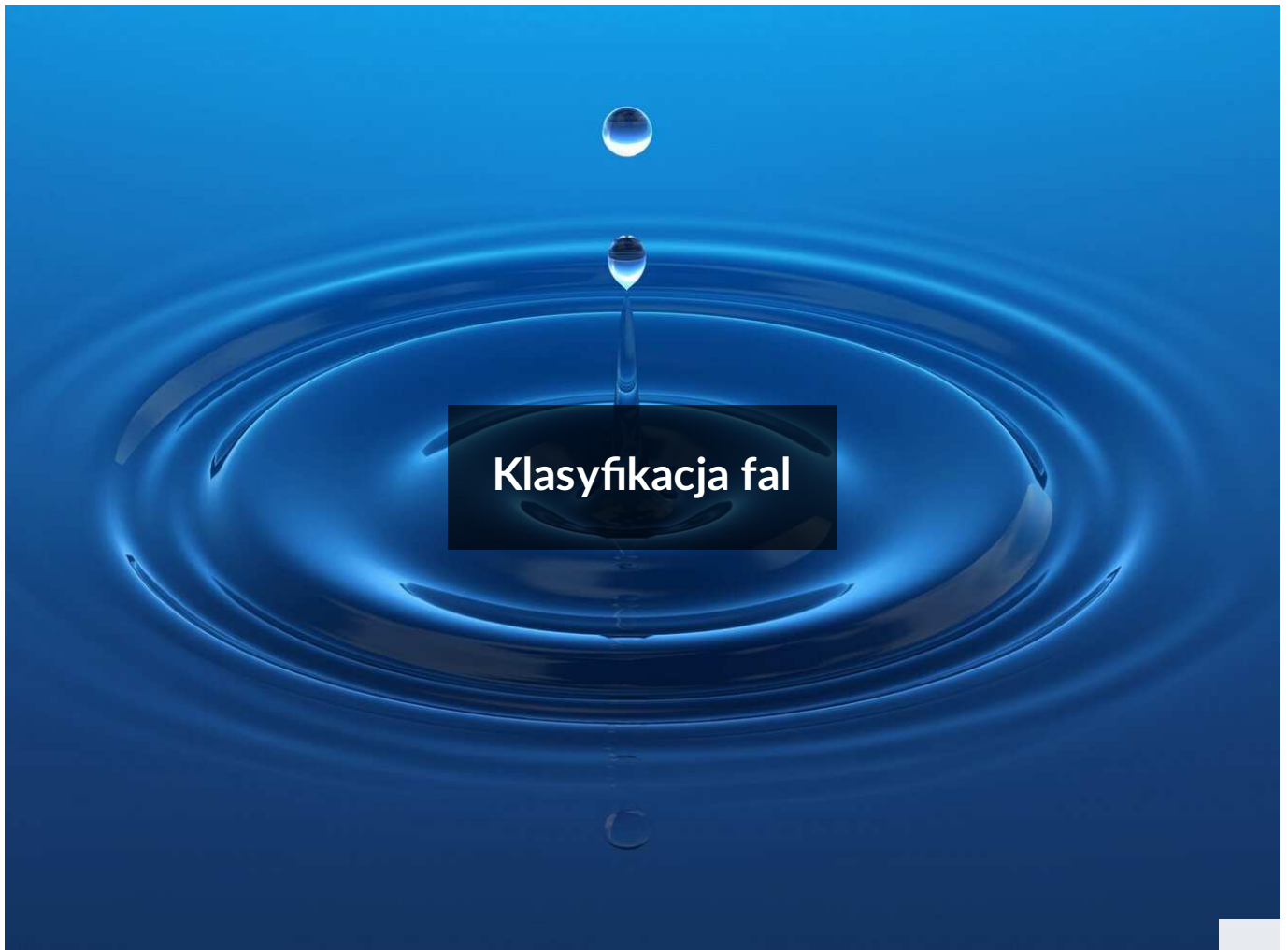


Klasyfikacja fal

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Mapa myśli/mapa pojęć
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

