



Symulacje fizyczne jako efektywna pomoc dydaktyczna

Andrzej Sokolowski

Texas A&M University

Magnolia West High School, Texas, USA

Dynamiczny rozwój programów komputerowych spowodował rozwój pomocy dydaktycznych. Jedną z nich są symulacje eksperymentów fizycznych. Czy tego typu pomoce dydaktyczne pozwalają na lepsze zrozumienie fizyki i zachęcenie ucznia do jej studiowania? Z pewnością wiele badań zostało przeprowadzonych w tym kierunku w wielu krajach. Mimo, że nic nie zastąpi pracowni fizycznych z realnymi doświadczeniami, dobrze przemyślane symulacje pomagają w zrozumieniu fizyki.

W poniższym artykule chciałbym przybliżyć Państwu symulacje zjawisk fizycznych opracowane przez zespół naukowców z *University of Colorado* w Boulder, które wydają się być wiodącymi w tej dziedzinie w USA (Wieman, Adams, Loeblein, Perkins, 2010). Zespół ten (PhET) pod kierownictwem Dr. Carla Wiemana, który jest laureatem Nagrody Nobla z dziedziny fizyki, opracował ponad 80 symulacji z zakresu fizyki, jak również chemii, biologii i matematyki. Symulacje te dostępne są bezpłatnie *on line* pod adresem:

http://phet.colorado.edu/simulations/index.php?cat=Featured_Sims.

Na tej stronie można również znaleźć przykłady lekcji opracowanych przez zespół PhET jak również przez innych nauczycieli fizyki (niektóre z nich są przygotowane przeze mnie). Procedura techniczna tych symulacji jest przetłumaczona na ponad 40 różnych języków w tym również na język polski

<http://phet.colorado.edu/simulations/translations.php>

dlatego wypróbowanie ich jest proste.

Badania przeprowadzone przez dydaktyków z fizyki (Finkelstein, Perkins, Adams, Kohl & Podolefsky (2004, p. 1)) wykazały, że studenci korzystający z tych symulacji lepiej rozumieją fizykę niż studenci uczeni metodami tradycyjnymi. Konkludując, propagowanie tych symulacji może mieć pozytywny wpływ na wyniki nauczania fizyki nie tylko w USA, ale również w innych krajach. Z własnej praktyki mogę stwierdzić, że studenci uwielbiają te symulacje i oceniają je bardzo wysoko pod względem wartości poznawczej.

1. Dlaczego symulacje PhET są efektywne?

Pomimo tego, że wiele prac na temat tych symulacji zostało już napisanych (artykuły te są dostępne na <http://phet.colorado.edu/research/index.php>), jako jeden z ich zwolenników chciałbym podkreślić niektóre z ich walorów dydaktycznych odnosząc się do własnej praktyki szkolnej.

A. Dostępność i uniwersalność

Jak wspomniałem, pliki tych symulacji są dostępne bez dodatkowych opłat w Internecie, mogą one też być pobrane na komputer i odtwarzane z komputera. Szeroka gama możliwości pozwala na ich wykorzystanie nie tylko na poziomie uniwersyteckim, ale również licealnym i gimnazjalnym. Uczeń może pracować samodzielnie „przed komputerem”, w grupach lub może być kierowany przez nauczyciela, który pokazuje te symulacje na projektorze. Osobiście preferuję ostatnią metodę, gdyż pozwala ona na „żywą” dyskusję z uczniami i możliwość udzielenia im szybkiej rady.

B. Praktyczność i naukowy charakter

Przed publikowaniem w Internecie, symulacje te przechodzą szereg badań pod względem ich prostoty i pomocy w zrozumieniu przedstawionego zjawiska. Zbierane i analizowane są nie tylko opinie profesorów, którzy je stosują w praktyce, ale również głos mają studenci, do których te symulacje są adresowane. Dzięki temu prezentowane eksperymenty przedstawione są w prosty i atrakcyjny sposób, tak żeby uczeń nie był „przygnieciony” ich stroną naukową, a został „wciągnięty” w proces ich poznawania i jednocześnie odkrywania praw fizyki. Symulacje te pozwalają też na szybkie weryfikowanie stawianych hipotez, rzecz która w realnych doświadczeniach może być czasochłonna.

C. Atrakcyjność formy

Przyjemna i dobrze zbalansowana kolorystyka połączona z humorystycznymi elementami wraz z naturalną scenerią powoduje, że symulacje te mają często charakter zabawy, co czyni je bardzo atrakcyjnymi dla ucznia i „wciągającymi” do poznawania.

