

Wytwarzanie i odbiór fal elektromagnetycznych (radiowych)

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



Wytwarzanie i odbiór fal elektromagnetycznych (radiowych)

Źródło: dostępny w internecie: <https://pxhere.com/en/photo/1041288> [dostęp 15.07.2022].

Czy to nie ciekawe?

Chciałoby się westchnąć: szkoda, że Maxwell tego nie widzi! Wykorzystujemy jego odkrycie z pełnym rozmachem – pod ręką mamy nadajnik i odbiornik fal radiowych w jednym niewielkim urządzeniu i stale (niektórzy nadmiernie) z niego korzystamy. Mowa oczywiście o telefonie komórkowym.

Maxwell odkrył falę elektromagnetyczną w 1864 roku, rozważając równania opisujące elektromagnetyzm. Nie dożył eksperymentalnego potwierdzenia swojej teorii. Dokonał tego Heinrich Hertz w roku 1887 (zobacz Rys. a.).



Rys. a. Heinrich Hertz.

Źródło: Robert Krewaldt, dostępny w internecie: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heinrich_Rudolf_Hertz.jpg [dostęp 15.07.2022], domena publiczna.

Wykonał eksperyment, który dalej w e-materiale opiszemy, ale w tym miejscu powiemy tylko, że eksperyment jest na tyle prosty, że możemy go powtórzyć w swojej kuchni. Bowiem podczas zapalania gazu często używamy piezoelektrycznego iskrownika, takiego jak przedstawiony na Rys. b., albo wbudowanego w kuchenkę. Jeśli wytworzymy w nim iskrę, to w pobliskim włączonym radioodbiorniku usłyszymy zakłócenie w postaci trzasku. To znak, że właśnie odebraliśmy falę elektromagnetyczną wytworzoną w momencie pojawienia się iskry elektrycznej.



Rys. b. Zapalnik iskrowy gazu.

Źródło: dostępny w internecie: https://www.freepik.com/premium-photo/green-multipurpose-lighter-with-fire-woman-s-hand-isolated-white-surface_8309985.htm [dostęp 15.07.2022].

Twoje cele

W tym e-materiale:

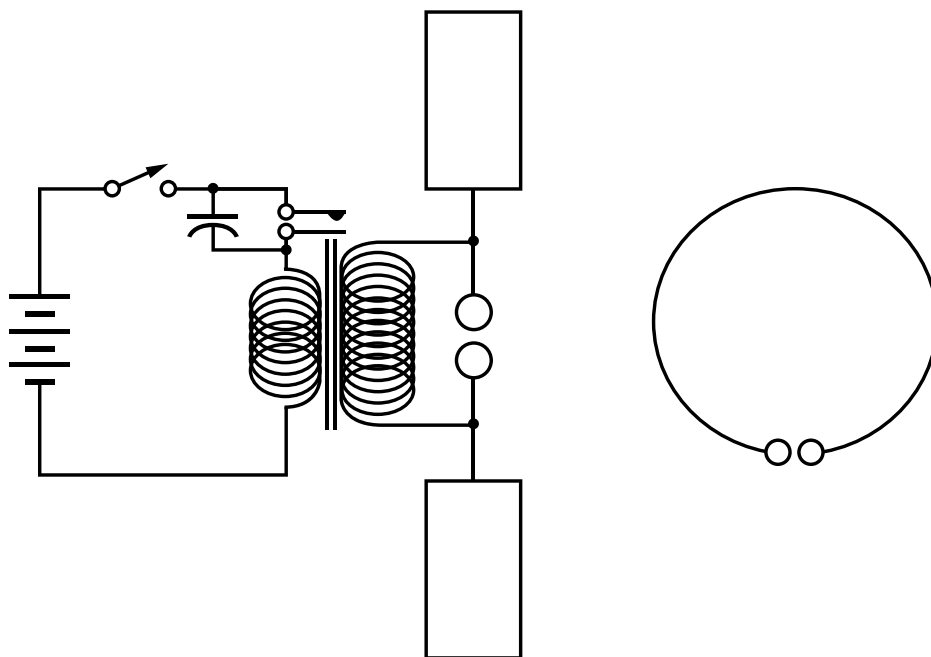
- Dowiesz się, w jaki sposób Heinrich Hertz potwierdził eksperymentalnie hipotezę Maxwella o istnieniu fali elektromagnetycznej,
- Zrozumiesz, w jaki sposób można łatwo „powtórzyć” eksperyment Hertza za pomocą iskrownika i neonówki,
- Pogłębisz rozumienie mechanizmu rozchodzenia się fali elektromagnetycznej,
- Lepiej zapoznasz się ze strukturą fali radiowej.

Przeczytaj

Warto przeczytać

Na czym polegał eksperyment Hertza? Niestety, nie posiadał on piezoelektrycznego iskrownika, jakim my się posługujemy. Zjawisko piezoelektryczne (wytwarzanie napięcia na brzegach pewnych kryształów, pod wpływem ich odkształcania) nie było wtedy znane, ale Hertz również wytworzył iskrę elektryczną. Posłużył się induktorem Ruhmkorffa, który był znany od 1850 r.

