



## LABORATORIUM MULTIMEDIALNE

### Zakład Dydaktyki Fizyki UMK 2019

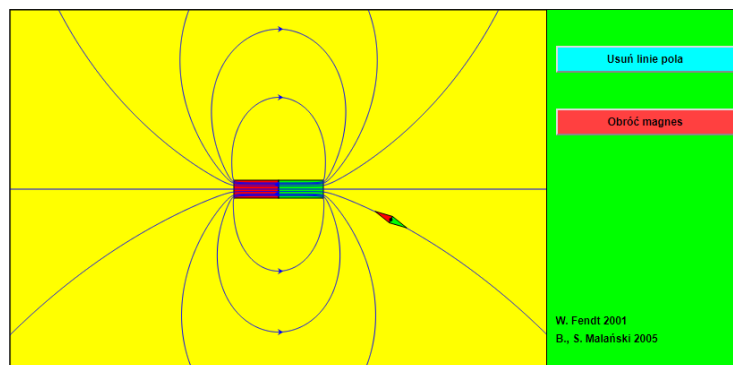
Temat: Magnetyzm. Ruch drgający i fale.

#### Wprowadzenie

Tematyka magnetyzmu od wielu lat znajduje odzwierciedlenie w materiałach dla nauczycieli, przygotowywanych przez ZDF UMK. Najpełniejszym tego wyrazem jest zestaw do elektromagnetyzmu wraz z toruńskim doświadczalnikiem [1], ponadto możemy znaleźć liczne ciekawe materiały w formie sfilmowanych doświadczeń np. na stronie Elektromagnetyzm [2]. Zrealizowane też zostały liczne prace dyplomowe, wykorzystujące formy multimedialne, patrz np. [3]. Jest to też wdzięczny temat dla różnego rodzaju prezentacji i symulacji, których przykłady tutaj pokrótce omówimy.

Omawianie zagadnień magnetyzmu rozpoczynamy zwykle od zaprezentowania obecności pola magnetycznego wokół magnesu sztabkowego czy też przewodnika z prądem. Za pomocą opiłków żelaza czy też igiełki magnetycznej możemy pokazać to w rzeczywistej postaci, ale do celów dydaktycznych i lepszego zrozumienia możemy wspomóc się symulacjami, np. ze strony <https://www.walter-fendt.de/html5/phpl/>

Pierwsza z działu Elektrodynamika, *Pole magnetyczne wokół magnesu sztabkowego*, pozwala prześledzić przebieg linii pola magnetycznego za pomocą igły magnetycznej (rys. poniżej).



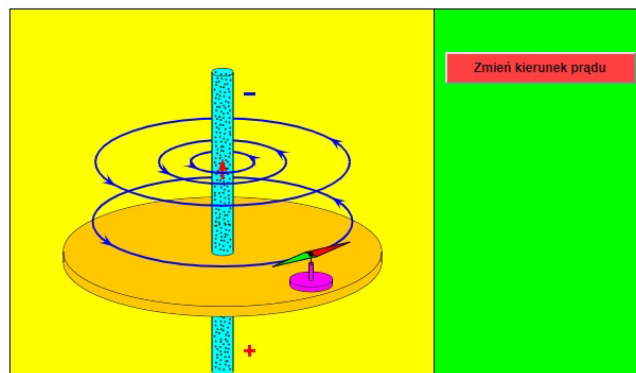
[https://www.walter-fendt.de/html5/phpl/magneticfieldbar\\_pl.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phpl/magneticfieldbar_pl.htm)

Jeżeli przesuniesz igłę magnetyczną (przy pomocy myszki naciskając i przytrzymując dowolny klawisz) to program narysuje linię pola magnetycznego wytworzoną przez magnes sztabkowy i przechodzącą przez środek igły magnetycznej (niebieski kolor). Możesz w ten sposób uzyskać obraz wielu linii sił. Niebieska strzałka pokazuje zwrot pola magnetycznego, który według definicji jest zgodny z ustawieniem się północnego bieguna igły magnetycznej. Jeżeli zmienisz ustawienie magnesu o 180 (naciskając czerwone pole z napisem obróć magnes), zwrot linii pola magnetycznego zmieni się na przeciwny. Naciśnięcie na lewe pole z napisem usuń linie pola magnetycznego powoduje wymazanie wszystkich linii z rysunku.

