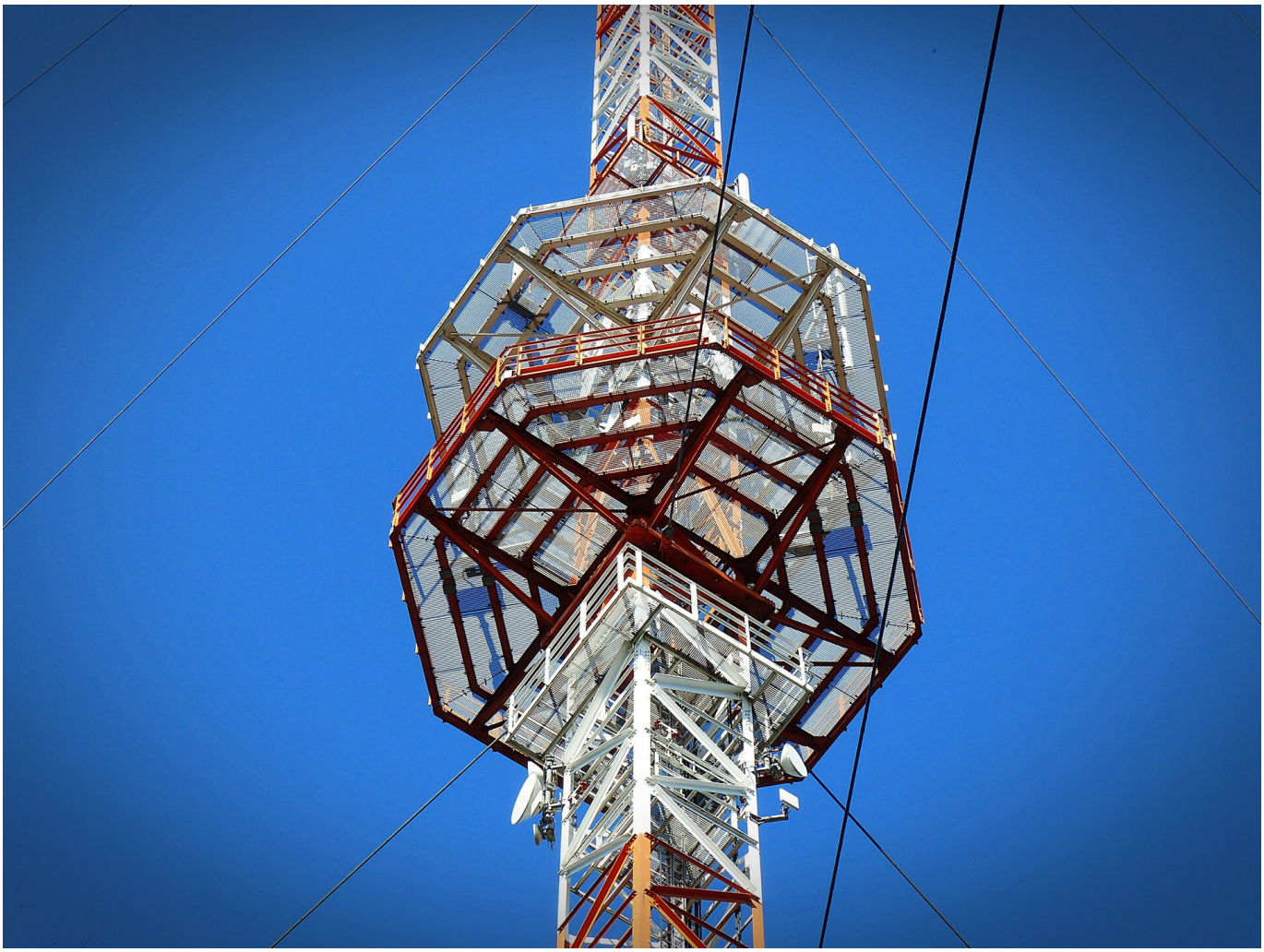


Fale radiowe - zastosowanie

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Grafika interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Źródło: dostępny w internecie: https://pixabay.com/photos/radio-mast-broadcast-tower-platform-1344128/ [dostęp 21.02.2022 r.].

Czy to nie ciekawe ?

