

Fale radiowe – charakterystyka

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Fale radiowe – charakterystyka

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/radio-mast-broadcast-tower-platform-1344128/> [dostęp 21.04.2022 r.].

Czy to nie ciekawe?

Czy wiesz, że w latach 1974 – 1991 maszt radiowy w Konstantynowie koło Gąbina był najwyższą konstrukcją na świecie? Liczący ponad 646 metrów maszt umożliwił bezpośredni odbiór programu Polskiego Radia na falach długich przez Polaków w Kazachstanie, pracowników polskich firm pracujących w Iraku, Iranie, prawie całej Europie i nawet Ameryce Północnej. Ze względu na rekordową wysokość stanowił ewenement na skalę światową, oficjalnie wpisany do Księgi rekordów Guinnessa. Nadawanie programu radiowego z Konstantynowa zakończyła wielka katastrofa. 8 sierpnia 1991 roku o godz. 19.10 maszt runął w czasie prac konserwatorskich. Na szczęście było się bez ofiar.



Rys. a. Maszt radiowy w Konstantynowie koło Gąbina

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.smartage.pl/maszt-radiowy-konstantynowie/> [dostęp 21.04.2022 r.], Materiał wykorzystany na podstawie art. 29 ustawy o prawie autorskim i prawach pokrewnych (prawo cytatu).

To nie jedyna wielka katastrofa związana z konstrukcjami zbudowanymi do nadawania bądź odbioru fal radiowych. Podobny los spotkał jeden z największych radioteleskopów znajdujący się w Arecibo w Portoryko, który służył badaniom sygnałów radiowych dochodzących z kosmosu. Jego czasza miała średnicę 305 metrów, a nad nią zbudowano 900-tonową konstrukcję podtrzymującą ruchomy odbiornik fal radiowych. Radioteleskop działał od 1963 do 2020 roku. 10 sierpnia 2020 urwała się jedna z lin, w wyniku czego konstrukcja stała się niestabilna. 1 grudnia 2020 nastąpiło ostateczne zawalenie konstrukcji. Spektakularną katastrofę możesz zobaczyć na filmie [<https://www.youtube.com/watch?v=ssHkMWcGat4>].



Rys. b. Radioteleskop w Arecibo w 2019 roku

Źródło: Mariordo (Mario Roberto Durán Ortiz), dostępny w internecie:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arecibo_radio_telescope_SJU_06_2019_6144.jpg [dostęp 21.04.2022 r.],

licencja: CC BY-SA 4.0.

Twoje cele

- dowiesz się, czym są fale radiowe,
- poznasz związek między długością fali i częstotliwością,
- poznasz podział fal radiowych,
- przeanalizujesz propagację fal radiowych w atmosferze ziemskiej.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Fale radiowe to promieniowanie elektromagnetyczne o największych długościach fal, czyli najmniejszych częstotliwościach. Ich długości mierzone są w metrach, a nawet w kilometrach. Fale radiowe, jak inne rodzaje fal elektromagnetycznych, rozchodzą się w próżni z prędkością światła $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$.

Fale radiowe odkrył w 1886 roku niemiecki fizyk Heinrich Hertz. Przeprowadził systematyczne badania odkrytych fal. Stwierdził, że fale elektromagnetyczne odbijają się od metalowych przedmiotów. Zbudował ogromny pryzmat z parafiny, aby zbadać zjawisko załamania fal radiowych. Dlaczego ogromny? Rozmiar pryzmatu musi przekraczać długość fali, aby załamanie fali było możliwe. Wyznaczył eksperymentalnie długość wytwarzanych fal – wynosiła ona 4 m. Wykazał, że fale elektromagnetyczne rozchodzą się z prędkością światła oraz, że są falami poprzecznymi, co oznacza, że kierunek drgań wektora natężenia pola elektrycznego jest prostopadły do kierunku rozchodzenia się fali. Udowodnił tym samym słuszność równań Maxwella, które przewidywały istnienie takich właśnie fal.

Falę elektromagnetyczną charakteryzuje:

- **częstotliwość** ν , czyli liczba pełnych zmian pola magnetycznego i elektrycznego w ciągu jednej sekundy, wyrażona w hercach (Hz), $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$.
- **długość fali** λ , czyli odległość między sąsiednimi punktami, w których pole elektryczne i magnetyczne mają taką samą fazę.

