

Doświadczenia z magnetyzmu – projekt „Teaching Physics in Secondary School”

Andrzej Karbowski

Zakład Dydaktyki Fizyki, Instytut Fizyki UMK, Toruń

Streszczenie: Przedstawiono szczegóły Projektu EEA „Nauczanie fizyki w szkołach średnich”, realizowanego przez UMK. W szczególności przedstawiono wybrane doświadczenia z elektromagnetyzmu, jak zsuwające się po miedzianej równi i spadające magnesy.

Experiments in Magnetism – Project EEA „Teaching Physics in Secondary School”

Abstract: Details of the project TPSS run by University of Nicolaus Copernicus are presented. In particular few examples of innovative experiments on electromagnetism, like sliding and falling magnets are discussed.

W październiku 2008 r. rozpoczął swoją działalność międzynarodowy projekt TPiSS FSS/2008/V/D4/0007 „Teaching Physics in Secondary Schools”, finansowany z funduszy EEA Grants. Negatywne myślenie na temat uczenia się fizyki w Polsce i innych krajach UE utrudnia rekrutację dobrych kandydatów na studia przyrodnicze i techniczne. Sytuacja ta obserwowana jest w wielu krajach, co zostało udokumentowane przez liczne badania i konferencje w ostatnich latach. Celem projektu TPiSS jest m.in. zmiana tego niekorzystnego trendu poprzez zaproponowanie ciekawszego i efektywniejszego sposobu nauczania magnetyzmu i elektromagnetyzmu w szkołach ponadgimnazjalnych, z wykorzystaniem metod i środków technologii informacyjnej i komunikacyjnej.

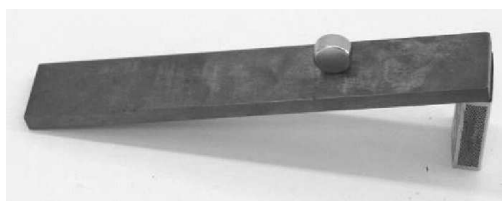
Projekt TPiSS proponuje uczestniczącym szkołom i nauczycielom zbiór prostych, tanich i prowokujących do myślenia eksperymentów hands-on. Oprócz tego elektroniczne i drukowane materiały, filmy wideo i animacje we Flashu mają wzbudzić w użytkowniku ciekawość i chęć poznawania rzeczy nowych. Uczniowie mogą samodzielnie badać omawiane na lekcjach zjawiska, studiować dostarczone materiały multimedialne, motywując się przy tym do dalszego poszukiwania i efektywnego uczenia się. Potwierdziły to badania przeprowadzone w szkołach we Włoszech i w Polsce [1].

Doświadczenia z magnetyzmu, w których czerwony biegun z niebieskim się przyciągają i na odwrót, powodują zdumienie się ucznia. W związku z tym proponujemy zestaw innowacyjnych, opracowanych merytorycznie i dydaktycznie 44 doświadczeń, wprowadzający w zagadnienia magnetyzmu i indukcji elektromagnetycznej, który został przedstawiony na warsztatach w ramach pierwszego toruńskiego seminarium „Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym”, w dniach od 3 do 7 grudnia 2008 roku.



Rys. 1. Uczestnicy warsztatów na zajęciach w Instytucie Fizyki UMK w Toruniu.

Podczas warsztatów projektu TPiSS nt. „Doświadczeń z magnetyzmu” zaprezentowano nauczycielom wiele doświadczeń prowokujących do myślenia zarówno w trakcie ich wykonywania, jak i po ich wykonaniu. Szczególnie efektywnym eksperymentem pozwalającym skupić uwagę uczniów było doświadczenie z „pijanym” magnesem [2],



Rys. 2. Zestaw do prezentacji doświadczenia z „pijanym” magnesem.

poruszającym się w dół po miedzianej równi pochyłej. Trajektorią ruchu magnesu neodymowego nie była linia prosta, lecz krzywa – sinusoida lub krzywa jeszcze bardziej skomplikowana.

Ruch magnesu po takiej trajektorii jest skutkiem indukowania się prądów wirowych Foucaulta w miedzianej płycie. Pole magnetyczne wytwarzane przez te prądy przeciwdziała („zapobiega”) wypadnięciu magnesu poza miedzianą płytę.

Kolejnym doświadczeniem, znanym ale proponowanym przez nas w nowej formie dydaktycznej [3] jest eksperyment ze spadającym magnesem neodymowym wewnątrz pionowo ustawionej rurki miedzianej [4].



