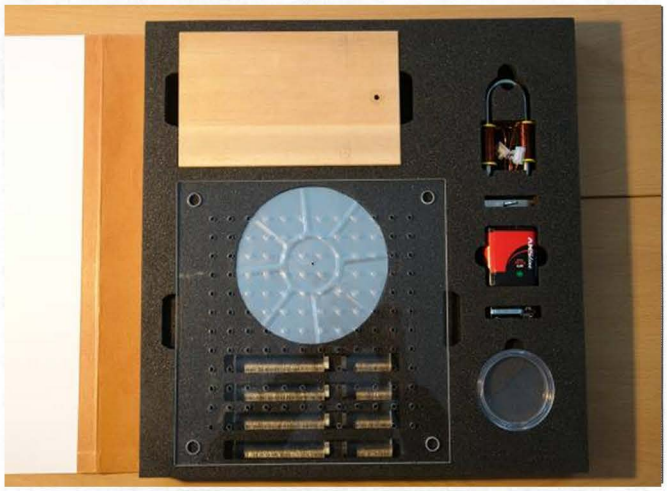
CIEKAWE DOŚWIADCZENIA Z MAGNETYZMU I ELEKTROMAGNETYZMU

Andrzej Karbowski
Zakład Dydaktyki Fizyki, Instytut Fizyki, UMK Toruń

W latach 2008–2009 realizowano międzynarodowy projekt MOSEM (Minds-On experimental equipment kits in Superconductivity and ElectroMagnetism), którego koordynatorem naukowym był prof. Grzegorz Karwasz, reprezentujący Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu. Projekt dotyczył prostych i zaawansowanych doświadczeń z magnetyzmu, elektromagnetyzmu i nadprzewodnictwa. Kontraktorem norweskim projektu była firma Simplicatus AS z Norwegii reprezentowana przez Vegarda Engströma, a partnerami Uniwersytety w: Antwerpii, Brnie, Graz, Nottingham, Udine, Wrocławiu oraz Akademia Pomorska w Słupsku. Głównymi celami projektu było wytworzenie zestawów doświadczalnych oraz materiałów multimedialnych do ciekawej, inspirującej i efektywnej nauki magnetyzmu, elektromagnetyzmu i nadprzewodnictwa. Są to działy fizyki, które są szczególnie ważne podczas kształcenia przyszłych inżynierów i studentów nauk ścisłych [1, 2].

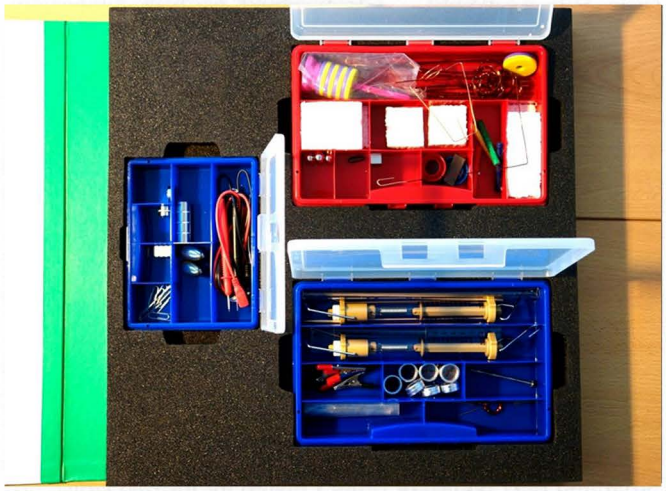
Zestawy doświadczalne projektu MOSEM o nazwie Low-Tech kit, składające się z prostych doświadczeń z magnetyzmu i elektromagnetyzmu, zostały wyprodukowane w Instytucie Fizyki UMK w Toruniu w 2008 roku i na początku 2009 roku przesłano je do partnerów projektu. Zestaw doświadczalny składa się z elementów i przyrządów, które pozwalają wykonać 44 ciekawe i inspirujące doświadczenia z magnetyzmu i elektromagnetyzmu. Zostały one tak wybrane, aby skłaniały uczniów do myślenia i twórczej pracy eksperymentalnej oraz zwiększały ich motywację do odkrywania praw przyrody i dalszej nauki fizyki. Ścieżka dydaktyczna jest skonstruowana w sposób umożliwiający stopniowe poznawanie zjawisk magnetycz-