Fale radiowe odkrył w 1886 roku niemiecki fizyk Heinrich Hertz. Zbadał ich właściwości i udowodnił, że są to fale elektromagnetyczne, których istnienie przewidywały równania Maxwella. Sam uczony nie zdawał sobie sprawy ze znaczenia swojego odkrycia. Zapytany kiedyś przez dziennikarza, do czego można by zastosować odkryte przez niego fale radiowe, odpowiedział z całą stanowczością: „Sądzę, że do niczego!". A jednak… Dziś nie wyobrażamy sobie życia bez urządzeń wykorzystujących fale radiowe.



Rys. a. Heinrich Hertz (1857–1894), odkrywca fal elektromagnetycznych.
Źródło: Robert Krewaldt, dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heinrich_Hertz.jpg [dostęp 21.02.2022 r.], domena publiczna.

Twoje cele

- dowiesz się, czym są fale radiowe;
- poznasz pierwsze zastosowania fal radiowych w komunikacji;
- przeanalizujesz zastosowanie fal radiowych w medycynie;
- zrozumiesz, jaką rolę pełni detekcja fal radiowych w astronomii.

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 $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$.

Falę elektromagnetyczną charakteryzuje:

- **częstotliwość ν**, czyli liczba pełnych zmian pola magnetycznego i elektrycznego w ciągu jednej sekundy, wyrażona w hercach (Hz), $1\ Hz = 1\ s^{-1}$.
- **długość fali λ**, czyli odległość między sąsiednimi punktami, w których pole elektryczne albo magnetyczne znajdują się w tej samej fazie.

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

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

gdzie c jest prędkością światła.

Granica zakresu fal radiowych jest umowna. Przyjęto, że są to fale o długości większej niż 0,3 m i częstotliwości mniejszej niż 1000 MHz. Czasami do fal radiowych zalicza się także mikrofale o większych częstotliwościach. O zastosowaniach mikrofal, takich jak system GPS czy telefonia komórkowa, przeczytasz w materiale „Mikrofale – zastosowanie".

Najstarsze zastosowania fal radiowych są oczywiste – to **radio i telewizja**.

Obecnie w Europie i większości państw świata radiofonie korzystają z pasma UKF nadając programy w zakresie częstotliwości 87,5–108 MHz

Dramatyczna jest historia wynalazku radia. Początkowo zasługa ta przypisywana była Marconiemu, który za skonstruowanie radia dostał 1909 roku nagrodę Nobla. Jednak Nikola Tesla, inżynier serbskiego pochodzenia, twierdził, że Marconi wykorzystał w swoim wynalazku jego wcześniejsze prace. Długotrwałe procesowanie się doprowadziło Teslę do bankructwa. Dopiero po jego śmierci w 1943 roku, Sąd Najwyższy Stanów Zjednoczonych przyznał prawa patentowe Tesli i obecnie to jego uważa się za wynalazcę radia.

Jak działa radio?

Nadajnik radiowy składa się z dwóch głównych elementów: **generatora** i **modulatora**.

Generator wytwarza falę nośną, czyli sinusoidalną falę o częstotliwości radiowej.

Modulator modyfikuje falę nośną, zgodnie z przekazanym do niego sygnałem modulującym, który reprezentuje przesyłany dźwięk. Sygnał modulujący powstaje w mikrofonie, który przetwarza fale dźwiękowe na sygnał elektryczny o częstości odpowiadającej częstości fal dźwiękowych.

Sygnał modulujący może modyfikować falę nośną na dwa sposoby:

- przez wprowadzanie zmian częstotliwości — jest to modulacja częstotliwości (ang. *frequency modulation* – fale tak zmodulowane oznaczane są jako FM),
- przez wprowadzanie zmian amplitudy — jest to modulacja amplitudy (ang. *amplitude modulation* – fale tak zmodulowane oznacza się jako AM).

Na podstawie międzynarodowych ustaleń w radiofonii, na falach ultrakrótkich wykorzystuje się transmisję z modulacją częstotliwości (FM), natomiast na falach długich, średnich i krótkich – z modulacją amplitudy (AM).

Zmodulowane fale są odbierane przez **odbiornik** radiowy. W odbiorniku odbywa się odwrotny proces: modulacje odbieranej fali przekształcane są na sygnał elektryczny. W głośniku sygnał ten powoduje drgania membrany, które z kolei powodują drgania powietrza i wytworzenie fali akustycznej.