Cewka (induktor) Ruhmkorffa, dobrze schematycznie przedstawiona na Rys. 1., jest urządzeniem służącym do otrzymywania wysokich napięć. Jest połączeniem transformatora o dużej liczbie zwojów w uzwojeniu wtórnym i przerywacza (takiego, jaki stosowany jest w dzwonekach elektrycznych) przerywającego przepływ prądu w uzwojeniu pierwotnym. Przerwanie prądu w uzwojeniu pierwotnym powoduje zmianę strumienia indukcji magnetycznej we wspólnym rdzeniu i wyindukowanie dużego napięcia doprowadzonego do kulek iskrownika. Napięcia uzyskane w ten sposób sięgają dziesiątków tysięcy woltów. Powoduje to przeskok iskry, a właściwie całą ich serię.



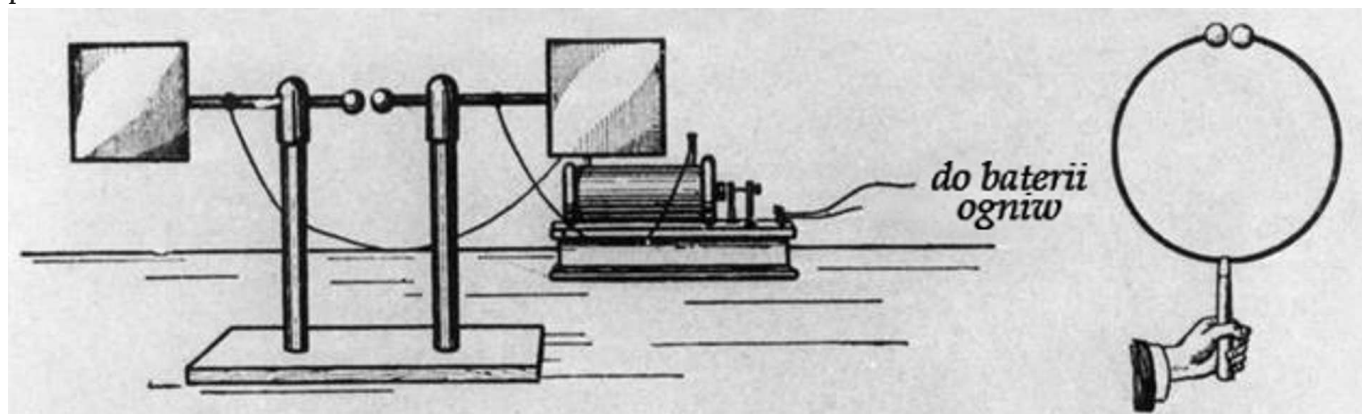
Rys. 1. Schematyczne przedstawienie układu Hertza. Po lewej stronie widoczny jest nadajnik fal radiowej – generator iskrowy do którego podłączone są płaskie miedziane płytki, czyli otwarty kondensator. Po prawej stronie pokazano pętlę odbiornika fal, leżącą w płaszczyźnie rysunku

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

Iskry, jako poruszające się ładunki wytwarzają **pole elektryczne** i **magnetyczne** – falę elektromagnetyczną. Ma ona strukturę **fali radiowej**, czyli wektory natężenia pola elektrycznego \vec{E} skierowane są równoległe do kierunku wyładowań iskrowych i anteny

(na rysunku pionowo). Z kolei **linie pola magnetycznego** tworzą okręgi, których środki leżą na linii anteny. Wektory indukcji magnetycznej \vec{B} są prostopadłe do płaszczyzny pętli odbiornika. Przez pętlę odbiornika przenika zmienny strumień indukcji magnetycznej wytwarzając SEM indukcji, co powoduje przeskakiwanie iskier w bardzo wąskiej szczelinie między końcówkami (kuleczkami) pętli.

W oryginalnym doświadczeniu Hertza, którego układ eksperymentalny pokazuje Rys. 2. iskry były tak subtelne, że trzeba było obserwować je w mocno zaciemnionym pomieszczeniu.



Rys. 2. Układ eksperymentalny Hertza

Źródło: tylko do użytku edukacyjnego na zpe.gov.pl.

Oczywiście eksperyment był wielkim sukcesem teorii Maxwella i Hertza jako doświadczalnika, ale sam Hertz nie doceniał do końca swojego odkrycia. Był niewątpliwie świadomy faktu, że potwierdził hipotezę Maxwella o falach elektromagnetycznych i doprowadził do włączenia optyki do teorii elektromagnetyzmu, ale nie sądził, że jego odkrycie będzie miało jakiegokolwiek zastosowanie w praktyce.

Słowniczek

Pole magnetyczne

(ang. *magnetic field*) – stan przestrzeni charakteryzujący się działaniem siły, zwanej siłą magnetyczną (Lorentza) na poruszający się ładunek umieszczony w tej przestrzeni bądź na obiekt obdarzony momentem magnetycznym; wielkością charakteryzującą pole magnetyczne jest wektor indukcji magnetycznej \vec{B} .

