

Materiały z fizyki do pracy zdalnej na 2 tydzień dla klasy 8-mej.

Przesyłam dopełnienie i zadania do tematów realizowanych na ostatnich lekcjach z fizyki. Proszę o rozwiązanie ponizszych zadań z zeszytu ćwiczeń z fizyki dla klasy 8-mej.

Proszę zapisywać tematy i rozwiązania zadań w zeszycie przedmiotowym do późniejszego sprawdzenia.

Ponizej zadań umieściłem fragmenty podręcznika do tematów - Fale dźwiękowe. Wysokość i głośność dźwięku, które będą pomocne przy rozwiązywaniu zadań.

Korzystajcie również z notatek robionych na lekcji z tych tematów. Starajcie się samodzielnie odpowiedzieć na pytania z zeszytu ćwiczeń. Na końcu materiału umieściłem rozwiązania do przesłanych zadań, można sprawdzić poprawność swoich rozwiązań.

Życzę owocnej pracy i pozdrawiam

Stanisław Grzonka

Przydatne linki do tematu:

Fale dźwiękowe, czy dźwięk zgasi świeczki?

<https://www.youtube.com/watch?v=qROXb3AdSt8>

Głośność i wysokość dźwięku, infradźwięki, ultradźwięki:

<https://www.youtube.com/watch?v=Gmi0jJNCyu4>



Na dobry początek

- 1 Zapisz pod zdjęciami, co jest źródłem dźwięku w przedstawionych na nich przedmiotach. Posłuż się wyrażeniami z ramki.

 drgająca struna • drgająca membrana • drgający słup powietrza •
 drgająca blaszka • drgające pręty • drgająca czasza


- 2 Określ, jakiego rodzaju dźwięki wydają źródła dźwięków wymienione w tabeli. Wstaw znak X w odpowiedniej kratce.

Źródło dźwięku i częstotliwość	Infradźwięki	Dźwięki słyszalne przez człowieka	Ultradźwięki
urządzenia do diagnostyki USG (2,5 MHz–10 MHz)			
rozmowa telefoniczna (200 Hz–3500 Hz)			
obracające się łopaty wirnika elektrowni wiatrowej (5 Hz–10 Hz)			
nietoperze w trakcie echolokacji (25 kHz–210 kHz)			

18 Fale dźwiękowe

Cel lekcji: Dowiesz się, co jest źródłem dźwięku, jak powstają fale dźwiękowe i jakie wielkości fizyczne je opisują oraz od czego zależą.

Źródła dźwięku

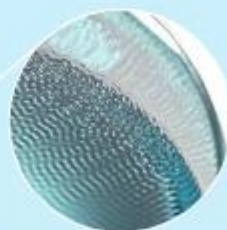
Dźwięki otaczają nas z każdej strony, ale co tak naprawdę sprawia, że je słyszymy? Wykonując poniższe doświadczenie, dowiesz się, co jest źródłem dźwięku.

DOŚWIADCZENIE 41

1. Przygotuj: szklany kieliszek na nóżce oraz gitarę lub – jeśli jej nie masz – gumkę recepturkę i talerz.
2. Szarpnij strunę gitary albo naciągnij gumkę recepturkę na talerz i szarpnij ją. Co zauważasz?

Po szarpnięciu struny lub gumki recepturki słychać dźwięk. Jego źródłem jest drgająca struna lub gumka recepturka.

3. Umyj kieliszek płynem do mycia naczyń i nalej do niego wody.
4. Jedną ręką przytrzymaj stopkę kieliszka, a mokrym palcem drugiej ręki pocieraj brzeg kieliszka i obserwuj powierzchnię wody. Co zauważasz?

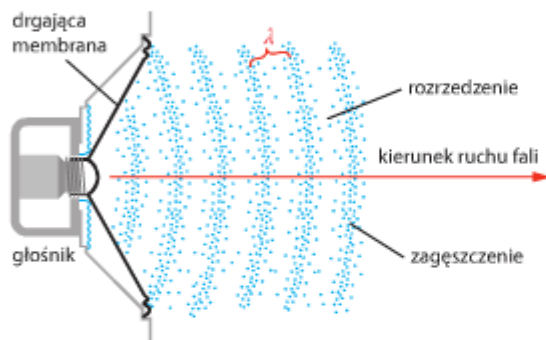


Podczas pocierania brzegu kieliszka palcem słychać dźwięk. Jego źródłem jest drgające szkło. O tym, że czasza kieliszka drga, możesz się przekonać, obserwując wodę wewnątrz naczynia. Jej powierzchnia pod wpływem tych samych drgań marszczy się – widać fale.