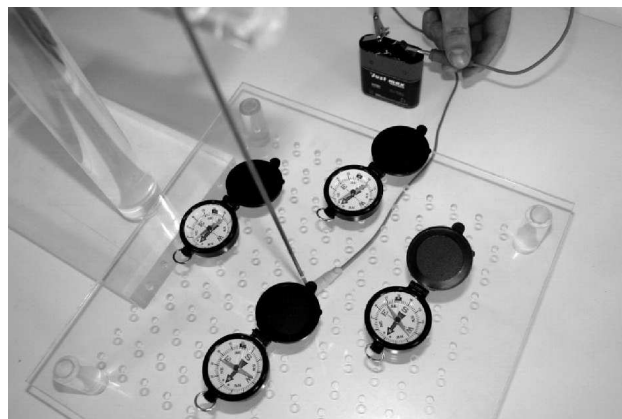
Rys. 3. Po lewej: magnes neodymowy i miedziana rurka bez podłużnych szczelin, po prawej: rurka miedziana z podłużnymi szczelinami.

Nie skupiano jednak głównie uwagi na czasie spadania magnesu, ale starano się zwerbalizować to doświadczenie jak najlepiej dla uczniów. Próbowano odpowiedzieć na pytanie, co się dzieje z magnesem w rurce? Padły różne odpowiedzi, np. „magnes spada w dół”, „magnes nie dotyka ścianek rurki”, „magnes lewituje”. Ostatnia odpowiedź najlepiej opisywała ruch magnesu wewnątrz miedzianej rurki. Po chwili pojawiło się następne pytanie „co jest przyczyną lewitacji magnesu wewnątrz rurki?” i uzyskano zadowalającą odpowiedź „siła odpychania”. Powyższe zjawisko opisuje prawo Faradaya–Lenza–Neumanna [5], a jego znajomość przez uczniów w XXI wieku jest niezmiernie ważna, z powodu licznych zastosowań w nauce i technice. Z kolei rurka z cienkimi podłużnymi szczelinami służy nam do pokazania III prawa Maxwella, które zazwyczaj jest pokazywane w formie uproszczonej, jako „siła” elektromotoryczna ?, a nie jako całka z natężenia pola elektrycznego, zob. też uwagi R. Feynmana w rozdziale 17–2 tomu II/1 *Wykładów* [6].

Na warsztatach zaprezentowano również wersję pionową doświadczenia Oersteda. W Projekcie TPSS nazywamy to doświadczenie również doświadczeniem „Ampere’a”, jako że do obliczenia pola magnetycznego korzystamy z prawa Ampere’a.

Umieszczono cztery kompasy wokół pionowo ustawionego przewodnika z miedzi lub mosiądzu, który jest częścią obwodu elektrycznego. Gdy obwód elektryczny był otwarty, igły wszystkich kompasów wskazywały kie-

runek północ–południe. Po zamknięciu obwodu igły magnetyczne kompasów zmieniają swoje położenia.



Rys. 4. Zestaw do prezentacji pionowej wersji doświadczenia Oersteda.

W omawianym doświadczeniu pokazujemy, że prąd elektryczny może być źródłem pola magnetycznego oraz że linie pola magnetycznego mają kształt okręgów. Od Ampere’a pochodzi ta część doświadczenia, która pokazuje, że natężenie pola magnetycznego maleje wraz ze wzrostem odległości od przewodu i jest ono proporcjonalne do natężenia prądu:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r},$$

gdzie μ_0 jest przenikalnością magnetyczną próżni ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/(A} \cdot \text{m)}$). Jest to ogólny wzór opisujący prawo Ampere’a dla przewodu prostoliniowego.

Linie sił pola dookoła przewodnika liniowego (w powyższej geometrii) są okręgami. Kierunki igieł magnetycznych powinny więc tworzyć elementy okręgu. W rzeczywistym doświadczeniu, przynajmniej z prądami o „rozsądnym” natężeniu ($< 10 \text{ A}$) igły odchylają się, ale nie tworzą regularnego okręgu. Dlaczego? Powodem jest znowu pole magnetyczne Ziemi. Co więcej, doświadczenie to (i inne w TPSS) mogą służyć do pomiaru wartości indukcji pola magnetycznego Ziemi. Załóżmy, że przez przewodnik przepływa prąd 10 A , a igła znajduje się w odległości 10 cm . Zgodnie z powyższym wzorem indukcja B w odległości 10 cm od przewodnika wyniesie $2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. Pole magnetyczne Ziemi ma wartość około $3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. Pole wytworzone przez przewód jest więc prawie takie samo jak pole ziemskie. Igła wskaże kierunek zgodny z kierunkiem wypadkowej dwóch pól – ziemskiego i pochodzącego od przewodu z prądem. Pomiar kąta, pod jakim wychyla się igła od kierunku północ–południe w obecności dodatkowego pola, pozwala na wyznaczenie wielkości pola magnetycznego Ziemi [8].