Pole elektryczne

(ang. *electric field*) – stan przestrzeni charakteryzujący się działaniem siły, zwanej siłą elektryczną na ładunek elektryczny umieszczony w tej przestrzeni; wielkością charakteryzującą pole elektryczne jest wektor natężenia pola elektrycznego \vec{E} .

Linie pola magnetycznego

(ang. *magnetic line of induction*) – poglądowy obraz tego pola. Przebieg linii odzwierciedla układ wektorów indukcji magnetycznej \vec{B} w przestrzeni. W każdym, dowolnym punkcie linii pola zaczepiony jest wektor \vec{B} , styczny do tej linii. Analogicznie zdefiniowane są **linie pola elektrycznego**, do których w każdym punkcie styczny jest wektor natężenia pola elektrycznego \vec{E} .

Fala radiowa

(ang. *radio wave*) fale elektromagnetyczne o częstotliwości od 3 kHz do 3 THz ($3 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^{12} \text{ Hz}$). Według literatury zachodniej zakres częstotliwości obejmuje fale od 3 Hz. Zależnie od długości dzielą się na pasma radiowe. Według dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady są to fale elektromagnetyczne o częstotliwości mniejszej niż 3000 GHz, rozchodzące się w przestrzeni bez pomocy sztucznego przewodnika.

Film (standardowy)

Wytwarzanie i odbiór fal elektromagnetycznych (radiowych)

Oglądając film, możesz zapoznać się z doświadczeniem, które w pewnym stopniu odtwarza doświadczenie Hertza.

Pożyteczne będzie także wcześniejsze zapoznanie się z e-materiałem „Wytwarzanie i odbieranie fali elektromagnetycznej radiowej”.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R154dQDshiYSO>

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

Zapoznaj się z audiodeskrypcją filmu.

Polecenie 1

Dlaczego żaróweczka świeci słabiej, gdy anteny są ustawione względem siebie pod kątem?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



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

Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



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

Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, dlaczego, jeśli w pobliżu włączonego radioodbiornika zdejmiesz wełniany sweter z koszuli, w której jest trochę sztucznego włókna, to usłyszysz w radioodbiorniku trzaski?

Ćwiczenie 8



Iskrownik w doświadczeniu Hertza wytwarza oprócz fali elektromagnetycznej radiowej i oczywiście świetlnej również promieniowanie rentgenowskie. Wyjaśnij dlaczego.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora:	Nina Tomaszewska
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Wytwarzanie i odbiór fal elektromagnetycznych (radiowych)
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.</p> <p>Zakres rozszerzony</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. Magnetyzm. Uczeń:</p> <p>14) opisuje jakościowo współzależność zmian pola magnetycznego i elektrycznego oraz rozchodzenie się fal elektromagnetycznych.</p>
Kształtowane kompetencje kluczowe:	<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.

Cele operacyjne:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. analizuje, w jaki sposób Heinrich Hertz potwierdził eksperymentalnie hipotezę Maxwella o istnieniu fali elektromagnetycznej, 2. wykonuje doświadczenie analogiczne do doświadczenia Hertza za pomocą iskrownika i neonówki, 3. omawia mechanizm rozchodzenia się fali elektromagnetycznej, 4. określa strukturę fali radiowej.
Strategie nauczania:	blended-learning
Metody nauczania:	wykład informacyjny wspomagany pokazem multimedialnym
Formy zajęć:	praca w zespole klasowym
Środki dydaktyczne:	niniejszy e-materiał + komputer z rzutnikiem lub tablety do dyspozycji każdego ucznia
Materiały pomocnicze:	-
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	
<p>Nauczyciel opowiada o odkryciu fal elektromagnetycznych przez Maxwella i o doświadczeniu wykonanym przez Hertza weryfikującym to odkrycie. Mówi o prostym eksperymencie z iskrownikiem do zapalania gazu, za pomocą którego można nadać falę elektromagnetyczną i odebrać ją w działającym właśnie radioodbiorniku.</p>	
Faza realizacyjna:	
<p>Nauczyciel omawia doświadczenie wykonane przez Hertza podobnie, jak to jest zrobione w części „Warto przeczytać”. Następnie uczniowie samodzielnie zapoznają się z filmem przedstawiającym dwa doświadczenia. Starają się samodzielnie odpowiadać na pytania aktywizujące dołączone do filmu. Na forum klasy następuje podsumowanie pracy własnej uczniów i ewentualne wyjaśnienia wątpliwości.</p>	
Faza podsumowująca:	
<p>W fazie podsumowującej nauczyciel wraz z uczniami powinien rozwiązać zadania: 3, 6, 7, 8 z zestawu ćwiczeń.</p>	
Praca domowa:	
<p>W ramach powtórzenia i utrwalenia wiadomości uczniowie rozwiązują zadania: 1, 2, 4, 5 z zestawu ćwiczeń.</p>	

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium	Film może być wykorzystany jako uzupełnienie lekcji dotyczącej fali radiowej (e-materiał: „W jaki sposób wytwarzane są fale elektromagnetyczne radiowe.”)
---	---