Na podstawie doświadczenia 41 można sformułować wniosek:

Źródłem dźwięku jest drgające ciało.

Każde źródło dźwięku wywołuje drgania warstw cząsteczek otaczającego je ośrodka sprężystego (np. powietrza), które są przekazywane kolejnym cząsteczkom. Powoduje to chwilowe zagęszczenia i rozrzedzenia ośrodka, które rozchodzą się, tworząc **falę dźwiękową**, czyli **akustyczną** (patrz rys. poniżej).



Drgania membrany głośnika powodują powstawanie zagęszczeń i rozrzedzeń powietrza – rozchodzi się fala dźwiękowa.

Na czym polega rozchodzenie się dźwięku

Kiedy mówisz, wprawiasz w drgania struny głosowe w gardle. Możesz to sprawdzić, dotykając gardła w trakcie mówienia. Drgające struny wprawiają w drgania otaczające je warstwy powietrza (jak na rysunku z głośnikiem), które przekazują te drgania kolejnym, bardziej oddalonym warstwom. Takie okresowe zagęszczenia i rozrzedzenia cząsteczek powietrza przemieszczają się, docierają do uszu i powodują drgania błony bębenkowej (patrz „Fizyka wokół nas” na str. 179).

Rozchodzenie się fali dźwiękowej polega na rozprzestrzenianiu się drgań warstw cząsteczek ośrodka (np. powietrza).

Fale dźwiękowe to fale mechaniczne, podobnie jak fale na sznurze i fale na powierzchni wody.



Drgające struny gitary są źródłem dźwięku.

CIKAWOSTKA

Nie wszystkie zwierzęta odbierają dźwięki podobnie jak ludzie. Koniki polne wyczuwają rozchodzące się dźwięki za pomocą nóg.

Węże nie mają uszu, nie słyszą więc dźwięków przenoszonych przez powietrze, wyczuwają tylko drgania gruntu. Ryby zaś odbierają dźwięki całym ciałem.



FIZYKA WOKÓŁ NAS

Kiedy fala dźwiękowa dociera do ucha, wprawia w drgania błonę bębenkową. Te drgania są przenoszone przez kosteczki słuchowe (młoteczek, strzemiączko i kowadełko) do ślimaka. W ślimaku znajduje się narząd Cortiego, składający się z komórek słuchowych pokrytych rzęskami. Fala dźwiękowa porusza tymi rzęskami, a komórki słuchowe zamieniają drgania w impulsy nerwowe. Następnie informacja nerwem słuchowym przekazywana jest do mózgu.



Fale dźwiękowe w ośrodkach innych niż powietrze

Aby się przekonać, że do rozchodzenia się dźwięku potrzebny jest ośrodek, wykonaj doświadczenie.

DOŚWIADCZENIE 42

1. Przygotuj pompę próżniową (lub pojemnik próżniowy do przechowywania żywności) oraz budzik lub telefon komórkowy.
2. Pod kloszem pompy próżniowej lub w pojemniku próżniowym umieść dzwoniący budzik lub telefon odtwarzający muzykę.
3. Wypompuj powietrze. Co zauważasz?

W miarę rozrzedzania powietrza pod kloszem (w pojemniku) dźwięk budzika cichnie, wreszcie przestaje być słyszalny.



Fala dźwiękowa **nie może się rozchodzić w próżni**, ponieważ nie ma tam cząsteczek, które mogłyby przekazywać energię drgań. Natomiast w rozrzedzonym powietrzu, gdzie jest mniej cząsteczek, fale dźwiękowe rozprzestrzeniają się słabiej.

Rozchodzenie się dźwięku odruchowo kojarzymy z powietrzem, ale drgania mogą przenosić się również w innych ośrodkach. Wiele zwierząt w oceanach porozumiewa się za pomocą dźwięków. Fale dźwiękowe mogą się też rozprzestrzeniać w ciałach stałych. W zależności od rodzaju ośrodka dźwięk rozchodzi się z różną prędkością.

Prędkość rozchodzenia się dźwięku zależy od ośrodka, w którym się rozchodzi.

FIZYKA WOKÓŁ NAS

Samoloty, które mogą się poruszać szybciej niż dźwięk, nazywane są ponaddźwiękowymi. Miarą ich prędkości jest jednostka o nazwie **mach**. Jeden mach to prędkość dźwięku w powietrzu. Najszybszy załogowy samolot odrzutowy świata (amerykański Lockheed SR-71 Blackbird) poruszał się z prędkością 3,5 macha. Został wycofany ze służby w 1998 roku.