Wielkości te są ze sobą związane: im większa jest częstotliwość, tym mniejsza długość fali:

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

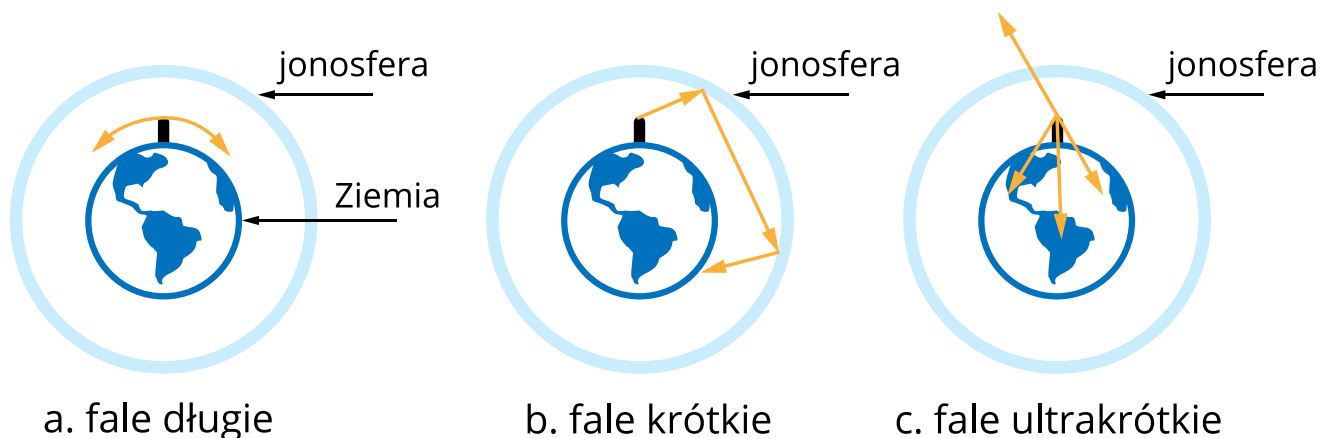
gdzie c jest prędkością światła.

Źródłem fal radiowych są anteny zasilane prądem przemiennym odpowiedniej częstotliwości. Naturalne źródła fal radiowych to między innymi wyładowania atmosferyczne, [zorze polarne](#), [radiogalaktyki](#).

Tradycyjnie fale radiowe dzielimy na:

Nazwa	Długość fali [m]	Częstotliwość [MHz]
fale bardzo długie	100 000 - 10 000	0,003 - 0,03
fale długie	10 000 - 1 000	0,03 - 0,3
fale średnie	1 000 - 75	0,3 - 4
fale krótkie	75 - 10	4 - 30
fale ultrakrótkie	10 - 0,3	30 - 1 000

Fal radiowych używamy przede wszystkim do komunikacji, ponieważ rozchodzą się łatwo w atmosferze, a także pod wodą. Propagacja silnie zależy od długości fali. Ważną rolę w przesyłaniu i odbiorze fal radiowych odgrywa jonosfera. Jest to górna część atmosfery ziemskiej, zjonizowana przez promieniowanie ultrafioletowe i rentgenowskie dochodzące od Słońca. Rozciąga się od wysokości 60 km do około 800 km nad powierzchnią Ziemi (Rys. 1).



Rys. 1. Propagacja fal radiowych w atmosferze. Na rysunku nie została zachowana skala w celu lepszego pokazania zjawisk.

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

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pl>

Fale długie, dzięki zjawisku ugięcia fali (dyfrakcji), rozchodzą się wzdłuż powierzchni Ziemi. (Rys. 1a.). Jeśli nadajnik ma odpowiednio dużą moc, mogą dochodzić nawet na odległość 1000 km. Woda nie stanowi dla nich przeszkody, dlatego używa się ich do łączności z łodziami podwodnymi.

Fale krótkie ulegają odbiciu od jonosfery. Po kilkukrotnym odbiciu sygnał nadajnika może powrócić do powierzchni Ziemi i dotrzeć bardzo daleko, czasem na drugą półkulę (Rys. 1b.). Fale krótkie używane są przez radioamatorów. Jednak łączność czasem im się urywa, bo zdolność odbijania fal przez jonosferę zależy od warunków, jakie w niej akurat panują.