Rys. 1. Zestaw Low-Tech kit część 1



Rys. 2. Zestaw Low-Tech kit część 2

Rys. 3. Zestaw Low-Tech kit część 3



Rys. 4. Zestaw Low-Tech kit część 4

Rys. 5. Uczestnicy projektu MOSEM podczas warsztatów w Toruniu. Od lewej: Andrzej Karbowski, prof. Marisa Michelini, Janusz Kosicki, Wim Peeters, Vegard Engström, prof. Josef Trna

nych i elektromagnetycznych oraz obejmuje sekwencyjnie następujące działy: magnesy i materiały magnetyczne, pole magnetyczne, oddziaływania magnetyczne, pole magnetyczne Ziemi, magnetyczne efekty przepływu prądu elektrycznego, siła magnetyczna działająca na przewód z prądem – siła Lorenza, zjawisko indukcji elektromagnetycznej, proste generatory prądu przemiennego, zwojnice i transformatory. Wszystkie elementy i przyrządy zostały ładnie zapakowane w czterech „księgach" (Rys. 1, 2, 3 i 4).

Liderem pakietu prostych doświadczeń WP4 projektu MOSEM był autor artykułu z Zakładu Dydaktyki Fizyki, Instytutu Fizyki UMK w Toruniu. Wyniki prac nad zestawem Low-Tech kit wielokrotnie prezentowano m in. na warsztatach i seminariach dla nauczycieli w Toruniu, ogólnopolskiej konferencji dla nauczycieli w Sulejówku, międzynarodowej konferencji GIREP, która odbyła się na Cyprze w 2008 roku oraz podczas seminariów projektu MOSEM, w różnych krajach UE.

Pierwsze spotkanie partnerów projektu odbyło się w Toruniu, w styczniu 2008 roku. Na poniższym zdjęciu (Rys. 5) autor prezentuje doświadczenie Ampere'a w laboratorium Zakładu Dydaktyki Fizyki.

Oto przykłady doświadczeń:

1) Umieszczamy cztery kompasy wokół pionowo ustawionego przewodnika z mosiądzu, który jest częścią obwodu elektrycznego. Gdy obwód elektryczny jest otwarty, igły wszystkich kompasów wskazują kierunek północ – południe. Zamykamy obwód i sprawdzamy co się dzieje z igłami w kompasach? Gdy zamykamy obwód, przez przewodnik płynie prąd elektryczny, a igły w kompasach obracają się. W omawianym doświadczeniu pokazujemy, że prąd elektryczny może być źródłem siły magnetycznej oraz, że linie pola magnetycznego mają kształt okręgów. Od Ampere'a pochodzi ta część doświadczenia, która pozwala przedstawić, 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_o jest przenikalnością magnetyczną próżni (μ_o=4 10^{-7} N/Am). Jest to ogólny wzór opisujący prawo Ampere'a dla przewodu prostoliniowego. Gdy płynie prąd w dwóch przewodach w tym samym kierunku, to natężenie pola jest sumą natężeń pól. Jeśli prąd w dwóch przewodach płynie w przeciwnych kierunkach, to natężenie pola jest równe zero.

Ustawiamy silny magnes neodymowy na szczycie równi i sprawdzamy, w jaki sposób porusza się on w dół. Po jakim torze porusza się magnes? Jaka może być tego przyczyna? Zmieniamy orientację równi (obracamy równię np. o 45°) i puszczamy magnes ponownie. W końcu znajdujemy taką orientację równi, aby magnes poruszał się po linii prostej. W pierwszym przypadku magnes porusza się po torze krzywoliniowym. Działa na niego siła grawitacji oraz jeszcze jedna siła, która pochodzi z „wnętrza Ziemi" – siła magnetyczna. Gdyby nie działała ta druga siła, magnes poruszałby się po linii prostej. Ziemia ma dwa bieguny magnetyczne tak, jak magnes sztabkowy. Magnes neodymowy zakręca, ponieważ oddziałuje z polem magnetycznym Ziemi. Doświadczenie jest bardzo proste, a przynosi zaskakujący wynik. O ile jesteśmy przyzwyczajeni do tego, że pole magnetyczne odchyla „lekkie" obiekty takie, jak np. igły magnetyczne, to nie spodziewamy się podobnego efektu dla „ciężkich" magnesów. W rzeczywistości, jak to pokazuje powyższe doświadczenie, pole magnetyczne Ziemi oddziałuje na wszystkie magnesy.

