



Mikrofale - zastosowanie

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



Źródło: dostępny w internecie: freepik.com.

Czy to nie ciekawe?

W wielu domach znajduje się mikrofalówka, w której podgrzewamy potrawy. Już sama jej nazwa wskazuje, że korzystamy w tym celu z mikrofal. Ale czy wiesz, że mikrofae mają o wiele więcej zastosowań? Dowiesz się o nich w tego e-materiału.



Rys. a. Mikrofalówka.

Źródło: dostępny w internecie: <https://www.pexels.com/photo/two-white-ceramic-plates-near-microwave-on-counter-top-1287150/>.

Twoje cele

- Poznasz podstawowe własności mikrofal.
- Zrozumiesz, jak działa telefonia komórkowa i system GPS.
- Poznasz zasadę działania radaru i jego zastosowania w różnych dziedzinach.
- Przeanalizujesz fizyczne podstawy działania kuchenki mikrofalowej.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Mikrofale to fale elektromagnetyczne, których długość wynosi od 10^{-4} m do 0,3 m (0,1 mm do 30 cm), a częstotliwość od 1 GHz do 3000 GHz.

Jak wszystkie fale elektromagnetyczne, mikrofae rozchodzą się w próżni z tą samą prędkością $c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$. Falę elektromagnetyczną charakteryzuje:

- **częstotliwość** ν , czyli liczba pełnych zmian pola magnetycznego i elektrycznego w ciągu jednej sekundy, wyrażona w hercach (Hz),
- **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:

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

Energia kwantu promieniowania, fotonu, jest wprost proporcjonalna do częstotliwości i odwrotnie proporcjonalna do długości fali:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda},$$

gdzie h jest stałą Plancka, $h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$ lub $4,14 \cdot 10^{-15} eV \cdot s$.

Energie fotonów promieniowania mikrofalowego są niewielkie. Największa energia fotonu mikrofalowego jest ponad kilkaset razy mniejsza niż energia fotonu światła widzialnego, a kilkaset tysięcy razy mniejsza od energii fotonów, które mogą spowodować jonizację atomów i uszkodzić cząsteczki chemiczne.

Mikrofale mają wiele zastosowań. Właściwie urządzenia z nich korzystające otaczają nas na każdym kroku. Zaczniemy od tych najbardziej popularnych.

Czy wyobrażasz sobie życie bez **telefonów komórkowych**? Wykorzystują one promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie mikrofal w przybliżonym zakresie 900 – 1900 MHz, co odpowiada zakresowi długości fal 16 – 33 cm. Obszar kraju pokryty jest antenami stacji bazowych **BTS** (ang. *Base Transceiver Station*), z których każda obsługuje określony teren (komórkę) – stąd nazwa telefonii komórkowej. Telefon zamienia głos na sygnał elektryczny, a następnie transmituje ten sygnał na częstotliwościach mikrofalowych. Rozmiar telefonu, a więc i jego anteny, jest niewielki, a pobór prądu mały, aby bateria dłużej działała. Sygnał wysyłany przez telefon jest więc słaby i ma niewielki zasięg. Do przekazywania tego sygnału na dalsze odległości służą właśnie anteny stacji bazowych,

które odbierają sygnał telefonu i przesyłają do stacji bazowej znajdującej się w pobliżu odbiorcy, skąd sygnał trafia do jego telefonu.

Coraz popularniejsza staje się **nawigacja GPS (Global Positioning System)**. Tak się do niej przyzwyczailiśmy, że niektórzy już nie potrafiliby trafić pod nowy adres, korzystając po prostu z papierowej mapy.

Telefonia komórkowa opiera się na systemie nadajników naziemnych, a systemy GPS na satelitarnych stacjach nadawczo-odbiorczych. Jest to możliwe dzięki temu, że mikrofałe nie są pochłaniane przez jonosferę i swobodnie przechodzą przez całą atmosferę.