Samolot Lockheed SR-71 Blackbird.

Prędkość, z jaką rozchodzi się dźwięk w przykładowych ośrodkach, przedstawiono w tabeli poniżej.

Ośrodek	Prędkość $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$	Ośrodek	Prędkość $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$	Ośrodek	Prędkość $\left[\frac{\text{m}}{\text{s}}\right]$
diamant	18 000	cegła	3600	powietrze (15°C)	340
stal	6000	woda (20°C)	1450	tlen	317
szkło kwarcowe	5900	wodór	1286	kauczuk	54
drewno dębowe	3800	korek	500	tlenek węgla(IV)	261

Fale dźwiękowe można opisać za pomocą tych samych zależności między prędkością v , długością λ i okresem fali T , które dotyczą wszystkich fal.

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \text{lub} \quad v = \lambda \cdot f$$

PRZYKŁAD

Obliczanie długości fali

Oblicz długość fali dźwiękowej tonu a¹ granego na fortepianie, jeśli jego częstotliwość wynosi 440 Hz.

Rozwiązanie:

Jeśli $f = 440 \text{ Hz}$, a $T = \frac{1}{f}$, to okres wynosi:

$$T = \frac{1}{440 \text{ Hz}} \approx 0,00227 \text{ s}$$

Dźwięk rozchodzi się z prędkością $v = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, więc w czasie $T = 0,00227 \text{ s}$ przebywa drogę: $s = v \cdot t$, zatem $s = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,00227 \text{ s} \approx 0,77 \text{ m}$.

Fala w czasie równym swojemu okresowi pokonuje drogę równą swojej długości, a więc obliczona wielkość to szukana długość fali dźwiękowej.

$$\lambda = 0,77 \text{ m}$$

Odpowiedź: Długość fali tonu a¹ wynosi 0,77 m.

TO NAJWAŻNIEJSZE

- **Fala dźwiękowa** (czyli **akustyczna**) jest falą mechaniczną. Jej rozchodzenie polega na rozprzestrzenianiu się drgań warstw cząsteczek ośrodka (np. powietrza).
- **Źródłem dźwięku** jest ciało drgające.
- Fala dźwiękowa rozprzestrzenia się w różnych ośrodkach, np. w powietrzu, wodzie, szkle. Drgania są przenoszone przez cząsteczki tych ośrodków.
- **Prędkość** rozchodzenia się dźwięku zależy od ośrodka, w którym się on rozchodzi.
- Dźwięk (ani żadna inna fala mechaniczna) **nie rozchodzi się w próżni**.

Infradźwięki i ultradźwięki

Jak już wiesz, jedną z cech dźwięku jest wysokość, bezpośrednio związana z częstotliwością drgań. Im szybciej coś drga, tym wyższy wytwarza dźwięk, im wolniej drga, tym dźwięk jest niższy. Na przykład częstotliwość brzęczenia pszczoły wynosi 200 Hz, a częstotliwość drgań powietrza w organach – od 8 Hz do około 12 500 Hz.

Ucho ludzkie może rejestrować dźwięki tylko wtedy, gdy częstotliwość fali dźwiękowej mieści się w granicach od około 16 Hz do około 20 000 Hz. Dźwięki takie nazywa się **dźwiękami słyszalnymi**.

Są to częstotliwości skrajne, które mogą być słyszalne tylko przez niektóre osoby. Przeciętny dorosły człowiek nie słyszy dźwięków powyżej 15 000 Hz.

Dźwięki o częstotliwości niższej od 16 Hz nazywa się **infradźwiękami**, a o częstotliwości wyższej od 20 000 Hz – **ultradźwiękami**.

Źródłami infradźwięków mogą być trzęsienia ziemi, wybuchy wulkanów, wyładowania atmosferyczne lub wichury, ale również samoloty albo elektrownie wiatrowe. Infradźwięki o dużym natężeniu mogą spowodować drgania konstrukcji budynków.

Zastosowania ultradźwięków

Powszechnie znane jest zastosowanie **ultradźwięków** w medycynie do badań ultrasonograficznych (USG). W ultrasonografii medycznej wykorzystuje się fale o częstotliwości między 2 a 50 MHz.