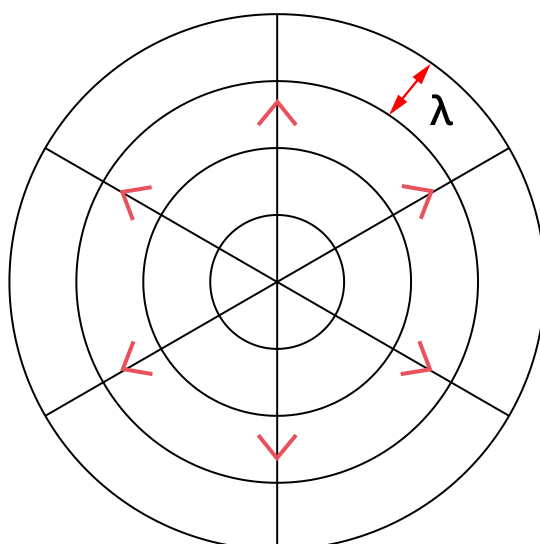


Czy to nie ciekawe?

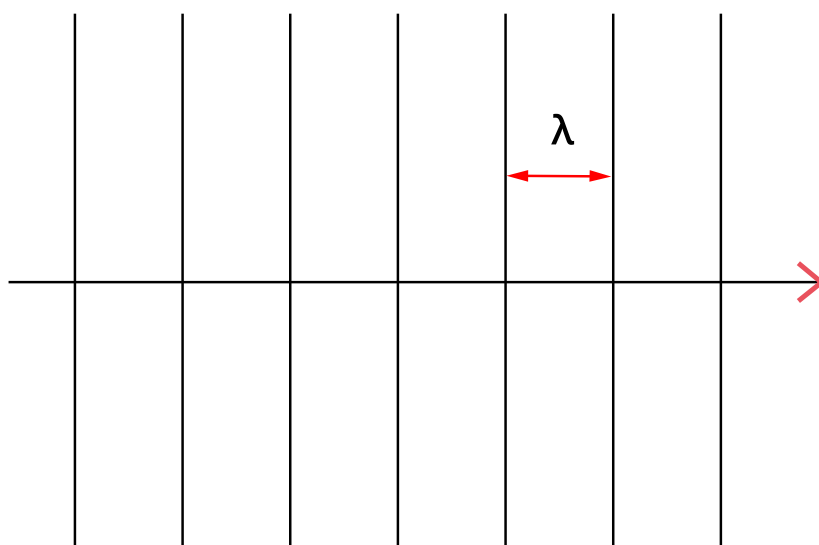
Znasz już różne rodzaje fal mechanicznych oraz podstawowe wielkości stosowane do opisu fal. Wiesz, że długość fali (λ) jest odwrotnie proporcjonalna do częstotliwości (f) i zależy od prędkości (v) przemieszczania się fali w danym ośrodku (prędkości fazowej).

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Wiesz, że fala powstała po wrzuceniu kamienia do wody rozchodzi się w postaci współśrodkowych okręgów, a grzbiety fal morskich docierających do brzegu tworzą układ równoległych do siebie prostych. Ze względu na kształt powierzchni falowej (powierzchni stałej fazy), którą tworzą punkty o tej samej fazie drgań, na przykład grzbiety fal, wyróżnia się fale kuliste (kuliste) (Rys. a.) i płaskie (Rys. b.). Odległość między kolejnymi powierzchniami falowymi jest równa długości fali (λ).



Rys. a. Powierzchnie stałej fazy fali kolistej



Rys. b. Powierzchnie stałej fazy fali płaskiej

Fala może być pojedynczym impulsem falowym (na przykład fala rozchodząca się na powierzchni wody po wrzuceniu kamienia) lub falą periodyczną, której źródłem może być oscylator.