System GPS obsługuje 24 satelity, orbitujące wokół Ziemi i wysyłające sygnały zawierające aktualną pozycję na orbicie i dokładny czas. Naziemne stacje kontrolują i monitorują satelity. Użytkownik korzysta z odbiornika sygnałów wysyłanych przez satelity. W celu wyznaczenia pozycji odbiornika mierzony jest czas dotarcia sygnału z satelity i następnie obliczana odległość pomiędzy odbiornikiem i satelitą. Dokładne wyznaczenie pozycji odbiornika GPS, czyli szerokość i długość geograficzną oraz wysokość nad poziomem morza, możliwe jest, gdy znana jest odległość od co najmniej czterech satelitów.

Jedno z najstarszych zastosowań mikrofal to **radar**. Jest to urządzenie, które wysyła skolimowaną wiązkę mikrofal. Mikrofałe odbijają się od metalowej powierzchni i trafiają do odbiornika, dzięki czemu możliwe jest określenie kierunku odbijającego obiektu. Pomiar czasu od wysłania do powrotu sygnału do nadajnika umożliwia określenie odległości do tego obiektu. Możliwy jest także pomiar prędkości obiektu za pomocą radaru. Wykorzystuje się w tym celu zjawisko Dopplera, które polega na zmianie częstotliwości fal wysyłanych przez poruszający się obiekt. Można to zaobserwować, gdy stoi się przy drodze i mijają nas samochody. W momencie, gdy mija nas pojazd, słyszymy, jak ton jego silnika nagle się obniża. Właśnie to zjawisko wykorzystuje policja, kontrolując radarem prędkość samochodów (Rys. 1.).

Inna metoda pomiaru prędkości to radar impulsowy, który wysyła wiązki mikrofal w krótkich odstępach czasu. Prędkość obiektu jest obliczana przez komputer na podstawie różnicy czasu powrotu po odbiciu od obiektu kilku kolejnych impulsów.

Radary używane przez policję to nie jedyne zastosowanie radarów w motoryzacji. Nowoczesne samochody mają zamocowane z przodu radary niewielkich rozmiarów o zasięgu kilkuset metrów. Takie radary stosuje się w systemach awaryjnego hamowania, a ich zadaniem jest wykrywanie samochodów, motocykli czy pieszych.

Radary meteorologiczne służą do obserwacji chmur i opadów atmosferycznych. Dostarczają informacji o rodzaju opadu, miejscu występowania, intensywności i kierunku, w jakim się przesuwają. Dane te są niezbędne do prognozowania pogody.



Rys. 1a.

Źródło: dostępny w internecie: <https://unsplash.com/photos/PuIU3AxfJtQ> [dostęp 21.04.2022].



Rys. 1b.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/radar-ship-cruise-cruise-ship-2560044/> [dostęp 21.04.2022].



Rys. 1c.

Źródło: dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Erdfunkstelle_Fuchsstadt.jpg [dostęp 21.04.2022].



Rys. 1d.

Źródło: dostępny w internecie: <https://pixabay.com/photos/storm-thunderstorm-weather-radar-3158855/> [dostęp 21.04.2022].

Pole elektryczne promieniowania mikrofalowego oddziałuje z cząsteczką wody, która jest **cząsteczką polarną**, co oznacza, że posiada rozdzielone przestrzennie ładunki dodatnie i ujemne. Oddziaływanie mikrofal z cząsteczkami wody powoduje ich drgania. Energia tych drgań przekazywana jest atomom znajdującym się w pobliżu, co prowadzi do wzrostu temperatury substancji. Jest to mechanizm ogrzewania wykorzystany w **kuchenkach mikrofalowych**. W urządzeniach tych stosuje się promieniowanie o częstotliwości 2,45 GHz. Obudowa kuchenki wykonana jest z metalu, który odbija promieniowanie mikrofalowe. Szklane drzwiczki zabezpieczone są siatką o rozmiarach oczek znacznie

mniejszych niż długość fali, co zabezpiecza przed przenikaniem fal na zewnątrz. Mikrofałe pochłaniane są przez substancje zawierające wodę, czyli praktycznie każdą potrawę, a przenikają swobodnie przez szkło, ceramikę, czy plastik. Naczynia ogrzewają się jedynie od podgrzewanej potrawy. Mikrofałe wnikają na około 2,5 cm w głąb potrawy, ogrzewanie głębszych warstw odbywa się już przez przewodnictwo cieplne. Łatwo sprawdzić, że jedzenie w małych kawałkach szybciej osiąga wysoką temperaturę niż w dużych częściach.