Bardziej skomplikowana jest zasada działania telewizji. Najogólniej mówiąc, telewizja polega na cyfrowym zakodowaniu obrazu i dźwięku i przesyłaniu go za pomocą fal radiowych o zakresie 50 – 220 MHz.

Wynalazcą telewizji, która od kilku pokoleń pozwala nam uczestniczyć w wydarzeniach na całym świecie, był szkocki inżynier John Logie Baird. Pierwsza transmisja telewizyjna, z Londynu do Nowego Jorku, odbyła się 27 stycznia 1928 roku. Prawdziwą popularność telewizja uzyskała po II wojnie światowej.

Fale radiowe z zakresu 60 – 900 MHz znajdują zastosowanie w **spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego** (w skrócie MR). Zasada działania tej metody polega na oddziaływaniu pól magnetycznych z momentami magnetycznymi jąder atomowych. Najczęściej są to jądra wodoru, czyli protony. Jądra wodoru absorbują energię fal radiowych o określonej częstotliwości, a potem oddają ją, emitując fale o tej samej częstotliwości. Sygnały te odbierane są przez aparaturę i można precyzyjnie zlokalizować miejsce, w którym zachodzi emisja. Zarejestrowany sygnał zależy od typu cząsteczek i jest różny dla tłuszczów, białek, wody i innych bogatych w wodór związków, co pozwala rozróżnić typy i gęstości tkanek. Można w ten sposób badać chemiczną strukturę substancji. Rezonans magnetyczny jest dla chemików niezawodną metodą identyfikacji związków organicznych. W biochemii wykorzystuje się tę metodę do oznaczania zawartości wody i suchej substancji w produktach spożywczych.

W medycynie rezonans magnetyczny jest jedną z najbardziej precyzyjnych metod zbadania wnętrza ludzkiego ciała w bezinwazyjny sposób (Rys. 1). Dzięki niemu można dokonać oceny struktur anatomicznych całego ciała lub poszczególnych narządów z dokładnością do zaledwie kilku milimetrów. Można obejrzeć dokładnie narządy i tkanki w dowolnej płaszczyźnie, także trójwymiarowo. MR pozwala wykryć niepokojące zmiany (na przykład nowotworowe) i dostarczyć o nich sporo informacji. Jest to bardzo czuła metoda obrazowania, a przy tym w pełni bezpieczna. Nie używa się w tym badaniu szkodliwego promieniowania jonizującego (rentgenowskiego), jak w innych technikach obrazowania.



Rys. 1. Aparatura do obrazowania metodą rezonansu magnetycznego.

Ważną rolę odgrywa detekcja fal radiowych w **badaniach astronomicznych**. To jedyny, obok światła widzialnego, zakres promieniowania elektromagnetycznego, który przenika bez przeszkód przez atmosferę. Fale radiowe dochodzące z kosmosu niosą informacje o egzotycznych obiektach. Przykładem mogą być pulsary – gwiazdy neutronowe wysyłające regularne impulsy radiowe. Fal radiowych nie pochłania pył, który uniemożliwia obserwację wielu obiektów w świetle widzialnym.

Konstrukcja radioteleskopu składa się z parabolicznej czaszy, czyli reflektora skupiającego fale radiowe w ognisku, w którym umieszczony jest ich odbiornik (Rys. 2).



Rys. 2. Największy w Polsce radioteleskop o 32-metrowej średnicy, znajdujący się w Piwnicach pod Toruniem.

Sygnał radiowy dochodzący z dużych odległości jest bardzo słaby. Zarejestrowanie takich sygnałów wymaga zastosowania anten radiowych o ogromnych rozmiarach. Największa na świecie antena do badań radioastronomicznych, FAST, znajduje się w Chinach. Jest umieszczona w naturalnym zagłębieniu terenu, a jej czasza ma średnicę 500 m.

Radioteleskopy często są łączone w większe układy, działające jak interferometry. Dzięki temu ich czułość użytkowa i zdolność rozdzielcza wzrastają.

Przykładem jest układ radioteleskopów Very Large Array of Radio Telescopes, znajdujący się w Meksyku (Rys. 3). Układ radioteleskopów wykorzystuje zjawisko interferencji fal radiowych do wzmocnienia sygnału odbieranego z kosmosu. Odległości między teleskopami są rzędu kilku metrów, co odpowiada długości fali radiowej.



