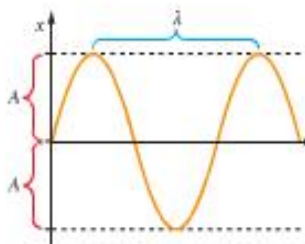


Model ośrodka sprężystego, w którym rozchodzi się fala mechaniczna.

Jeżeli do drgań zostanie pobudzona pierwsza cząsteczka (na rys. oznaczona kolorem czerwonym), to spowoduje ona drganie drugiej cząsteczki, ta – następnej itd. Po pewnym czasie drgać będzie cały zespół cząsteczek. Ich położenie wyznacza krzywa, która jest graficznym obrazem fali.

Wielkości opisujące fale

Zauważ, że w czasie potrzebnym pierwszej cząsteczce do wykonania jednego pełnego drgania fala przemieszcza się na pewną odległość. Przemieszczenie to nosi nazwę **długości fali**, którą oznaczamy symbolem λ (lambda).



Długość fali λ to odległość między kolejnymi grzbiętami.

Odległość, którą fala przebywa w czasie, gdy dowolnie wybrana cząsteczka ośrodka wykonuje jedno pełne drganie, nosi nazwę **długości fali**.

Inaczej: długość fali to odległość między jej kolejnymi grzbietami lub dolinami (patrz rys. na str. 173).

Jak już wiesz, źródłem fali mogą być drgające ciała, a fale i ruch drgający są opisywane przez te same wielkości fizyczne: amplitudę, okres i częstotliwość. Ponadto do opisu fali używa się pojęć: długość fali i prędkość rozchodzenia się fali.

Czas, w którym cząsteczka ośrodka pobudzona do drgań wykonuje jedno pełne drganie, nosi nazwę **okresu fali**.

Okres fali oznacza się literą T .

Częstotliwość fali oblicza się ze wzoru:

$$\text{częstotliwość fali} = \frac{1}{\text{okres fali}} \quad f = \frac{1}{T}$$

W określonym **ośrodku jednorodnym** fala rozchodzi się ze stałą prędkością v , której wartość można obliczyć ze wzoru na prędkość w ruchu jednostajnym ($v = \frac{s}{t}$).

Jak powiedzieliśmy, w czasie jednego drgania, czyli okresu (a więc dla $t = T$), zaburzenie ośrodka przebywa odległość równą długości fali ($s = \lambda$).

Zatem **prędkość fali** obliczamy ze wzoru:

$$\text{prędkość fali} = \frac{\text{długość fali}}{\text{okres fali}} \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

Ponieważ $T = \frac{1}{f}$, po podstawieniu otrzymamy wzór na prędkość rozchodzenia się fali w postaci:

$$\text{prędkość fali} = \text{długość fali} \cdot \text{częstotliwość} \quad v = \lambda \cdot f$$

Amplituda fali to największe wychylenie cząsteczek drgającego ośrodka z położenia równowagi. Podobnie jak w ruchu drgającym, amplitudę fali oznacza się

CIEKAWOSTKA

Samiec nartnika potrafi nie tylko chodzić po powierzchni wody, lecz także tupać, i to z określoną częstotliwością: 90 Hz. W ten sposób przywołuje samice, które odróżniają fale wywołane tupaniem samca od innych fal rozchodzących się po powierzchni wody.



Ośrodek jednorodny to taki, który ma jednakowe właściwości (np. gęstość, sprężystość) w całej objętości.

Skoro prędkość fali jest dla danego ośrodka stała, to długość fali zależy od częstotliwości drgań.

TO NAJWAŻNIEJSZE

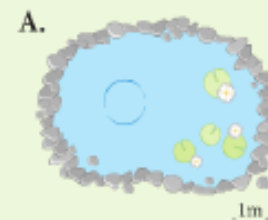
- **Falą mechaniczną** nazywa się rozchodzące się zaburzenie ośrodka.
- Fala może się rozchodzić na duże odległości, choć cząsteczki ośrodka nie przemieszczają się wraz z nią, lecz jedynie wykonują drgania, przekazując energię kolejnym cząsteczkom.
- **Długość fali** to odległość, jaką fala pokonuje w czasie jednego pełnego drgania cząsteczki ośrodka.
- **Okres, częstotliwość i amplituda** fali to odpowiednio okres, częstotliwość i amplituda drgań cząsteczek ośrodka.
- Związek między prędkością v , długością fali λ i częstotliwością f przedstawia wzór:

$$v = \lambda \cdot f$$

Rozwiąż zadania

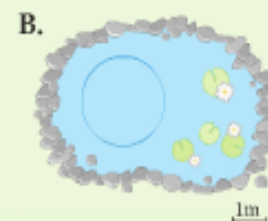


- 1 Do sadzawki wrzucono kamyk, który wytworzył na powierzchni wody falę w kształcie okręgu. Na rysunkach A i B pokazano dwa obrazy tej fali uchwycone w odstępie dwóch sekund.



a) Oblicz prędkość rozchodzenia się fali.

b) Po jakim czasie od chwili pokazanej na drugim rysunku fala dotrze do brzegu sadzawki?



- 2 Zdjęcie przedstawia falę wytworzoną na sznurze. Określ w przybliżeniu amplitudę oraz długość tej fali. Skorzystaj z przedstawionej na zdjęciu podziałki.



- 3 Pewnego dnia odległość między grzbietami fali na morzu wynosiła 2,5 m. Najkrótszy czas pomiędzy najniższym a najwyższym położeniem łodzi unoszącej się na powierzchni wody wynosił 0,625 s.

Praca domowa

Przepisz do zeszytu *To najważniejsze*

Dokonania pracy ucznia, proszę udokumentować w formie zdjęcia po czym proszę przesłać na adres email:
karolkawiak.sosw@wp.pl

Podstawą oceniania będzie również prowadzenie zeszytu przedmiotowego ucznia, więc proszę stosować się do poleceń nauczyciela.