Kolejnym przykładem może być *Pole magnetyczne wokół przewodnika z prądem*. Prąd płynie przez pionowo ustawiony przewód. Możesz zmienić kierunek przepływu tego prądu na przeciwny, naciskając na czerwone pole z napisem zmiana kierunku prądu. Znaki (plus i minus

na końcach przewodu symbolizują bieguny podłączonej baterii. Umowny kierunek przepływu prądu elektrycznego wskazuje czerwona strzałka. Zauważ, że rzeczywisty kierunek ruchu elektronów (zielone punkty wewnątrz przewodu) jest przeciwny do umownego kierunku przepływu prądu!

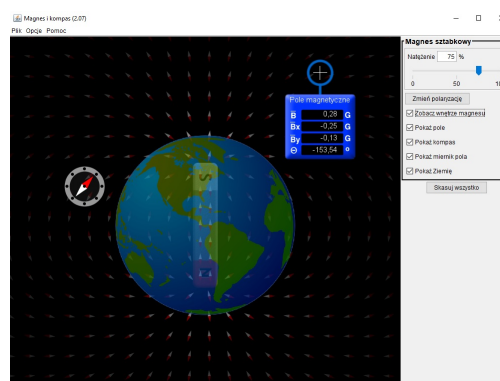
Możesz przesuwając dowolnie igłę magnetyczną po brązowej powierzchni - najedź na nią kursorem i naciśnij dowolny klawisz myszki. Igła ta pokazuje kierunek i zwrot pola magnetycznego (niebieski okrąg ze strzałką) w dowolnym punkcie jej ustawienia. Bieguny magnetyczne igły, Północny i Południowy są odpowiednio zaznaczone na kolor czerwony i zielony. W symulacji tej wpływ pola magnetycznego Ziemi został pominięty.



[https://www.walter-fendt.de/html5/php/magneticfieldwire\\_pl.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/php/magneticfieldwire_pl.htm)

Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika przez który płynie prąd ma kształt współśrodkowych okręgów położonych symetrycznie wokół przewodnika. Zwrot wektora pola magnetycznego (niebieska strzałka) jest wyznaczony zgodnie z regułą prawej dłoni: jeżeli kciuk prawej ręki ustawiony jest w kierunku umownego kierunku przepływu prądu elektrycznego, to pozostałe palce obejmujące przewód pokazują zwrot pola magnetycznego.

Wpływ pola magnetycznego (magnesu sztabkowego, albo... Ziemi) na wskazanie igielki magnetycznej można prześledzić w symulacji PhET pt. *Magnes i kompas*.



<https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/magnet-and-compass>

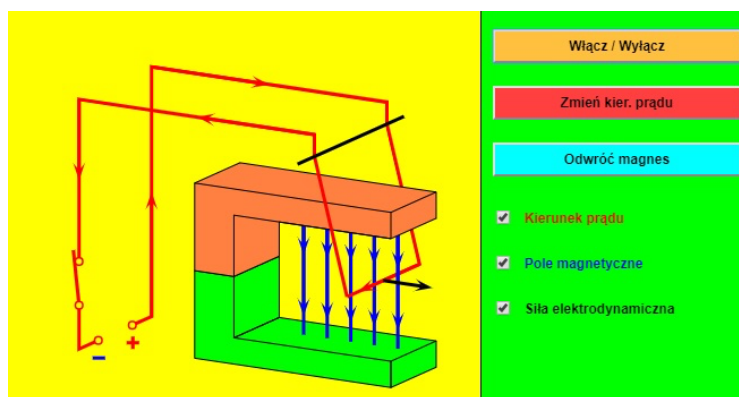
Możemy tu opcjonalnie włączać/wyłączać kompas, pole magnetyczne, wnętrze magnesu, miernik pola i Ziemię oraz regulować natężenie pola magnetycznego.

Inna symulacja tej serii, *Elektromagnetyczne laboratorium Pana Faradaya*, umożliwia wykonanie szeregu eksperymentów dotyczących pola magnetycznego i wzbudzenia prądu

indukcyjnego. Jednym z modułów jest opisany powyżej *Magnes i kompas*, dodatkowo znajdziemy *Pętlę-próbnik*, *Elektromagnes*, *Transformator* i *Generator*. Wypróbuj działanie poszczególnych symulacji i pomyśl, jak można wykorzystać je na lekcjach.