Rys. 3. Very Large Array of Radio Telescopes w Meksyku.

W regionach o słabo rozwiniętej infrastrukturze telekomunikacyjnej sprawdza się **łączność satelitarna**, która wykorzystuje fale radiowe o częstotliwości kilkudziesięciu megaherców. Połączenie miedzy telefonami odbywa się poprzez stację przekaźnikową, zwaną transponderem, umieszczoną na sztucznym satelicie Ziemi. Sygnały wysyłane są z telefonu do transpondera z wykorzystaniem fali o wyższej częstotliwości, a docierają z powrotem za pośrednictwem fali o niższej częstotliwości.

Słowniczek

> **interferencja**
>
> (*ang.: interference*) zjawisko polegające na powstaniu nowego rozkładu amplitudy fali w wyniku nałożenia się dwóch lub więcej fal. W zależności od fazy fal następuje ich wygaszenie bądź wzmocnienie.

> **interferometr**
>
> (*ang.: interferometer*) przyrząd pomiarowy, którego zasad działania opiera się na zjawisku interferencji fal.

> **zdolność rozdzielcza**

(*ang.: resolution*) najmniejsza odległość między dwoma punktami, które można rozróżnić jako oddzielne. Im większa rozdzielczość, tym mniejsze obiekty można obserwować.

Grafika interaktywna

Zastosowanie fal radiowych

Zapoznaj się z grafiką interaktywną, pokazującą przykładowe zastosowania fal radiowych.

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Radiotelescopio_FAST.jpg [dostęp 21.02.2022], https://www.pxfuel.com/en/free-photo-jodbj [dostęp 21.02.2022], https://pixabay.com/photos/tv-set-antique-monument-television-1639240/ [dostęp 21.02.2022].

Polecenie 1

Oblicz długość fali radiowej w następujących przypadkach:

Częstotliwość naziemnej telewizji nadawanej w Warszawie wynosi 770 MHz.

Odpowiadająca jej długość fali wynosi, z dokładnością do dwóch cyfr znaczących,

$\lambda =$ [ ] m.

Program I Polskiego Radia nadawany jest z częstotliwością 225 kHz. Z dokładnością do 1 m,

jest to długość fali $\lambda =$ [ ] m.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Uzupełnij zdanie:

Fale radiowe to promieniowanie elektromagnetyczne o długości [mniejszej / większej] niż 0,3 m i częstotliwości [mniejszej / większej] niż 1000 MHz.

Ćwiczenie 2

Wybierz właściwe dokończenie zdania:

Radioteleskopy służące do badania kosmosu są umieszczane na powierzchni Ziemi, ponieważ...

- ...ich rozmiary są zbyt wielkie, aby umieścić je na satelitach.
- ...atmosfera ziemska jest przezroczysta dla fal radiowych.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij zdanie:

W badaniu rezonansem magnetycznym wykorzystywane jest oddziaływanie fal radiowych z [atomem wodoru / jądrem atomu wodoru].

Ćwiczenie 4

Ile razy większa jest długość fali radiowej o częstotliwości 10 kHz niż długość fali radiowej o częstotliwości 900 MHz?
Wynik zapisz w postaci cyfry z odpowiednią liczbą zer.

Stosunek długość fal wynosi _____.

Ćwiczenie 5

Wybierz prawdziwe stwierdzenia:

- [ ] Fala nośna to sinusoidalna fala o częstotliwości radiowej.
- [ ] Generator nadajnika radiowego wytwarza falę nośną, a modulator modyfikuje falę nośną zgodnie z przekazanym do niego sygnałem.
- [ ] Fala nośna to sinusoidalna fala o częstotliwości mierzonej w GHz.
- [ ] Modulator nadajnika radiowego wytwarza falę nośną, a generator modyfikuje falę nośną zgodnie z przekazanym do niego sygnałem.