Gdy chcemy przesłać zdjęcia lub film z telefonu do komputera bez użycia kabla, możemy wykorzystać **system Bluetooth**, który służy do przesyłania danych metodą bezprzewodową na niewielkie odległości. Działa on w paśmie częstotliwości 2,4 GHz, co oznacza przedział od 2400 do 2483 MHz. Moduł Bluetooth, spełniający rolę nadajnika i odbiornika, jest szeroko wykorzystywany do łączności między różnymi urządzeniami. Przykłady jego zastosowania, oprócz wspomnianego przesyłania plików, to łączność między komputerem i myszką lub klawiaturą, łączność smartfonu z zestawem głośnomówiącym w samochodzie lub ze słuchawkami bezprzewodowymi.

Słowniczek

Cząsteczka dipolowa

(ang. *polar molecule*) – cząsteczka polarna, molekula, w której ładunek dodatni i ujemny przesunięte są względem siebie, w wyniku czego cząsteczka jest dipolem elektrycznym (ma niezerowy moment dipolowy).

Elektronowolt (eV)

(ang. *electronvolt*) – jednostka energii spoza układu SI używana w fizyce mikroświata. 1 eV to energia, jaką uzyskuje elektron przyspieszany w polu elektrycznym o różnicy potencjałów równej 1 volt. $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Grafika interaktywna (schemat)

Mikrofale - zastosowanie

Grafika interaktywna przedstawia działanie systemów GPS i GSM. Po kliknięciu na każdą z ilustracji poruszają się w kolejności wzrastających numerów. Zapoznaj się ze schematami, a następnie wykonaj polecenie.



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



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

Polecenie 1

Przyporządkuj urządzenia do odpowiednich grup.

Urządzenia, które tylko odbierają fale elektromagnetyczne

Urządzenia, które wysyłają i odbierają fale elektromagnetyczne

Cyfrowa centrala telefonii komórkowej

Satelita systemu GPS

Telefon komórkowy

Stacje bazowe GSM

Stacja kontroli systemu GPS

Nawigacja samochodowa GPS

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij zdanie:

Mikrofale to fale elektromagnetyczne, których długość wyraża się jako liczba z przedziału (

0,01 - 30 cm / 0,01 - 30 m/ 0,01 - 30 km).

Ćwiczenie 2



Które z właściwości mikrofal wykorzystywane są w poniższych urządzeniach?

Odpowiedź:

- radar: ,

- mikrofalówka:

- telefon komórkowy: ,

- nawigacja samochodowa GPS: ,

propagacja z prędkością światła

przekazywanie energii cząsteczkom wody

brak pochłaniania w atmosferze

brak pochłaniania w atmosferze

brak pochłaniania w atmosferze

przekazywanie energii cząsteczkom wody

przekazywanie energii cząsteczkom wody

propagacja z prędkością światła

propagacja z prędkością światła

Ćwiczenie 3



Magnetron w kuchenkach mikrofalowych pracuje na częstotliwości $\nu = 2,45$ GHz. Jaka jest długość fali tego promieniowania? Odpowiedź podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

Odpowiedź: $\lambda =$ cm

Ćwiczenie 4



Wybierz poprawne stwierdzenia:

☐ Promieniowanie mikrofalowe powoduje wzrost temperatury ciała.

☐ Promieniowanie mikrofalowe jest promieniowaniem jonizującym.

☐ Promieniowanie mikrofalowe wprawia w drgania cząsteczki wody.

☐ Mikrofałe są pochłaniane przez atmosferę.

Ćwiczenie 5



Ugotowanie do miękkości dużego ziemniaka w mikrofalówce trwa około 6 minut. Gdy pokroimy ziemniak przed gotowaniem na małe kawałki, czas gotowania skróci się do 3 minut. Wyjaśnij przyczynę skrócenia czasu gotowania, posługując się właściwościami promieniowania mikrofalowego.

