



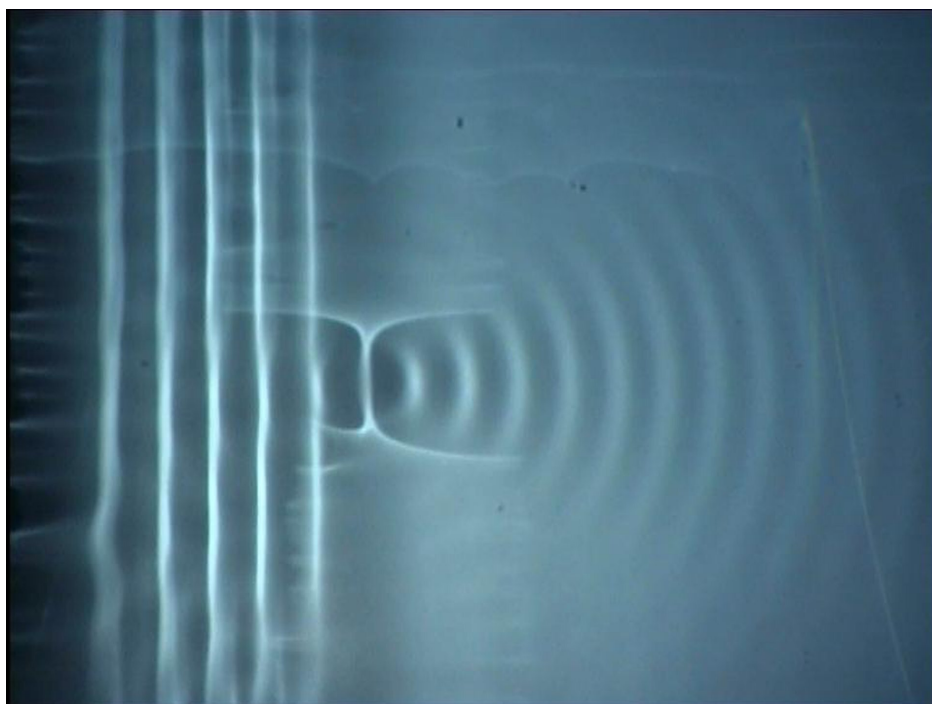
Jak w sposób jakościowy opisać dyfrakcję fali na przeszkodzie?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Jak w sposób jakościowy opisać dyfrakcję fali na przeszkodzie?

Czy to nie ciekawe ?



Rys. a. Fala płaska wytwarzana na powierzchni wody za pomocą drgającej deski.

Na zdjęciu pokazana jest fala płaska (po lewej stronie), wytwarzana na powierzchni wody za pomocą drgającej deski. Fala płaska porusza się w jednym kierunku, prostopadłym do deski. Gdy fala natrafia na przeszkodę, ugina się na jej krawędziach i rozchodzi dalej jako fala kolista (co widać po prawej stronie zdjęcia), poruszając się w różnych kierunkach, obejmujących całe półkole. Zjawisko to, typowe dla fal, nazywamy dyfrakcją. Jaka jest przyczyna ugięcia fali na przeszkodzie? Wyjaśnimy to w tym e-materiale.

Twoje cele

- dowiesz się, na czym polega rozchodzenie się fal,
- poznasz pojęcia opisujące falę,
- poznasz zasadę Huygensa,
- przeanalizujesz mechanizm dyfrakcji fali na przeszkodzie w świetle zasady Huygensa,
- wykorzystasz zdobytą wiedzę do rozwiązania problemów i zadań.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Kluczem do wyjaśnienia zjawiska dyfrakcji, czyli ugięcia fali na przeszkodzie, jest zrozumienie, na czym polega rozchodzenie się fali w ośrodku.

Falę zapoczątkowuje wprowadzenie w drgania cząsteczek ośrodka. Może to być przedmiot uderzający w powierzchnię wody lub uderzenie w strunę instrumentu muzycznego. Drgające cząsteczki ośrodka przekazują energię drgań sąsiednim cząsteczkom, te kolejnym i ruch drgający przenosi się coraz dalej.

Rozchodzenie się fali polega na przekazywaniu energii drgań między sąsiednimi cząsteczkami ośrodka.