W czasie warsztatów nauczyciele wykonywali bardzo chętnie i aktywnie jeszcze wiele innych doświadczeń z magnetyzmu i elektromagnetyzmu. Tworzą one ścieżkę

dydaktyczną i zostały umieszczone w następujących grupach [7]:

- 1) magnesy i materiały magnetyczne,
- 2) oddziaływania magnetyczne
- 3) pola magnetyczne,
- 4) pole magnetyczne Ziemi,
- 5) magnetyczne efekty przepływu prądu elektrycznego,
- 6) siła magnetyczna działająca na przewod z prądem – siła Lorentza,
- 7) zjawisko indukcja elektromagnetycznej,
- 8) proste generatory prądu przemiennego,
- 9) zwojnice i transformatory.

Zestawy doświadczalne z magnetyzmu, instrukcje ćwiczeniowe, scenariusze lekcji oraz materiały multimedialne dostępne są dla nauczycieli na stronie internetowej projektu TPiSS [7] <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS>. Zachęcamy wszystkich chętnych do korzystania z wyników projektu oraz do podzielenia się z nami swoimi uwagami.

Literatura

- [1] M. Micheli, R. Viola, „A proposal to overcome some learning knots in electromagnetism and superconductivity: a case study from Supercomet experimentation”, *Girep 2008 International Conference*, Nicosia, Cyprus 2008.
- [2] http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/pijany_magnes2.wmv.
- [3] G. Karwasz, W. Niedzicki, A. Okoniewska, E. Rajch, „Multimedia Tools in Teaching Physics”, *Second International GIREF Seminar „Quality Development in Teacher Education and Training”*, Udine, 1–6.09.2003, Book of Abstracts, University of Udine, s. 69.
- [4] http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Spadajacy_magnes_2.wmv.
- [5] G. Karwasz, A. Karbowski, K. Służewski, R. Viola, M. Gervasio, M. Micheli, „Discovering Electromagnetic Induction: Interactive Multimedia Path”, *Int. Work. on Multimedia in Physics Teaching and Learning*, 14th Edition, 23–25.09.2009, Udine, Europhys. Conf. Abstract Booklet ISBN 2-914771-61-4, s. 48; http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/mptl14_abstract.htm.
- [6] R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *Feynmana wykłady z fizyki*, tom II, część I, s. 292.
- [7] <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS>, link Materiały, hasło: tipss.
- [8] M. Micheli, *SUPERCOMET 2, Przewodnik dla nauczyciela*, praca zbiorowa, s. 67; <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/MOSEM/guide.pdf>.

Multimedia w nauczaniu fizyki – warsztaty toruńskie

Anna Kamińska

Zakład Zastosowań Fizyki, Instytut Fizyki, Akademia Pomorska w Słupsku

Streszczenie: Przedyskutowano kategorie, przykłady oraz zasady tworzenia programów multimedialnych z fizyki. Porównano przykłady krajowe i zagraniczne (Fisica Interattiva, Zanichelli, Padova); omówiono przykładowe błędy edukacyjne i percepcyjne przy tworzeniu tego rodzaju programów.

Multimedia in teaching Physics – Toruń workshop

Abstract: The categories, examples and rules to construct the multimedia tools for teaching physics are discussed. Polish and foreign (like Fisica Interattiva, Zanichelli, Padova) examples are presented; typical perception and educative errors in constructing multimedia are shown.

W dniach 3–7 grudnia 2008 r. na Wydziale Fizyki UMK w Toruniu odbyły się warsztaty dla nauczycieli „Media w edukacji” w ramach Konferencji: „Laboratoria Przyrodnicze Sterowane Komputerowo”.

Na rynku ukazują się coraz więcej programów multimedialnych. Należą do nich proste programy edu-

cyjne (np. testy interaktywne), symulacje eksperymentów, gry dydaktyczne (np. „Physicus – fascynująca przygoda w świecie fizyki”). Zintegrowane programy multimedialne obejmują natomiast szerszy zakres treści fizycznych oraz realizują różne etapy procesu dydaktycznego: wprowadzenie, wyjaśnienie problematyki, wiadomości uzupełniające