

# Animacje do zajęć z fizyki (i nie tylko)

## To może zrobić każdy!

■ ANTONI ADAMCZYK

Jeżeli rysunek jest wart tysiąca słów, to ruchomy rysunek jest czymś znacznie więcej – to już nowa jakość. Poruszający się obrazek ma magiczną siłę przyciągania wzroku nawet tej osoby, która deklaruje zupełny brak zainteresowania jego treścią. Medioznawcy nazywają to zjawisko zawłaszczaniem uwagi przez ruch.

Animacja, jaką zamierzamy stworzyć jest uwarunkowana przez temat, który zamierzamy zaprezentować oraz naszą wyobraźnię. Nie ma, zatem takiego jednego programu, który spełniałby wszystkie role, jakich oczekujemy. Potrzebujemy różnych programów do tworzenia serii rysunków, do łączenia tych rysunków w animacje, języków programowania dających pliki z kolumnami współrzędnych  $xyz$ , programów do zapisu i obróbki ujęć wideo a także do przechwytywania ruchu z ekranu monitora. Poszczególne programy stwarzające takie możliwości są proste i niewielkie – naszym zadaniem nie jest tworzenie gier 3D. Animacje w stylu i przy grafice typowej dla gier stanowiłyby zabawę dla audytorium, ale klarowność wykładu byłaby w nich upośledzona. Nasza animacja powinna być raczej ruchomym schematem obrazującym to, co dzieje się w prezentowanym zjawisku wraz z upływem czasu. Nadrzędnym kryterium, które będzie określało styl naszej prezentacji, jest spełnienie dydaktycznej zasady pogładowości wykładu. Programy, jakich tutaj będziemy używali są albo prawie darmowe, „gazetowe”, czyli w cenie czasopisma, do którego zostały dołączone lub darmowe, które mogą zostać ściągnięte z Internetu.

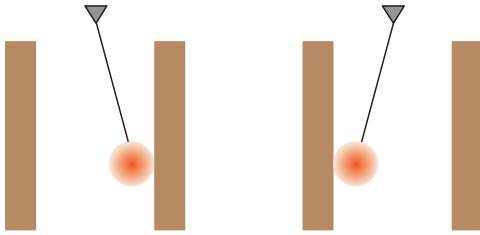
### Tworzenie animacji GIF

Animacje .GIF są bardzo łatwe do wykorzystania. Można włączać je jako część prezentacji tworzonej w PowerPoint albo wyświetlać samodzielnie za pomocą darmowego IrfanView. Najważniejszym etapem w tworzeniu animacji .GIF jest wygenerowanie pomysłu na sposób prezentacji wytypowanego zjawiska. Jest to indywidualny, wkład twórczy – etap najciekawszy, ale i najbardziej odpowiedzialny. Jeżeli pomysł był dobry, to pozostaje już tylko czysta przyjemność. Będzie to nadal żmudna praca tworzenia rysunków w formacie .GIF, ale dająca radość jak zmęczenie tańcem, grą w karty itp.

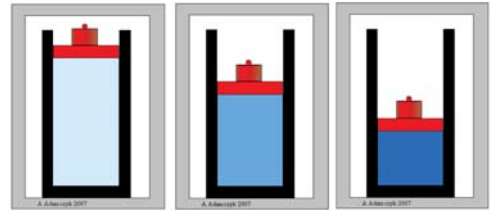
Naczelną zasadą jest aby indywidualnych rysunków (klatek animacji) .GIF było tak niewiele, jak to tylko możliwe. W skrajnym przypadku wystarczają tylko dwie klatki. Mózg daje się oszukiwać i sam sobie uzupełnia „brakujące” klatki w animacji, dając złudzenie płynności ruchu. Obrazując prymitywne odbicia sprężyste kulki zawieszonych między dwiema równoległymi płytkami utworzymy dwie klatki (rys. 1).