Kiedy obserwujemy falę na powierzchni wody (Rys. 1.), widzimy grzbiety i doliny fali. Cząsteczki wody w grzbietach są maksymalnie wychylone do góry, w dolinach – maksymalnie do dołu. Odległość między kolejnymi grzbietami to **długość fali**. Punkty o tej samej fazie drgań (na przykład, będące w maksymalnym wychyleniu) nazywamy **powierzchniami falowymi**.



Rys. 1. Powierzchnie falowe fali rozchodzącej się na wodzie.

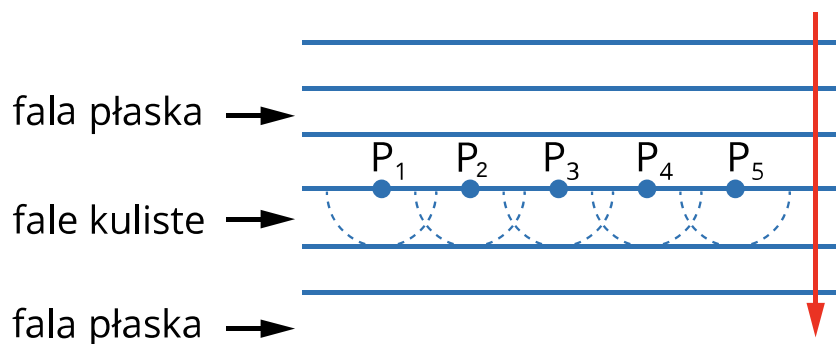
Fale rozchodzące się na powierzchni wody lub w napiętym sznurze możemy obserwować bezpośrednio. O innych falach wnioskujemy obserwując ich skutki. Należą do nich fale akustyczne, czyli dźwięk, a także światło, które jest falą elektromagnetyczną.

Fale rozchodzące się w ośrodku po liniach prostych, po natrafieniu na przeszkodę, zmieniają kierunek. Zmienia się też kształt powierzchni falowej. Zjawiska związane z rozchodzeniem się fal badał holenderski uczony w XVII wieku Christian Huygens (wymawiaj: *Hojhens*). Sformułował on zasadę, która wyjaśnia wiele zjawisk falowych, nazwaną od jego nazwiska **zasadą Huygensa**.

Każdy punkt ośrodka, do którego dojdzie fala, staje się źródłem elementarnej fali kulistej.

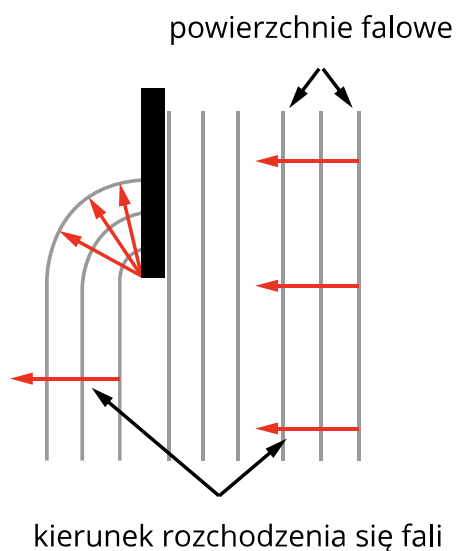
Gdy wiemy, na czym polega rozchodzenie się fali w ośrodku, nietrudno zrozumieć zasadę Huygensa. Gdy do cząsteczki ośrodka dochodzi fala, zaczyna ona drgać i swoje drgania przekazuje sąsiednim cząsteczkom otaczającym ją ze wszystkich stron.

Gdy do jednego punktu dochodzi kilka fal, ruchy drgające cząsteczek ośrodka sumują się. Jest to zasada superpozycji fal, mówiąca o tym, że fala wypadkowa, będąca wynikiem **nałożenia się** kilku ruchów falowych, jest sumą fal składowych. Rys. 2. pokazuje rozchodzenie się fali płaskiej, czyli takiej, której **powierzchnie falowe** są płaszczyznami. Gdy fala dociera do punktów P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 , stają się one źródłem elementarnych fal kulistych, które nakładając się na siebie, znów tworzą powierzchnię falową w postaci płaszczyzny.