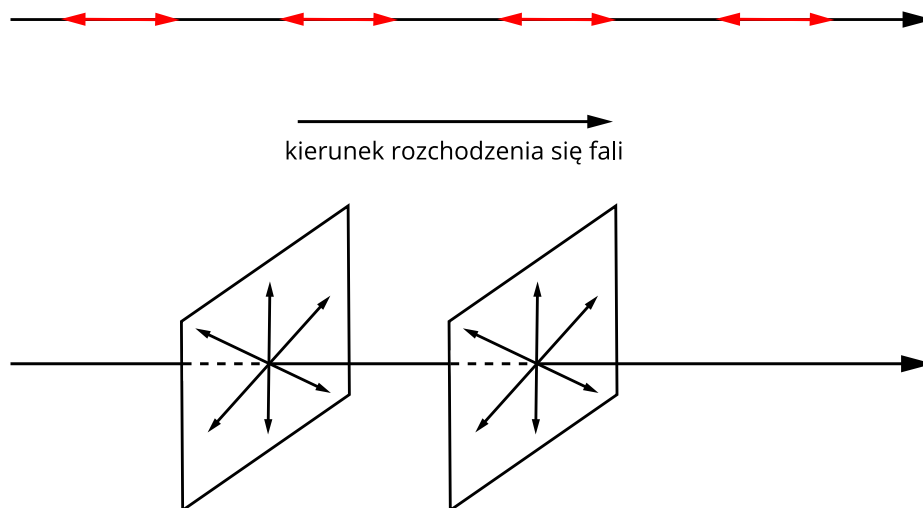
W tym e-materiale:

- poznasz różne rodzaje fal elektromagnetycznych,
- porównasz własności fal elektromagnetycznych z własnościami fal mechanicznych, w tym fal dźwiękowych,
- wykorzystasz mapę pojęciową do klasyfikowania fal według różnych kryteriów: kształtu powierzchni falowej, kierunku drgań oraz własności fal,
- wyjaśnisz powiązania między różnymi rodzajami fal,
- obliczysz długości fali dźwiękowej w różnych ośrodkach oraz długość fali promieniowania wykorzystywanego w kuchenkach mikrofalowych.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Różne własności fizyczne i mechanizm rozchodzenia się [fal](#) jest podstawą podziału fal na [fale mechaniczne](#) i [fale elektromagnetyczne](#). Rozchodzeniu się fali towarzyszą drgania „cząstek” ośrodka lub pola elektrycznego i magnetycznego. Zależnie od kierunku drgań wyróżnia się fale [podłużne](#) i [poprzeczne](#) (Rys. 1.). W fali podłużnej drgania zachodzą wzdłuż kierunku rozchodzenia się fali, zaś w fali poprzecznej – w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku ruchu fali. Zwróć uwagę, że w fali poprzecznej kierunek drgań nie jest określony jednoznacznie – jest tych kierunków cała płaszczyzna, jeśli oczywiście mówimy o fali rozchodzącej się w przestrzeni.



Rys. 1. Fale podłużne (u góry) i poprzeczne (u dołu). Dla fali poprzecznej pokazano trzy różne możliwe kierunki drgań, prostopadłe do kierunku rozchodzenia się fali

Wszystkie fale ulegają odbiciu, załamaniu, interferencji i dyfrakcji, a fale poprzeczne ulegają także polaryzacji.

Podział fal na fale mechaniczne i fale elektromagnetyczne wiąże się z ich właściwościami fizycznymi. Źródłem fal mechanicznych mogą być ciała drgające czy odkształcenia sprężyste. Pobudzona do drgań cząstka ośrodka przekazuje energię sąsiednim cząstkom, wprawiając je kolejno w drgania. Zaburzenie rozchodzi się

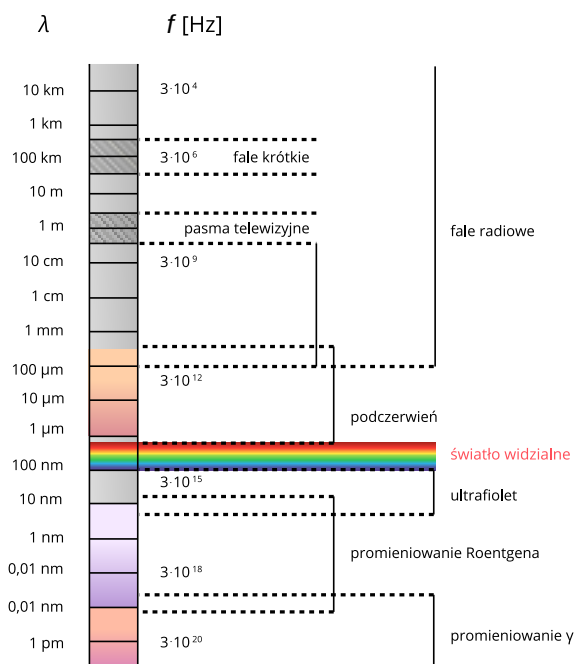
w ośrodku ze skończoną prędkością. Przykładem fal mechanicznych są: fale na wodzie, fale [dźwiękowe](#) (akustyczne) oraz fale [sejsmiczne](#).