Każda z tych symulacji ma również swoje specyficzne zalety, które uczeń i... nauczyciel odkrywa wraz z ich używaniem na lekcji/wykładzie.

2. Dlaczego symulacje PhET są efektywne?

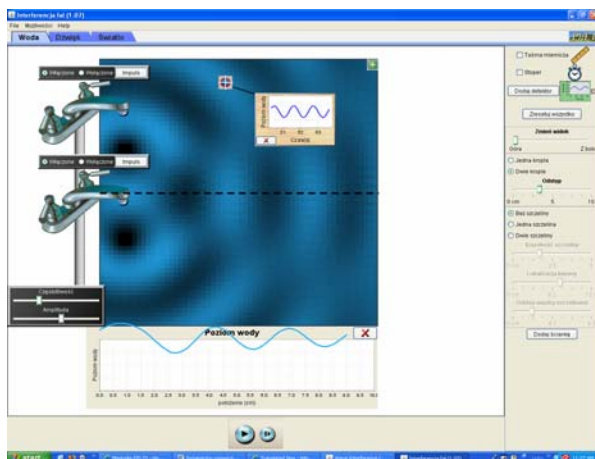
Symulacje te mogą być wykorzystane na różnych etapach lekcji/wykładu i mogą dobrze służyć różnorodnym celom dydaktycznym. Niektórymi z wielu elementów ich zastosowania jest:

- wprowadzenie do tematu lekcji,
- samodzielna praca ucznia,
- forma zadań,
- konsolidacja wiedzy ucznia.

Przykłady z zastosowaniem tych symulacji w różnych fazach lekcji są przedyskutowane poniżej.

A. Wprowadzenie do tematu

Zjawisko ruchu energii w postaci fali jest stosunkowo łatwe do zademonstrowania na sznurze. Zdecydowanie trudniej jest obserwować zjawisko ruchu i interferencji dwóch fal.



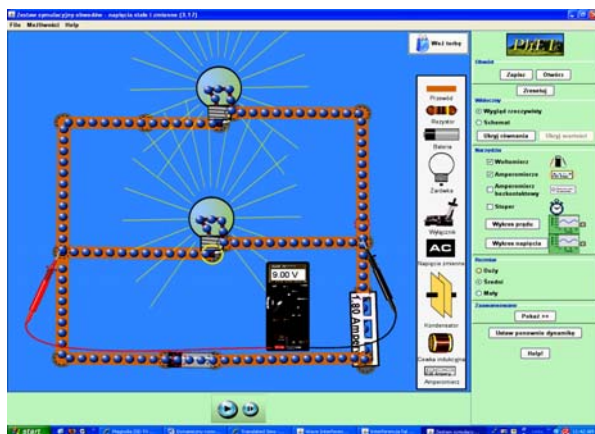
Rys. 1. Interferencja Fal [4]

Trudne do wizualizacji zjawisko *interferencji* może być przedstawione studentom przed rozpoczęciem analizy matematycznej. Zmiana *częstotliwości* źródła powoduje różnicowanie obszarów wzmocnienia i osłabiania fal. Wprowadzony *detektor* pozwala na pomiar *amplitudy* fali wypadkowej i obserwowanie zerowej amplitudy w obszarze *destruktywnej interferencji*.

Prezentowany model interferencji fal na wodzie jest bardzo dobrym pomostem do jednoczesnego badania interferencji światła i dźwięku, na które ta symulacja również pozwala.

B. Samodzielna praca ucznia

Dostępność tych symulacji w Internecie stwarza możliwość kreowania prac domowych z ich zastosowaniem.



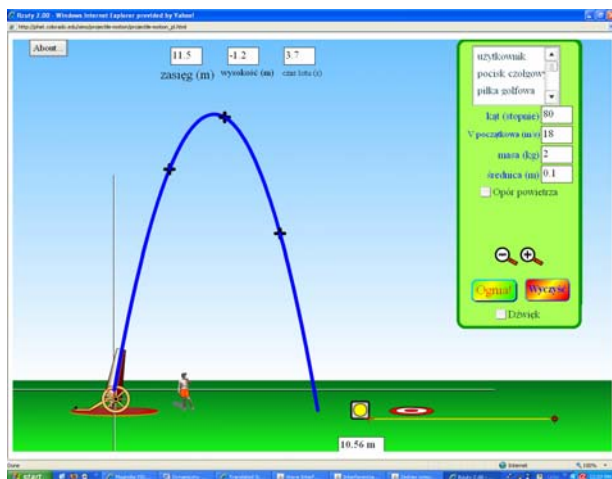
Rys. 2. Zestaw Symulacyjny Obwodów Elektrycznych [1]

Symulacja ta pozwala na konstruowanie różnych obwodów elektrycznych jak również na pomiar napięcia i natężenia prądu przy użyciu różnych elementów obwodu. Studenci mogą mieć za zadanie znalezienie relacji pomiędzy napięciem i natężeniem w połączeniach szeregowym i równoległym.