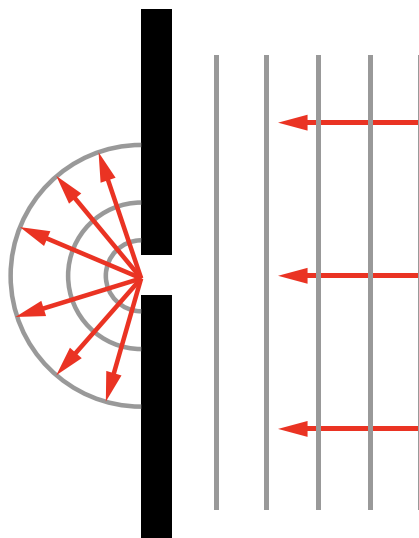
Rys. 2. Zasada Huygensa tłumaczy rozchodzenie się fali płaskiej. Czerwony wektor wskazuje kierunek propagacji fali.

Co dzieje się, gdy fala płaska dotrze do krawędzi przeszkody? Pokazuje to Rys. 3. Punkt przy krawędzi przeszkody stał się źródłem elementarnej fali kulistej i za krawędzią powierzchnie falowe zmieniają swój kształt na kulisty.



Rys. 3. Fala płaska docierająca do przeszkody ugina się na jej krawędzi.

W chwili, gdy fala ta dojdzie do przegrody – szczelina staje się źródłem fali kołowej, rozchodzącej się we wszystkich kierunkach po drugiej stronie przegrody (Rys. 4.).

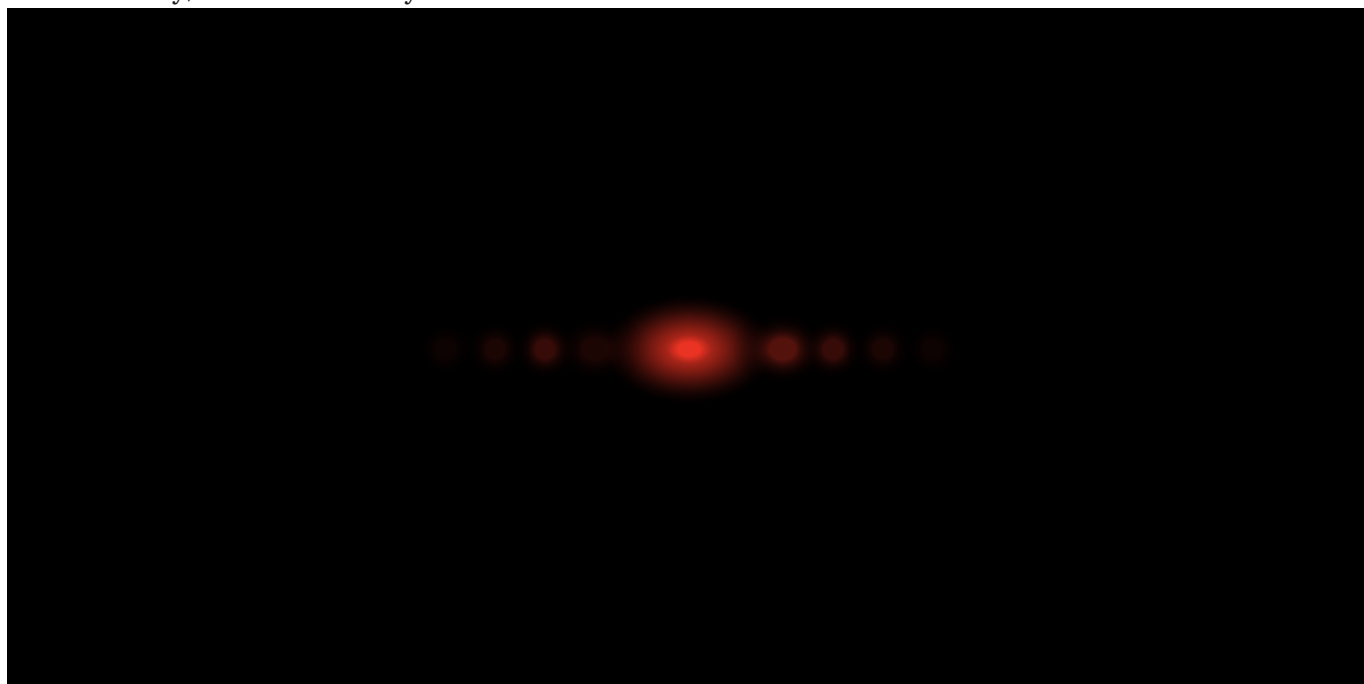


Rys. 4. Dyfrakcja fali na szczelinie.