Ćwiczenie 6

Wybierz prawdziwe stwierdzenia:

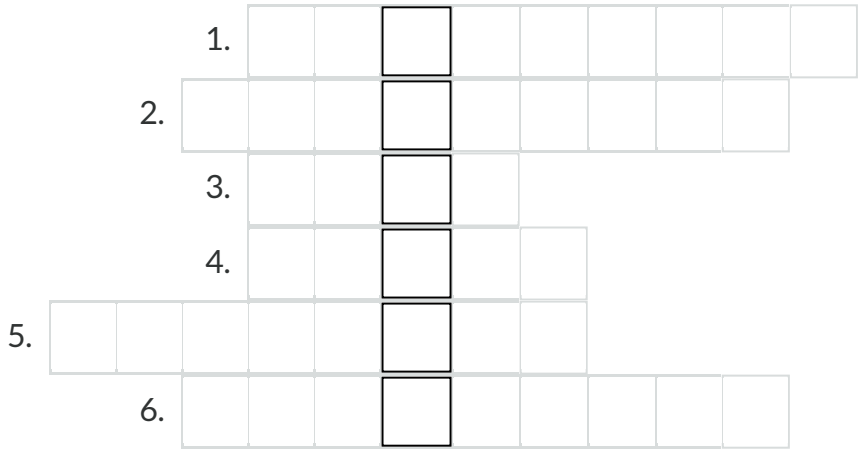
- [ ] Fale radiowe typu AM to fale używane w radiofonii, których modulacja polega na wprowadzaniu zmian częstotliwości.
- [ ] Fale radiowe typu AM to fale używane w radiofonii, których modulacja polega na wprowadzaniu zmian amplitudy.
- [ ] Fale radiowe typu FM to fale używane w radiofonii, których modulacja polega na wprowadzaniu zmian amplitudy.
- [ ] Fale radiowe typu FM to fale używane w radiofonii, których modulacja polega na wprowadzaniu zmian częstotliwości.

Ćwiczenie 7

Największy na świecie radioteleskop ma czaszę o średnicy 500 m. Wyjaśnij, dlaczego radioteleskopy mają tak duże rozmiary.

Ćwiczenie 8

Rozwiąż krzyżówkę, aby dowiedzieć się, jaki kosmiczny obiekt został odkryty dzięki detekcji fal radiowych:



1. Modulowana wielkość w falach radiowych typu AM.
2. Zadanie modulatora, stanowiącego część nadajnika radiowego.
3. Rozchodzące się w przestrzeni zaburzenie pola elektromagnetycznego o najmniejszych częstotliwościach to … radiowa.
4. Wynalazca radia.
5. Bezinwazyjna metoda obrazowania wnętrza ciała ludzkiego to … magnetyczny.
6. Zakres fal elektromagnetycznych sąsiadujący z falami radiowymi.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	**Fale radiowe - zastosowanie**
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, rozszerzony
Podstawa programowa:	**Cele kształcenia – wymagania ogólne** I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. **Zakres rozszerzony** **Treści nauczania – wymagania szczegółowe** I. Wymagania przekrojowe. Uczeń: 4) przeprowadza obliczenia liczbowe posługując się kalkulatorem; 19) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, nazywa je oraz wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla jego przebiegu. XI. Fizyka atomowa. Uczeń: 2) opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii.

Kształtowane kompetencje kluczowe:	**Zalecenia 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. opisze, czym są fale radiowe; 2. opowie o pierwszych zastosowaniach fal radiowych w komunikacji; 3. przeanalizuje zastosowanie fal radiowych w medycynie; 4. wyjaśni, jaką rolę pełni detekcja fal radiowych w astronomii.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obserwacyjna (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 radiowe - charakterystyka”, „Mikrofale – zastosowanie”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	

Przed lekcją uczniowie wyszukują w Internecie zastosowania fal radiowych. Na początku lekcji uczniowie przypominają, czym są fale radiowe.	
Faza realizacyjna:	
Uczniowie przedstawiają przygotowane zastosowania fal radiowych. Nauczyciel pomaga wyjaśnić zasadę działania poszczególnych zastosowań, a także uzupełnia informacje przygotowane przez uczniów. Uczniowie oglądają grafikę interaktywną i odpowiadają na pytanie z nią związane.	
Faza podsumowująca:	
Uczniowie w grupach rozwiązują zadania z zestawu ćwiczeń. Nauczyciel analizuje pracę uczniów i wystawia oceny.	
Praca domowa:	
Nierozwiązane na lekcji zadania z zestawu ćwiczeń.	
Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium	Grafikę interaktywną można wykorzystać na zajęciach. Może też być wykorzystana przez uczniów po lekcji, do powtórzenia i utrwalenia materiału.