Fale dźwiękowe są odbierane przez ucho ludzkie, gdy ich [częstotliwość](#) zawiera się w przedziale od 16 Hz do 20 kHz i mają odpowiednią amplitudę. Człowiek nie słyszy infradźwięków (dźwięków o częstotliwościach poniżej 16 Hz) i ultradźwięków (dźwięków o częstotliwościach powyżej 20 kHz). Prędkość rozchodzenia się fal dźwiękowych zależy od ośrodka i wynosi około 340 m/s w powietrzu, 1500 m/s w wodzie, aż do 5100 m/s w żelazie. Fale dźwiękowe należą do fal podłużnych, gdy rozchodzą się w powietrzu (ogólnie: w stanie skupienia lotnym). Gdy rozchodzą się w ciałach stałych, to mogą być zarówno podłużne jak i poprzeczne.

Ogólnie powiemy: **W stanie skupienia lotnym może rozchodzić się tylko fala podłużna, zaś w ciałach stałych i cieczech mogą występować fale zarówno podłużne jak i poprzeczne.**

Fale elektromagnetyczne polegają na rozchodzeniu się w przestrzeni zmian (zaburzeń) pól elektrycznego i magnetycznego. W odróżnieniu od fal mechanicznych mogą one rozchodzić się w próżni. Ich prędkość w próżni wynosi $c = 2,99792458 \cdot 10^8$ m/s (w przybliżeniu $c = 3 \cdot 10^8$ m/s) i nie zależy od częstotliwości fali. [Prędkość rozchodzenia się fali](#) elektromagnetycznej w powietrzu jest praktycznie równa prędkości światła c , a w ośrodku materialnym jest mniejsza od c i zależy od częstotliwości. Stosunek prędkości fali w próżni (c) do prędkości fali w danym ośrodku (v) zwany jest współczynnikiem załamania ośrodka (n). Fale elektromagnetyczne ulegają zjawisku polaryzacji, są to zatem fale poprzeczne.

Podział fal elektromagnetycznych wiąże się ze sposobem ich wytwarzania i detekcji. Uszeregowanie fal elektromagnetycznych według częstotliwości (lub długości fali w próżni) zwane jest widmem fal elektromagnetycznych (Rys. 2.). Niektóre zakresy zachodzą na siebie, gdyż fale o tych samych długościach mogą być wytwarzane w różny sposób. Zwykle nie podaje się minimalnej i maksymalnej długości fali elektromagnetycznej, gdyż wartości te ulegają zmianie wraz z rozwojem nowoczesnych technik pomiarowych.



Rys. 2. Widmo fal elektromagnetycznych

Fale radiowe i mikrofałe wytwarzane są przez elektryczne obwody drgające. Dzieli się je umownie na pasma o różnej długości fali, wykorzystywane na przykład do emisji programów radiowych i telewizyjnych, czyli łączności radiowej. Programy radiowe nadawane są na falach długich, średnich, krótkich i ultrakrótkich. Mikrofałe, zaliczane również do fal radiowych, zostały odkryte w latach trzydziestych XX w. przy okazji prac nad radarami. Obecnie do wytwarzania mikrofal używa się specjalnie skonstruowanych lamp (np. klistrony, magnetrony), a zastosowania mikrofal są bardzo szerokie. Stosuje się je w telekomunikacji (telefonia komórkowa, sieci wi-fi, łączność satelitarna, telewizja satelitarna), w radiolokacji i w radionawigacji (radar, system GPS), w radioastronomii oraz w grzaniu mikrofalowym (kuchenki mikrofalowe).

Promieniowanie podczerwone (podczerwień, IR) emituje każde ciało o temperaturze powyżej zera bezwzględnego, w tym ludzie. Promieniowanie podczerwone nazywane jest też promieniowaniem cieplnym lub termicznym, gdyż reagują na nie receptory ciepła w naszej skórze. Jest to promieniowanie niewidoczne dla oczu, o długościach fal pomiędzy światłem widzialnym a mikrofalami. Wykorzystywane jest w różnych urządzeniach takich jak: noktowizory (do widzenia w ciemności), kamery termowizyjne, pirometry.