Zjawisko zmiany kierunku ruchu na przeszkodzie jest typowe tylko dla fal. Podczas zabawy śnieżkami wystarczy schować się za drzewo, aby żaden pocisk nas nie trafił. Rzucone śnieżki przelecą obok drzewa bez zmiany kierunku albo zatrzymają się na drzewie. Ale dźwięk, który jest falą, dociera za drzewo bez przeszkód, właśnie dlatego, że fala ulega dyfrakcji na przeszkodzie.

Dyfrakcję obserwujemy, gdy fala natrafia na szczelinę o rozmiarach porównywalnych z długością fali. Na przykład, fale dźwiękowe mają długość od kilku milimetrów do

kilkunastu metrów i ulegają ugięciu na ścianach, meblach, czy na otwartych drzwiach. Wiemy, że osoby znajdujące się w sąsiednich pokojach, mogą przy otwartych drzwiach swobodnie rozmawiać, choć dzieli je ściana. Natomiast fala świetlna ma długość mniejszą od $\frac{1}{1000}$ milimetra. Aby zaobserwować dyfrakcję światła, trzeba oświetlić szczelinę o szerokości ułamka milimetra (Rys. 5.). Należy podkreślić, że ugięcie fali zachodzi dla każdej wielkości przeszkody lub szczeliny, ale kąt ugięcia jest tym większy, im mniejszy jest rozmiar przeszkody w porównaniu z długością fali. Dlatego w życiu codziennym nie obserwujemy dyfrakcji światła na otaczających nas przedmiotach – kąt ugięcia w tym przypadku jest bardzo mały, niezauważalny.



Rys. 5. Obraz dyfrakcyjny uzyskany po przejściu światła przez wąską szczelinę.

Słowniczek

interferencja

(ang.: *interference*) nakładanie się dwóch fal, powodujące wzmocnienie lub osłabienie natężenia fali wypadkowej.

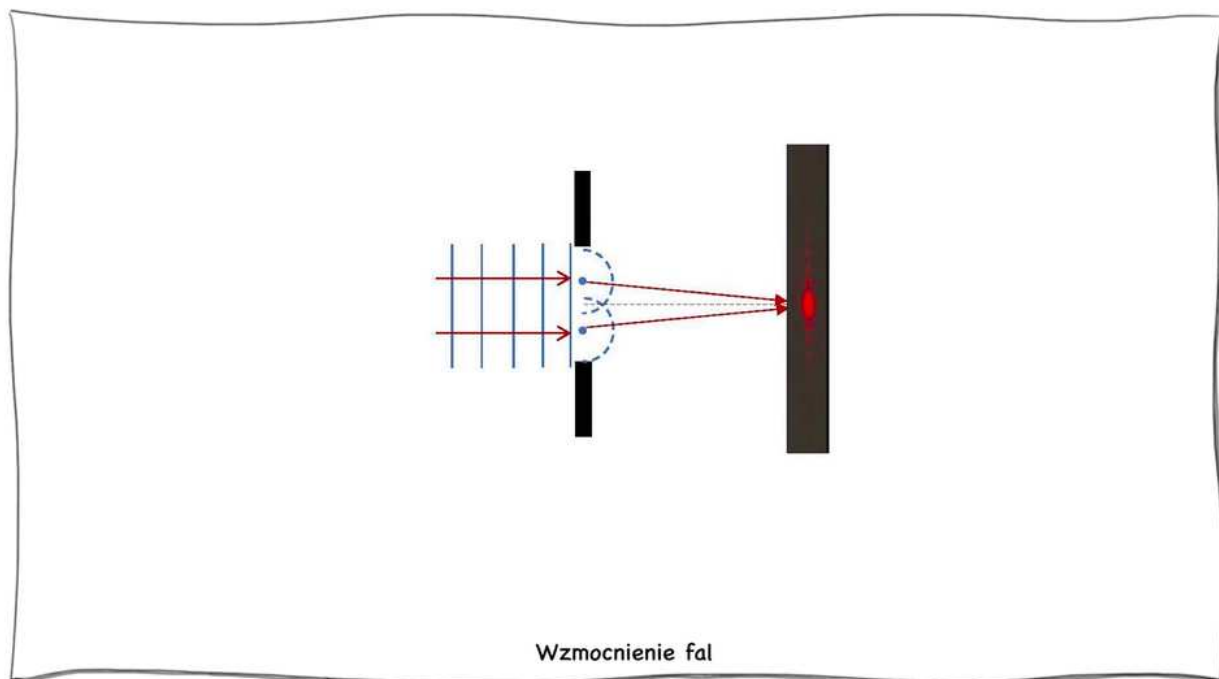
powierzchnia falowa (czoło fali)