Od 18 do 22 sierpnia 2008 roku na Cyprze odbywała się międzynarodowa konferencja GIREP nt.: „Physics Curiculum Design, Development and Validation". Jeden z warsztatów pt. „MOSEM – teaching electromagnetism via minds-on experiments" przeprowadzili prof. Grzegorz Karwasz i Andrzej Karbowski [4, 5]. Uczestnicy warsztatów zapoznali się z tematyką prac projektu MOSEM [6] oraz mogli przetestować niektóre elementy zestawu doświadczalnego Low-Tech kit i wykonać kilka ciekawych oraz efektownych doświadczeń.

Na XV Ogólnopolskim Zjeździe PSNPP 14 września 2008 roku, przeprowadzony został warsztat poświęcony tematyce projektu MOSEM [3]. Zajęcia te odbyły się na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi UMK, a prowadził je autor wspólnie z Krzysztofem Służewskim. Tematem zajęć było

Rys. 6. Uczestnicy ogólnopolskiej konferencji w Sulejówku podczas warsztatów badają istnienie ziemskiego pola magnetycznego

Rys. 7. Podczas warsztatów w Toruniu nauczyciele sprawdzają działanie prostego silniczka elektrycznego

„Nauczanie elektromagnetyzmu". Podobne warsztaty autor przeprowadził 22.10.2008 roku w Centralnym Ośrodku Doskonalenia Nauczycieli w Sulejówku podczas ogólnopolskiej konferencji dla nauczycieli fizyki (Rys. 6).

W październiku 2008 w Instytucie Fizyki UMK odbyło się kolejne Środowiskowe Seminarium Dydaktyki Fizyki, podczas którego autor poprowadził warsztaty dla nauczycieli pt. „Nauczanie elektromagnetyzmu – projekt MOSEM". W ramach tych warsztatów nauczyciele otrzymali m. in. małe silniczki elektryczne i wykonali szereg ciekawych doświadczeń [7].

W maju 2010 roku na Uniwersytecie w Udine Pani Rossana Viola obroniła doktorat poświęcony efektywności dydaktycznej zestawu doświadczalnego Low-Tech kit na różnych poziomach nauczania. Promotorem rozprawy była prof. Marissa Michelini, koordynator projektu na Uniwersytecie w Udine, a Komisji przewodniczył prof. Grzegorz Karwasz.

W ramach zrealizowanych prac w projekcie opracowano również szczegółowe opisy doświadczeń, które zamieszczono w książce pt. „Toruński doświadczalnik" [8], przygotowano scenariusze lekcji z wykorzystaniem zestawu doświadczalnego oraz przeprowadzono wiele lekcji w różnych szkołach i na różnych poziomach nauczania.

Literatura

[1] V. Engstrom, K. Fossheim, J. Smiseth, M. Cepic, G. Planinšič, A. Ramsak, H. Rader, K. Bodsberg, C.-A. Husberg, S. Ciapparelli, The SUPERCOMET Project – animating electricity and magnetism for upper secondary school, GIREP Conference, Ostrava 2004.

[2] J. Guisasola, J. M. Almudí and K. Zuza, Quantifying the magnetic field pattern: Ampere's law. A teaching sequence based on physics education research, GIREP Conference, Ostrava 2004.

[3] Karbowski, Nauczanie elektromagnetyzmu – projekt MOSEM, Materiały Konferencyjne – XV Ogólnopolski Zjazd PSNPP, Toruń 2008.

[4] Karbowski, M. Michelini, L. Santi, W. Peters, J. Trna, V. Angstrom, G. Karwasz, MOSEM – Teaching Electromagnetism via Minds-on Experiments, GIREP 2008 Inter. Conference, Nicosia, Cyprus 2008, 125.

[5] G. Karwasz, A. Karbowski, M. Michelini, R. Viola, W. Peeters, MOSEM: Teaching minds-on experiments on electromagnetosm in secondary schools, GIREP 2008 International Conference, Nicosia, Cyprus 2008, 142.

[6] T. Greczyło, E. Dębowska, Zestaw podstawowych doświadczeń projektu MOSEM, Nauczanie Przedmiotów Przyrodniczych 33 (1/2010).

[7] A. Karbowski, K. Służewski, G. Karwasz, M. Juszczynska, R. Viola, M. Gervasio, M. Michelini, Discovering Electromagnetic Induction: Interactive Multimedia Path, Int. Work. on Multimedia in Physics Teaching and Learning, 14th Edition , Europhys. Conf., 2009, 48.

[8] A. Karbowski, M. Sadowska, G. Karwasz, K. Służewski i inni, Toruński doświadczalnik z fizyki, Materiały Zakładu Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu, 2010.