Symulacja ta „pozwała” na *zwarcie* obwodu, który nie ma odbiornika, a tylko źródło napięcia i przewody; przypadek raczej niepożądany w realnych doświadczeniach na lekcji.

C. Forma zadań tekstowych

Przez pokazywanie numerycznych wartości wielkości fizycznych, symulacje te mogą służyć jako wizualizacja zadań testowych.



Rys. 3. Rzuty [3]

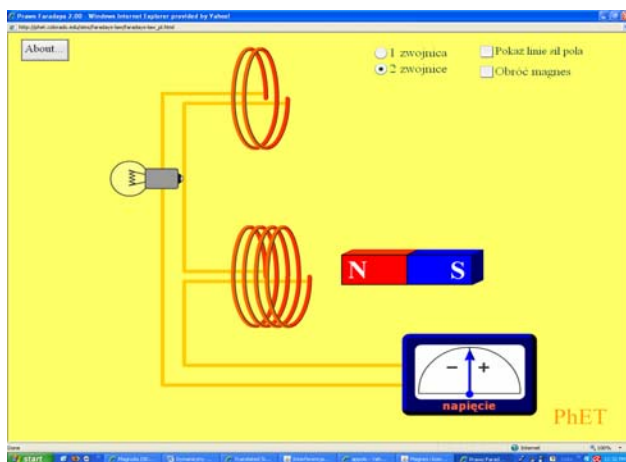
Obok analizy istoty rzutu, zasada zachowania energii mechanicznej może być praktykowana za pomocą symulacji „Rzuty”.

Uczniowie mają podaną masę i początkową prędkość pocisku i pytani są o maksymalny zasięg lub wysokość, na którą pocisk się wzniesie. Pytanie o czas lotu może być również uwzględnione. Symulacja ta pozwala na szybką weryfikację rachunków.

Kąt lotu pocisku, jak również opór powietrza, może ulegać zmianom, dzięki czemu trajektorie ruchu jest odpowiednio modelowana

D. Konsolidacja wiedzy ucznia

Symulacja ta pozwala również na podsumowanie lekcji.



Rys. 4. Prawo Faradaya [2]

Czynniki wpływające na wartość natężenia prądu indukcyjnego mogą być podsumowane z wykorzystaniem symulacji Prawo Faradaya.

Uczniowie są pytani, jak szybkość zmiany zewnętrznego pola magnetycznego czy też liczba zwojów wpływa na wartość indukowanego prądu. Kierunek prądu może być również analizowany dzięki tej symulacji.

Odpowiedzi uczniów są szybko weryfikowane przez odpowiednie demonstracje.

Uwagi końcowe

W artykule odniosłem się do niektórych walorów dydaktycznych tych symulacji. Z pewnością kreatywni nauczyciele fizyki znajdą wiele innych wartościowych aspektów ich zastosowania.

Wysoka wartość dydaktyczna tych symulacji opiera się nie tylko na ich atrakcyjności, ale również na tym, że uczniowie lepiej zapamiętują materiał prezentowany z ich użyciem. Studenci są zainteresowani poznawaniem nowych

„możliwości” tych symulacji, przez co poznają fizykę. Poprzez zainteresowanie proces przyswajania trudnych zjawisk fizycznych staje się dla uczniów łatwiejszy. Fakt ten również wpływa na podwyższenie atrakcyjności fizyki jako przedmiotu studiowania.

Bardzo gorąco chciałbym wszystkich czytelników zachęcić do wypróbowania tych symulacji w praktyce i wymiany uwag na temat ich zastosowania.

Referencje

- Finkelstein, N.D., Perkins, K.K., Adams, W., Kohl, P., & Podolefsky, N. (2004). *Can computer simulations replace real equipment in undergraduate laboratories?* PERC Proceedings. Colorado.
- Wieman, C., Adams W., Loeblein P., Perkins, K., (2010) *Teaching Physics Using PhET simulation* (in press).

- [1] Circuit Construction Kit
http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Circuit_Construction_Kit_DC_Only
- [2] Faraday's Law
http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Faradays_Law
- [3] Projectile Motion
http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Projectile_Motion
- [4] Wave Interference
http://phet.colorado.edu/simulations/sims.php?sim=Wave_Interference