Wyjaśniając budowę generatora, odwołujemy się do zjawiska indukcji i siły elektrodynamicznej. Aby lepiej pokazać i wyjaśnić rolę tej ostatniej, sięgniemy po symulację Waltera Fendta *Sila elektrodynamiczna*. Programik demonstruje siłę elektrodynamiczną, działającą na przewodnik z prądem, umieszczony w polu magnetycznym.

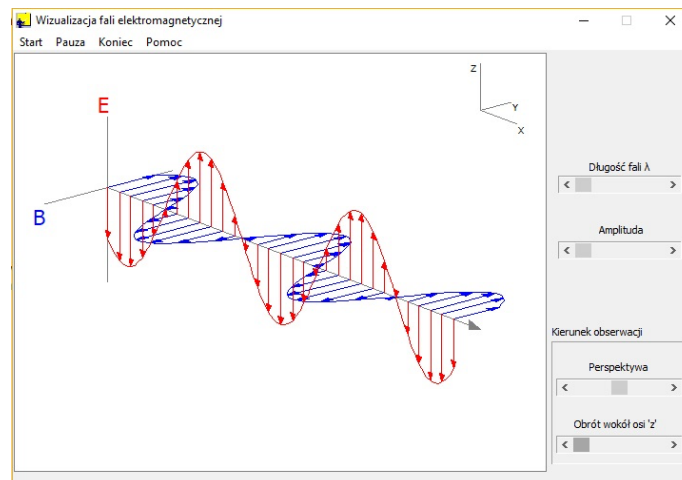
Możesz włączać lub wyłączać prąd klikając przycisk "Włącz / Wyłącz". Pozostałe dwa przyciski umożliwiają zmianę kierunku prądu oraz zwrotu linii pola magnetycznego. Trzy pola wyboru pozwalają pokazać lub ukryć kierunek prądu (jasnoczerwone strzałki), linie pola magnetycznego (jasnoniebieskie strzałki) oraz siłę elektrodynamiczną (czarna, rys. poniżej).



[https://www.walter-fendt.de/html5/phpl/lorentzforce\\_pl.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/phpl/lorentzforce_pl.htm)

Zasoby działu Elektrodynamika na stronie symulacji W. Fendta są znacznie bogatsze – warto pamiętać (i skorzystać!) również o wszystkich pozostałych: *Silnik elektryczny prądu stałego*, *Prądnica*, *Prosty układ prądu zmiennego*, *Układ drgający RLC*, *Fala elektromagnetyczna*.

Ta ostatnia np. to animacja pokazująca spolaryzowaną falę elektromagnetyczną, która rozchodzi się zgodnie ze zwrotem osi x. Podobną wizualizację, umożliwiającą dodatkowo obrót w przestrzeni oraz zmianę długości fali i amplitudy pól, znajdziemy w zasobach AGH (rys. poniżej).



<https://open.agh.edu.pl/course/view.php?id=100#Elektrycznosc>

Przyjrzymy się jeszcze przy tej okazji pokrótce zasobom multimedialnym dotyczącym tematyki fal i ruchu drgającego. Bogaty wybór apletów znajdziemy na stronach <https://www.edukator.pl/drgania,7395.html> oraz <https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=pl> – sprawdź działanie trzech wybranych narzędzi dotyczących drgań na każdej ze stron.

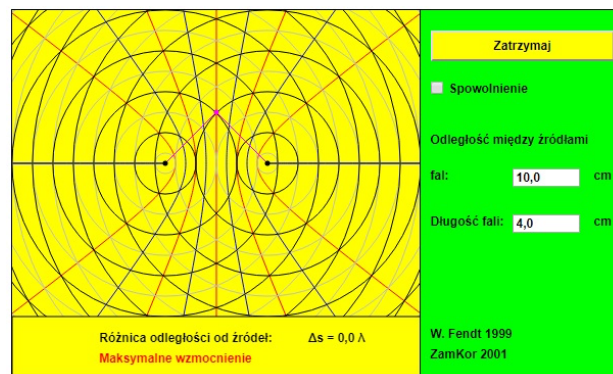
Niektóre z symulacji W Fendta z działu *Drgania i fale* poznaliśmy przy okazji tematu *Energia*. Tutaj zajmiemy się *Interferencją dwóch fal kolistych lub kulistych* dla fal na wodzie lub dźwięku. Fale rozchodzą się z dwóch źródeł, drgających w zgodnych fazach. W przypadku interferencji dwóch fal wychylenie każdego punktu ośrodka jest sumą wychyleń, powodowanych przez każdą z nich.