Światło widzialne obejmuje bardzo niewielką część widma fal elektromagnetycznych. Źródłem światła są wzbudzone atomy. Dużą część docierającego do nas promieniowania słonecznego to światło widzialne. Zakres długości fal, na które reaguje oko ludzkie, mieści się w przedziale od 380 nm (fiolet) do 760 nm (czerwień). Po rozszczepieniu światła za pomocą pryzmatu obserwujemy kolejne barwy (fiolet, niebieski, zielony, żółty, pomarańczowy, czerwień), którym odpowiadają różne zakresy długości fal.

Promieniowanie nadfioletowe (nadfiolet, ultrafiolet, UV) podobnie jak światło widzialne i podczerwień dochodzi do nas ze Słońca. Ze względu na skutki działania na organizmy żywe promieniowanie UV dzieli się na trzy zakresy wg długości fal: UV-C (od 100 do 280 nm), UV-B (od 280 do 315 nm) i UV-A (od 315 do 380 nm). Najbardziej szkodliwe, krótkofalowe promieniowanie UV-C i UV-B (o długości fali mniejszej niż 295 nm) jest pochłaniane przez atmosferę, głównie przez warstwę ozonu stratosferycznego. Promieniowanie UV-C ze względu na własności bakteriobójcze wykorzystuje się do dezynfekcji. Ultrafiolet powoduje fluorescencję wielu substancji chemicznych. Wykorzystuje się to m. in. do wykrywania fałszywych banknotów i w kryminalistyce.

Promieniowanie rentgenowskie (promieniowanie X) wytwarza się za pomocą specjalnie skonstruowanych lamp. Powstaje podczas hamowania elektronów, (rozpędzonych napięciem rzędu od kilkuset do kilkudziesięciu tysięcy woltów) na anodzie lampy. Jest to promieniowanie o bardzo małej długości fali (od 10^{-8} m do 10^{-12} m), czyli dużej częstotliwości. Wykorzystuje się je w diagnostyce medycznej i przemysłowej, gdyż pochłanianie promieniowania X zależy od rodzaju i grubości materiału.

Promieniowanie gamma (γ) jest emitowane przez wzbudzone jądra atomowe podczas reakcji jądrowych lub rozpadów promieniotwórczych. Długości fal promieniowania γ są mniejsze niż 10^{-11} m, czyli zakres długości fal pokrywa się częściowo z promieniowaniem X. Jest to promieniowanie bardzo przenikliwe, przenika przez bardzo grube przesłony, jest szkodliwe dla organizmów żywych.

Słowniczek

fala

(*ang.: wave*) zaburzenie stanu przestrzeni lub pola elektromagnetycznego, rozchodzące się ze skończoną prędkością i niosące ze sobą energię. Zaburzeniu towarzyszy przesyłanie energii bez przemieszczania się masy.

powierzchnia falowa

(*ang.: wavefront*) zbiór punktów o tej samej fazie. Ze względu na kształt powierzchni falowej fale dzielimy na płaskie i kuliste (kuliste).

długość fali

(*ang.: wavelength*) droga przebyta przez falę w ciągu okresu; odległość pomiędzy kolejnymi [powierzchniami falowymi](#).

częstotliwość

(*ang.: frequency*) liczba drgań w jednostce czasu.

prędkość rozchodzenia się fali (prędkość fazowa)

(*ang.: wave propagation velocity (phase velocity)*) prędkość ruchu powierzchni falowych.

fala podłużna

(*ang.: longitudinal wave*) fala, w której drgania zachodzą wzdłuż kierunku rozchodzenia się fali.

fala poprzeczna

(*ang.: transverse wave*) fala, w której drgania zachodzą prostopadle do kierunku rozchodzenia się fali.

fala mechaniczna

(*ang.: mechanical wave*) zaburzenie rozchodzące się w ośrodku materialnym ze skończoną prędkością i przenoszące energię.