Ćwiczenie 6



Mikrofalowe promieniowanie tła wypełniające Wszechświat to pozostałość po wczesnym etapie ewolucji Wszechświata. Wszechświat, początkowo bardzo gorący, rozszerzał się i stygł. Gdy jego temperatura zmniejszyła się na tyle, że mogły powstać pierwsze atomy, materia stała się przezroczysta dla promieniowania elektromagnetycznego, które od tej pory bez przeszkód porusza się, docierając do naszych detektorów. Długość fali tego promieniowania na skutek rozszerzania się Wszechświata zwiększyła do wartości z zakresu od 0,5 do 10 mm. Jaki zakres, z dokładnością do 3 cyfr znaczących, obejmują energie fotonów promieniowania tła?

Odpowiedź: Zakres energii fotonów promieniowania tła: $\{1,24\} \cdot 10^{-4} - \{2,48\} \cdot 10^{-3}$ eV

Ćwiczenie 7



Radar na okręcie wojennym wykrył nieznany obiekt. W jakiej odległości znajduje się ten obiekt, jeśli wiązka mikrofal wysłana przez radar powróciła po odbiciu od obiektu po czasie $t = 6 \cdot 10^{-5}$ s.

Odpowiedź: $s =$ km

Ćwiczenie 8



Jaka jest prędkość samochodu, jeśli od momentu wysłania wiązki mikrofal do momentu jej powrotu po odbiciu od samochodu upłynął czas $t_1 = 2 \cdot 10^{-7}$ s, zaś czas powrotu kolejnej wiązki wysłanej po czasie $\Delta T = 0,5$ s wyniósł $t_2 = 10^{-7}$ s. Podaj odpowiedź w km/h.

Odpowiedź: $v =$ km/h

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Krystyna Wosińska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Mikrofale - zastosowania
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres 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; 17) przedstawia wybrane informacje z historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki; 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. opisuje podstawowe własności mikrofal; 2. wyjaśnia, jak działa telefonia komórkowa i system GPS; 3. omawia zasadę działania radaru i jego zastosowania w różnych dziedzinach; 4. analizuje fizyczne podstawy działania kuchenki mikrofalowej.
Strategie nauczania:	strategia eksperymentalno-obszernacyjna (dostrzeganie i definiowanie problem6w)
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: „Mikrofae – charakterystyka”
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
Wprowadzenie zgodnie z treścią w części pierwszej „Czy to nie ciekawe?”. Odwołanie do wiedzy uczniów o promieniowaniu elektromagnetycznym.	
Faza realizacyjna:	
Nauczyciel wyjaśnia, czym jest promieniowanie mikrofalowe, wskazując je na widmie fae elektromagnetycznych między podczerwienią a faami radiowymi. Uczniowie przypominają definicję częstotliwości i długości fae oraz związek między tymi wielkościami. Następnie uczniowie dzielą się swoimi wiadomościami o zasadzie działania telefonii komórkowej, a nauczyciel porządkuje te wiadomości i wyjaśnia wątpliwości. Podobnie przebiega dyskusja o działaniu systemu GPS. Uczniowie oglądają grafikę interaktywną i wykonują połączone z nią polecenie. Nauczyciel wyjaśnia zasadę działania mikrofałówki oraz radaru. Uczniowie wymieniają dziedziny życia, w których znajduje zastosowanie radar, nauczyciel uzupełnia te wiadomości.	
Faza podsumowująca:	

Uczniowie w grupach rozwiązują zadanie 8 z zestawu ćwiczeń. Uczniowie odnoszą się do postawionych sobie celów lekcji, ustalają które osiągnęli, a które wymagają jeszcze pracy, jakiej i kiedy. W razie potrzeby nauczyciel dostarcza im informację zwrotną kształtującą.

Praca domowa:

Zadania z zestawu ćwiczeń, 1 - 3 obowiązkowo, do wyboru jedno z pozostałych zadań.

**Wskazówki metodyczne
opisujące różne zastosowania
danego multimedium**

Multimedium bazowe może też być wykorzystane przez uczniów po lekcji do powtórzenia i utrwalenia materiału.