(ang.: *wavefront*) zbiór punktów w przestrzeni o tej samej fazie drgań.

Film samouczek

Jak w sposób jakościowy opisać dyfrakcję fali na przeszkodzie?

Obejrzyj film samouczek, w którym wyjaśnimy, jak powstają jasne i ciemne prążki w obrazie dyfrakcyjnym światła, które przeszło przez wąską szczelinę.

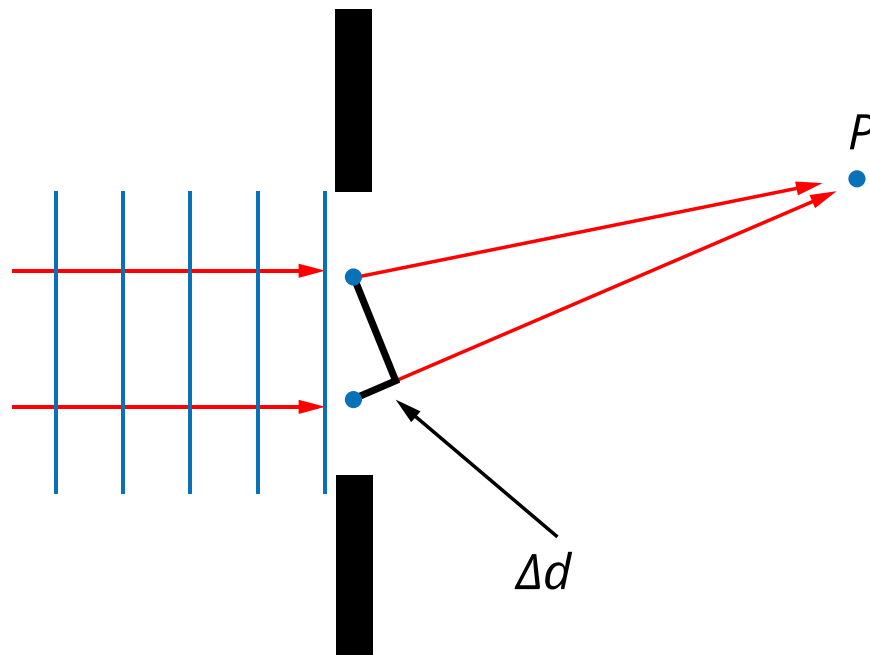


Film dostępny pod adresem </preview/resource/RfXvuenLYdDSq>

Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Zapoznaj się z audiodeskrypcją samouczka.

Polecenie 1



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Na rysunku pokazano promienie fal, które spotkały się na ekranie w zgodnych fazach w punkcie P i wzmocniły się. Jak różnicę dróg fal Δd można wyrazić przez długość fali λ ? Podaj kilka możliwości.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wybierz wszystkie prawdziwe stwierdzenia:

☐

Dyfrakcję obserwujemy, gdy rozmiary przeszkody są dużo większe niż długość fali.

☐

Dyfrakcja fali to ugięcie fali na przeszkodzie, związane ze zmianą kierunku rozchodzenia się fali.

☐

Dyfrakcję obserwujemy, gdy rozmiary przeszkody są porównywalne z długością fali.