fale dźwiękowe

(*ang.: acoustic wave*) zaburzenie, polegające na chwilowych zmianach gęstości ośrodka (chwilowe lokalne różnice ciśnienia), rozchodzące się w jednorodnym ośrodku ze stałą prędkością. Należą do nich dźwięki słyszalne (odbierane przez ucho ludzkie) oraz infradźwięki i ultradźwięki.

fale sejsmiczne

(*ang.: seismic wave*) fale sprężyste rozchodzące się w Ziemi. Mogą powstać wskutek wielu czynników, np. trzęsień ziemi, eksplozji, działalności górniczej, sztormów na morzu. (z j. greckiego *seismos* - 'trzęsienie')

fala elektromagnetyczna

(*ang.: electromagnetic wave*) zaburzenie pola elektrycznego i magnetycznego, które rozprzestrzenia się ze skończoną prędkością i przenosi energię. Może rozchodzić się w próżni.

Mapa myśli/mapa pojęć

Obejrzyj i pobaw się

Zapoznaj się z poniższą klasyfikacją fal. Zastanów się jak można rozbudować zaproponowaną mapę pojęć.

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

Polecenie 1

Uzupełnij brakujące pojęcia w poniższej mapie pojęć. Zastąp znaki zapytania odpowiednimi pojęciami i wciśnij Generuj, by uzyskać pełną mapę pojęć.

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

Polecenie 2

Które z wymienionych rodzajów fal to na pewno fale podłużne?

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Polecenie 3

Które z wymienionych rodzajów fal to na pewno fale poprzeczne?

Źródło: Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki, licencja: CC BY 4.0.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



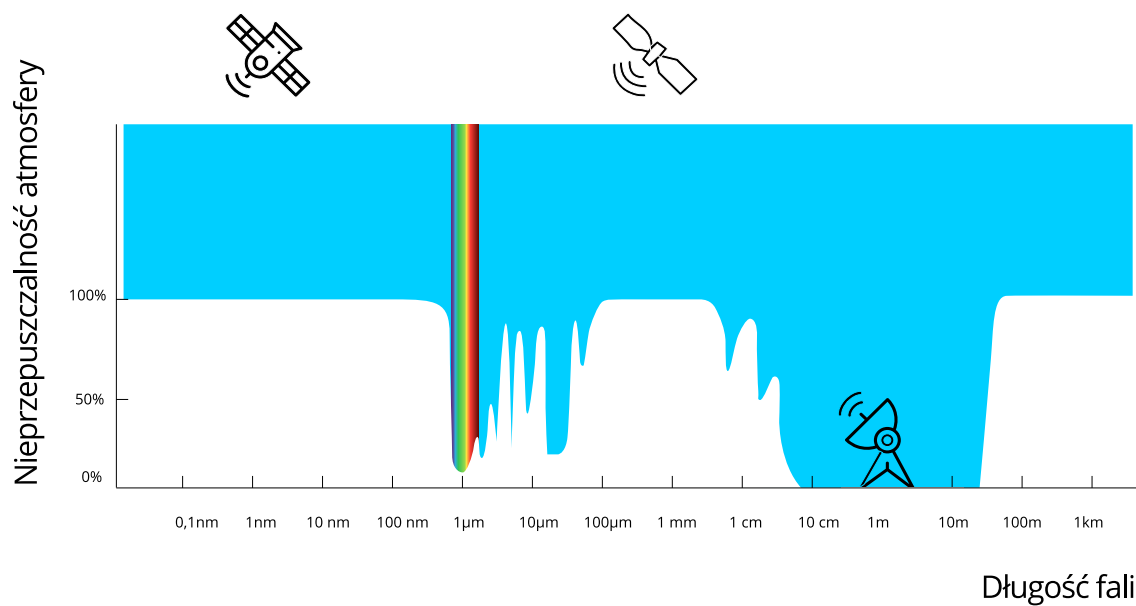
Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Ćwiczenie 9



Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Elżbieta Kawecka
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Klasyfikacja fal
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia - wymagania ogólne</p> <p>I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania - wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>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;</p> <p>IX. Fale i optyka. Uczeń:</p> <p>1) opisuje rozchodzenie się fal na powierzchni wody i dźwięku w powietrzu na podstawie obrazu powierzchni falowych;</p> <p>6) rozróżnia fale poprzeczne i podłużne; opisuje światło jako falę elektromagnetyczną; opisuje polaryzację światła wynikającą z poprzecznego charakteru fali;</p>