Możesz obserwować następujące szczególne przypadki interferencji:

W punktach, których różnica odległości  $\Delta s$  od źródeł jest całkowitą wielokrotnością długości fali  $\lambda$ , fale spotykają się w tych samych fazach. Oznacza to, że maksima (czarne okręgi), a także minima (szare okręgi) przybywają tam równocześnie, a więc w tych punktach amplituda drgań jest maksymalna (następuje maksymalne wzmocnienie). Punkty te leżą na krzywych oznaczonych kolorem czerwonym.

W punktach, których różnica odległości  $\Delta s$  od źródeł jest nieparzystą wielokrotnością połowy długości fali  $\lambda$ , fale spotykają się fazami przeciwnymi. Oznacza to, że do tych punktów zawsze docierają równocześnie maksimum (grzbiet) z jednego źródła i minimum (dolina) z drugiego. Fale ulegają tam maksymalnemu osłabieniu - amplituda jest minimalna. Punkty te leżą na krzywych oznaczonych kolorem niebieskim.

Przycisk "Zatrzymaj / Wznów" służy do zatrzymywania i wznowiania symulacji. Gdy wybierzesz opcję "Spowolnienie", animacja będzie przebiegać pięć razy wolniej. Możesz zmieniać wzajemną odległość źródeł i długość fali - nie zapomnij zaakceptować zmian klawiszem "Enter". U dołu okna programu możesz odczytać różnicę odległości od obu źródeł  $\Delta s$  dla punktu oznaczonego kolorem fioletowym. Możesz przesuwając ten punkt za pomocą myszki.



[https://www.walter-fendt.de/html5/php/interference\\_pl.htm](https://www.walter-fendt.de/html5/php/interference_pl.htm)

Ćwiczenie, które jest jeszcze jednym przykładem praktycznego wykorzystania zagadnień dotyczących ruchu drgającego i może szczególnie zainteresować uczniów, poznajemy z wykorzystaniem dołączonej niżej karty pracy.



## Bibliografia

[1] Karwasz G. (pod red.) - „Toruński doświadczalnik – elektromagnetyzm”, w internecie pod adresem <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Doswiadczalnik/Doswiadczalnik.pdf>

[2] Elektromagnetyzm – strona internetowa  
[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa\\_strona/?q=node/748](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/748)

[3] Podręcznik multimedialny do elektromagnetyzmu,  
[http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa\\_strona/?q=node/671](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/671)

LABORATORIUM MULTIMEDIALNE - Zakład Dydaktyki Fizyki UMK 2019

KARTA PRACY

Temat: Fale na linie.

Symulacja dostępna pod adresem: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/wave-on-a-string>

Pozwala uczniom tworzyć własne fale i odkrywać pojęcia takie jak amplituda, częstotliwość, tłumienie, napięcie, prędkość, odbicie i zakłócenia.

**CREATE** a wave with an oscillator or pulse generator, or by moving a wrench

**CONTROL** wave properties

**MEASURE** distance or time

**PLACE** reference line anywhere

**RESTART** the wave while preserving the other settings in the sim

**VIEW** the wave in slow motion

**EXPLORE** waves with a fixed, loose, or no end point

**PAUSE** and step through the motion of the wave

Oto sugerowane możliwości pracy z programem – wykonaj poniższe polecenia:

- Spróbuj przewidzieć przebieg fali odbitej od zaczepionego lub luźnego końca, sprawdź swoje przewidywania w praktyce.
- Opracuj metodę określenia prędkości fali.
- Zaprojektuj eksperyment, aby znaleźć zależność między prędkością fali, długością fali i częstotliwością.





**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



- Zmierz prędkość fali przy różnych poziomach napięcia, określ zależność między nimi.
- Postaraj się przewidzieć, jak dwie fale mogą się wzajemnie zakłócać, sprawdź w praktyce.
- Jaki wpływ ma tłumienie na falę? Zaobserwuj i sformułuj wniosek.