☐

Dyfrakcja fali to pochłonięcie fali przez przeszkodę.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij zdanie:

Zgodnie z zasadą Huygensa punkt, do którego dochodzi fala, staje się źródłem elementarnej fali ☐ płaskiej / ☐ kulistej .

Ćwiczenie 3



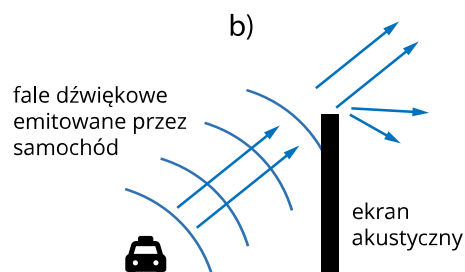
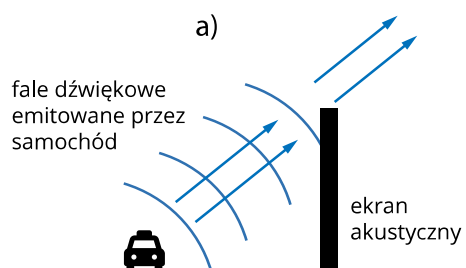
Uzupełnij zdanie:

Dwie fale wzmacniają się, gdy grzbiet jednej fali spotyka się z ☐ doliną / ☐ grzbietem drugiej fali.

Ćwiczenie 4



Przy drodze ekspresowej ustawiono ekrany akustyczne, aby chronić okolicznych mieszkańców przed hałasem (rysunek). Strzałki pokazują kierunki rozchodzenia się fal dźwiękowych. Który rysunek poprawnie pokazuje rozchodzenie się fal dźwiękowych za ekranem: a), czy b). Odpowiedź uzasadnij.

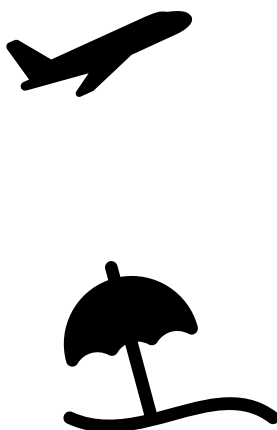


Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 5



Wyjaśnij dlaczego parasol chroni przed falami świetlnymi, a nie chroni przed falami dźwiękowymi dochodzącymi od samolotu, który przelatuje nad parasolem (rysunek).



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Ćwiczenie 6



Jaka powinna być szerokość szczeliny, aby można było zaobserwować zjawisko dyfrakcji fali? Połącz w pary rodzaj fali z szerokością szczeliny.

Fala świetlna (długość fali: 450 nm)

0,01 mm

Fala na powierzchni wody (długość fali: 10 m)

20 m

Fala na powierzchni wody (długość fali: 10 cm)

15 cm

Rozwiąż krzyżówkę, aby poznać nazwisko zasłużonego badacza zjawisk falowych:

A crossword puzzle grid is shown, consisting of white squares for letters and gray squares for empty space. The grid is 10 squares wide and 7 squares high. The starting points for the words are numbered 1 through 7:

- 1. Top-left corner (Row 1, Column 1).
- 2. Row 2, Column 5.
- 3. Row 3, Column 1.
- 4. Row 4, Column 4.
- 5. Row 5, Column 3.
- 6. Row 6, Column 1.
- 7. Row 7, Column 3.

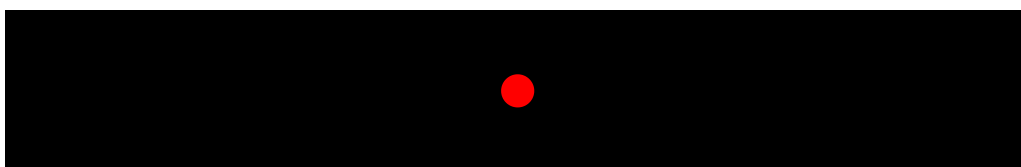
1. ... falowa zawiera punkty ośrodka o tej samej fazie drgań.
2. Inaczej dyfrakcja fali.
3. Zgodnie z zasadą fal, fala wypadkowa, będąca wynikiem nałożenia się kilku ruchów falowych, jest sumą fal składowych.
4. Rozchodzenie się fali polega na przekazywaniu energii ... między cząsteczkami ośrodka.
5. ... między kolejnymi grzbietami to długość fali.
6. Dźwięk to fala ...
7. Fala, której powierzchnie falowe są płaszczyznami.