Kształtowane kompetencje kluczowe:	<p>Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. wymienia różne rodzaje fal mechanicznych i elektromagnetycznych; 2. klasyfikuje fale według różnych kryteriów: kształtu powierzchni falowej, kierunku drgań oraz własności fal; 3. porównuje własności fal mechanicznych i elektromagnetycznych; 4. analizuje i uzupełnia mapę pojęciową z klasyfikacją fal; 5. oblicza długość fali dźwiękowej w różnych ośrodkach oraz długość fali promieniowania wykorzystywanego w kuchenkach mikrofalowych.
Strategie nauczania:	<p>Concept mapping / mind mapping - tworzenie i wykorzystywanie map pojęciowych / map myśli</p>
Metody nauczania:	<p>Rozwiązywanie problemów, dyskusja.</p>
Formy zajęć:	<p>praca w parach</p>
Środki dydaktyczne:	<p>mapa pojęciowa „Klasyfikacja fal”, plansza „Widmo fal elektromagnetycznych”, zestaw zadań</p>

Materiały pomocnicze:	<p>E-materiały: „Rozchodzenie się fal elektromagnetycznych”, „Jak rozchodzi się dźwięk w powietrzu?”, „Fale na powierzchni wody”, „Widmo światła białego”, „Widmo światła słonecznego”, „Fale podłużne”, „Fale poprzeczne”, „Jakie charakterystyczne własności wykazują fale?”, „Przykłady fal – przykłady rozchodzenia się fal”, „Na czym polega rozchodzenie się fal?”</p>
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Zaciekawienie: Odwołanie do obserwacji fal na powierzchni wody, według części „Wprowadzenie i cele”.</p> <p>Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów w kontekście realizowanego tematu i jego powtórzeniowego charakteru oraz nawiązanie do tej wiedzy. Powinna ona obejmować fale dźwiękowe i fale elektromagnetyczne, związek długości fali z częstotliwością oraz podstawowe zjawiska falowe.</p> <p>Krótką dyskusją i rozwiązywanie zadania nr 3 z Zestawu ćwiczeń pozwoli na rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów.</p>	
Faza realizacyjna:	
<p>Nauczyciel dzieli uczniów na grupy 2-osobowe (na przykład metodą losowania) i omawia sposób pracy z mapą pojęciową.</p> <p>Praca w parach:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Uczniowie oglądają i bawią się mapą pojęciową z klasyfikacją fal rozwijając kolejne gałęzie. Zaczynają od podziału fal według kształtu powierzchni falowej, potem wyświetlają podział na fale podłużne i poprzeczne. – Po rozwinięciu gałęzi z falami mechanicznymi i elektromagnetycznymi uzupełniają brakujące nazwy fal korzystając z opisu w bloku tekstowym e-materiału oraz widma fal elektromagnetycznych. – Uczniowie tworzą połączenia między elementami mapy. Wskazują przy tym, które fale są falami podłużnymi, a które poprzecznymi. – Rozwiązują zadania nr: 5 i 7 z Zestawu ćwiczeń. <p>Nauczyciel pełni rolę doradcy; kontroluje i komentuje wyniki pracy, ewentualnie udziela wskazówek.</p>	
Faza podsumowująca:	

Uczniowie w parach przeprowadzają dyskusję podsumowującą w oparciu o rozwiązanie zadań: 2, 8 i 9 z zestawu ćwiczeń. Nauczyciel obserwuje pracę uczniów, wspiera w realizacji zadania.

Praca domowa:

Uczniowie utrwalają wiedzę i umiejętności zdobyte w czasie lekcji przez rozwiązanie w domu zadań nr: 1, 4 i 6 z zestawu ćwiczeń.

**Wskazówki
metodyczne
opisujące
różne
zastosowania
danego
multimedium:**

Mapę pojęciową można wykorzystać podczas lekcji tak, jak opisano w scenariuszu. Może być też samodzielnie wykorzystana przez uczniów po lekcji do przypomnienia i powtórzenia klasyfikacji fal.