Ultradźwięki znajdują zastosowanie również w urządzeniach echolokacyjnych (sonarach). **Echolokacja** to orientacja w przestrzeni za pomocą fal dźwiękowych. Polega na wysyłaniu ultradźwięków, a następnie odbieraniu powracającej fali odbitej od przeszkody. Gdy znamy prędkość rozchodzenia się fali dźwiękowej w danym ośrodku, a mierzymy czas, po jakim dźwięk powraca do źródła, możemy określić odległość od przeszkody.

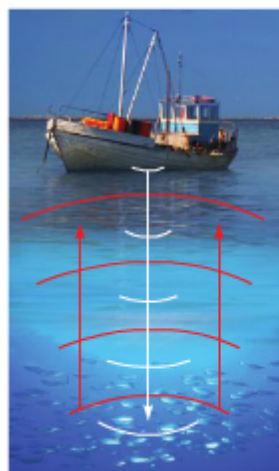
Urządzenia echolokacyjne wykorzystuje się do poszukiwania ławic ryb, mierzenia głębokości wody i badania dna morskiego.

Z echolokacji korzystają także wieloryby, delfiny i niepoterze. Odbity dźwięk pozwala im określić położenie obiektów znajdujących się w otoczeniu.

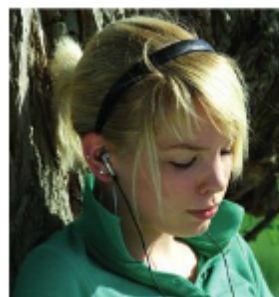
Urządzenia echolokacyjne pozwalają inżynierom stwierdzić obecność wad lub pęknięć w metalowych elementach konstrukcyjnych. Metoda badania ciał stałych za pomocą fali dźwiękowej nosi nazwę defektoskopii ultradźwiękowej.

Szkodliwość hałasu

Środki transportu, maszyny i urządzenia nagłaśniające zamieniają ogromne ilości energii na energię akustyczną. Zbyt głośne, nieprzyjemne i drażniące dźwięki są nazywane **hałasem**. Hałas, zwłaszcza długotrwały, jest szkodliwy dla zdrowia.



Schemat działania echosondy.



Słuchanie zbyt głośnej muzyki przez słuchawki douszne powoduje systematyczne i bezpowrotne wyłamywanie rzęsek pokrywających komórki słuchowe (patrz opis ucha na s. 179), co jest częstą przyczyną uszkodzenia słuchu.

Mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych

Źródłem dźwięku w instrumentach muzycznych jest drgające ciało, ale mechanizmy wytwarzania dźwięków są różne.



W bębnie pod wpływem uderzeń **drga** napięta **membrana** (w niektórych bębnach można regulować jej naprężenie).



We flecie drga **słup powietrza** od ustnika do otwartego otworu, co umożliwia otrzymywanie dźwięków o częstotliwościach od 250 Hz do 2500 Hz.



W organach również **drga słup powietrza** – w piszczalkach różnej długości: od 8 cm do 2,5 m. Wydają one dźwięki o częstotliwości od 8 Hz do 12,5 kHz.



Fortepian to instrument strunowy. Jego **struny** uderzane są przez młoteczki połączone z klawiszami. Częstotliwość najwyższego dźwięku fortepianu przekracza 4 kHz.



W gitarze podstawowym elementem drgającym jest **struna**, pobudzana do drgań przez szarpanie. Drgania struny wprawiają w drgania powietrze w pudle rezonansowym. Dociskając strunę na progu, zmienia się jej długość, a tym samym – częstotliwość drgań.

Rozwiązania do ćwiczeń

18. Fale dźwiękowe

s. 77

1. A – drgająca czasza, B – drgająca membrana, C – drgające pręty,
D – drgająca blaszka, E – drgający słup powietrza, F – drgająca struna

2.

Źródło dźwięku i częstotliwość	Infradźwięki	Dźwięki słyszalne przez człowieka	Ultradźwięki
urządzenia do diagnostyki USG (2,5 MHz–10 MHz)			X
rozmowa telefoniczna (200 Hz–3500 Hz)		X	
obracające się łopaty wirnika elektrowni wiatrowej (5 Hz–10 Hz)	X		
nietoperze w trakcie echolokacji (25 kHz–210 kHz)			X

s. 78

3. 1. F, 2. F, 3. P, 4. F, 5. P

4. W czasie 0,4 s dźwięk pokonuje drogę równą dwukrotnej odległości między statkiem a ławicą.

Szukana odległość jest równa połowie drogi pokonanej przez falę: $d = \frac{1}{2} v \cdot t = \frac{1}{2} \cdot 1450 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,4 \text{ s} = 290 \text{ m}$.