Fale ultrakrótkie, o długości poniżej metra, rozchodzą się od nadajnika po liniach prostych, podobnie jak światło widzialne (Rys. 1c.). Fale te wykorzystuje się w radiofonii UKF, telewizji, Wi Fi, Bluetooth, itp. Fale ultrakrótkie nie są pochłaniane przez jonosferę, dlatego mogą służyć do łączności satelitarnej.

Widmo promieniowania elektromagnetycznego nie jest ograniczone od strony fal długich. Fale elektromagnetyczne o największych rejestrowanych długościach, czyli najmniejszych częstotliwościach, odpowiadają skrajnemu obszarowi widma fal radiowych, określanemu jako skrajnie niskie częstotliwości i oznaczanemu ELF (Extremely Low Frequency). Fale takie mają długości od 10 do 100 tysięcy kilometrów, co odpowiada częstotliwościom z zakresu od 3 do 30 Hz. W naturalny sposób fale o takich długościach powstają w atmosferze ziemskiej. Źródłem takich fal mogą być wyładowania elektryczne w atmosferze.

Słowniczek

Zorza polarna

(ang. *aurora*) – zjawisko świetlne, występujące w jonosferze, w pobliżu biegunów.

Radiogalaktyka

(ang. *radio galaxy*) – galaktyka, czyli układ miliardów gwiazd, związanych siłami grawitacji, emitująca silne fale radiowe.

Grafika interaktywna

Fale radiowe – charakterystyka

Obejrzyj grafikę interaktywną, aby sprawdzić, jak fale radiowe rozchodzą się w atmosferze ziemskiej.

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

Polecenie 1

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Fale radiowe - charakterystyka
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
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>Zakres rozszerzony</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu.</p> <p>X. Fale i optyka. Uczeń:</p> <p>14) rozróżnia fale poprzeczne i podłużne; opisuje światło jako falę elektromagnetyczną poprzeczną; rozróżnia światło spolaryzowane i niespolaryzowane.</p>

<p>Kształtowane kompetencje kluczowe:</p>	<p>Zalecenia 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.
<p>Cele operacyjne:</p>	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. opisuje fale radiowe; 2. analizuje związek między długością fali i częstotliwością; 3. rozróżnia fale radiowe; 4. ilustruje propagację fal radiowych w atmosferze ziemskiej.
<p>Strategie nauczania:</p>	<p>strategia eksperymentalno-obszernyjna (dostrzeganie i definiowanie problemów)</p>
<p>Metody nauczania:</p>	<p>wykład informacyjny, pokaz multimedialny, analiza pomysłów</p>
<p>Formy zajęć:</p>	<p>praca w grupach, praca indywidualna</p>
<p>Środki dydaktyczne:</p>	<p>komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia</p>
<p>Materiały pomocnicze:</p>	<p>e-materiały: „Fale radiowe - zastosowanie”, „Widmo fal elektromagnetycznych”</p>
<p>PRZEBIEG LEKCJI</p>	
<p>Faza wprowadzająca:</p>	

Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?”.
Odwołanie do wiedzy uczniów o falach elektromagnetycznych.

Faza realizacyjna:

Nauczyciel wyjaśnia, czym są fale radiowe i opowiada o odkryciu i badaniach tych fal przez Heinricha Hertza.

Następnie podaje związek między częstotliwością i długością fali, a uczniowie w parach rozwiązują zadania 4 i 5 z zestawu ćwiczeń, aby zastosować poznane wzory. Nauczyciel przedstawia podział fal radiowych ze względu na długość fali i tłumaczy, jak te fale rozchodzą się w atmosferze ziemskiej, wyświetlając odpowiedni rysunek (Rys. 1. z części „Przeczytaj”). Uczniowie oglądają grafikę interaktywną i odpowiadają na zadane w niej pytanie.

Faza podsumowująca:

Uczniowie w parach rozwiązują zadanie 6, aby sprawdzić nabyte wiadomości o propagacji fal radiowych w atmosferze oraz krzyżówkę (zadanie 8 z zestawu ćwiczeń).

Praca domowa:

Pozostałe zadania z zestawu ćwiczeń, do wyboru trzy zadania.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Grafika interaktywna może też być wykorzystana przez uczniów po lekcji do powtórzenia i utrwalenia materiału.