Ćwiczenie 8



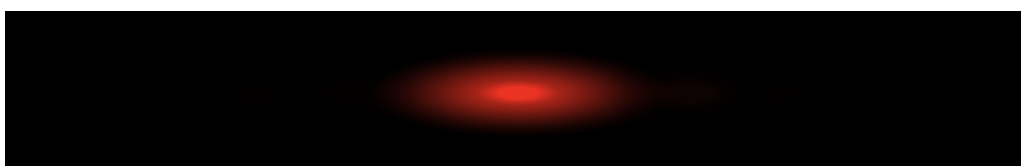
Wiązkę światła ze wskaźnika laserowego przepuszczono przez dwie szczeliny: jedną o szerokości dużo większej od długości fali świetlnej, a drugą o bardzo małej szerokości, porównywalnej z długością fali. Rysunek przedstawia obrazy powstałe na ekranie za szczelinami. Który z obrazów, a) czy b), powstał po przejściu przez szerszą szczelinę, a który przez węższą? Odpowiedź uzasadnij.

a)



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

b)



Źródło: Politechnika Warszawska Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0. Licencja:
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji:

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak w sposób jakościowy opisać dyfrakcję fali na przeszkodzie?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy
Podstawa programowa:	Cele kształcenia – wymagania ogólne II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. Zakres podstawowy Treści nauczania – wymagania szczegółowe I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 6) tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; 7) wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. IX. Fale i optyka. Uczeń: 2) opisuje jakościowo dyfrakcję fali na szczelinie.
Kształtowane kompetencje kluczowe:	Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:	Uczeń: 1. opisuje, na czym polega rozchodzenie się fal, 2. posługuje się pojęciami opisującymi falę, 3. wyjaśnia zasadę Huygensa, 4. analizuje mechanizm dyfrakcji fali na przeszkodzie w świetle zasady Huygensa.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obszewacyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)
Metody nauczania:	wykład informacyjny, pokaz multimedialny, analiza pomysłów
Formy zajęć:	praca w grupach, praca indywidualna
Środki dydaktyczne:	komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia
Materiały pomocnicze:	e-materiał: „Fale na powierzchni wody”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?”. Nauczyciel podczas dyskusji określa stan wiedzy uczniów na temat fal, ich rodzajów i wielkości opisujących fale (faza, powierzchnia falowa, długość fali). Zachęca do wyjaśnienia, czym jest dźwięk lub światło z punktu widzenia fizyka.	
Faza realizacyjna:	
Nauczyciel wyjaśnia zasadę Huygensa. Na podstawie Rys. 2. tłumaczy, jak ta zasada uzasadnia rozchodzenie się fali płaskiej. Następnie uczniowie w grupach dostają zadanie, aby zastosować analogiczną metodę do rozstrzygnięcia, jak rozchodzi się fala, która napotkała przeszkodę (np. krawędź ściany). Uczniowie powinni uzyskać rysunki podobne do Rys. 3. Nauczyciel podkreśla, że dyfrakcję obserwujemy, gdy fala natrafia na szczelinę o rozmiarach porównywalnych z długością fali. Uczniowie dyskutują, gdzie można w życiu codziennym zaobserwować zjawisko dyfrakcji fal, biorąc pod uwagę fale dźwiękowe i świetlne. Uczniowie oglądają film samouczek i rozwiązują zadanie z nim związane.	
Faza podsumowująca:	
Aby sprawdzić stopień przyswojenia wiadomości, uczniowie w grupach rozwiązują zadania 4, 5, 6 i 8 z zestawu ćwiczeń.	
Praca domowa:	

W ramach powtórzenia i utrwalenia wiadomości uczniowie rozwiązują zadania: 1 – 3 oraz 7 z zestawu ćwiczeń.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące różne
zastosowania danego
multimedium**

Multimedium bazowe może też być wykorzystane przez uczniów po lekcji jako praca domowa, utrwalająca zdobyte wiadomości.