Przy prędkości odtwarzania ok. 10 klatek na sekundę (w pętli) widz ulega złudzeniu, że obserwuje także nieistniejące kulki lecące pomiędzy płytkami. Podobny efekt występuje przy zmianie barwy, gdy np. prezentujemy symboliczny proces odwracalny polegający na ściskaniu gazu w osłonie adiabatycznej. Wtedy skokowa zmiana barwy gazu pod tłokiem daje złudzenie płynnej zmiany barwy (rys. 2).

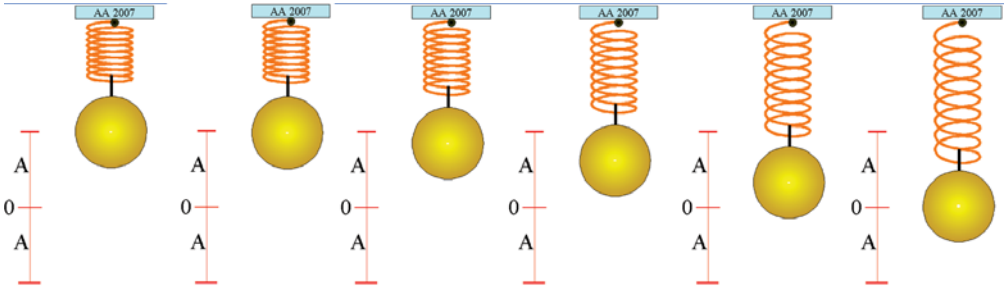
Bardziej uciążliwe jest animowanie ruchów harmonicznym lub innych zmian nieliniowych. Konieczne staje się utworzenie



Rys. 1.



Rys. 2.



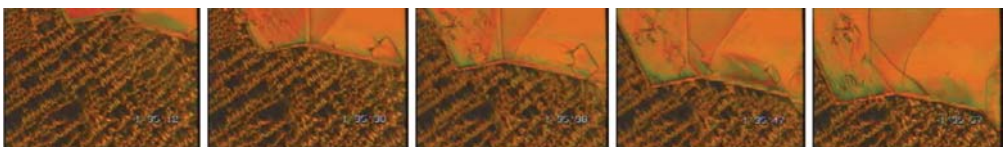
Rys. 3.

skali przesunąć z podziałkami odległymi, jak np.  $\cos(0)$ ,  $\cos(10)$ ,  $\cos(20)$ , ... Szczególną troskę trzeba poświęcić punktom zwrotnym, aby tam zmiana kierunku ruchu wyglądała gładko i nie było efektu odbicia od niewidzialnej ściany. W prostym ruchu harmonicznym tworzymy klatki .GIF tylko dla ruchu w jedną stronę. Klatki dla ruchu powrotnego uzyskamy z poprzedniego ruchu przez skopiowanie odpowiednich plików z nową nazwą. Dla ćwiartki okresu rysunki mogą wyglądać tak, jak przedstawia to rys. 3.

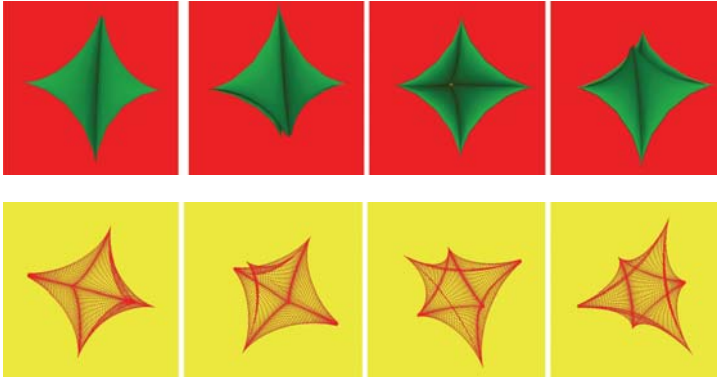
Serie rysunków zapisanych w formacie .GIF przekształcamy na animację .GIF używając programu Jasc Animation Shop (JAS) wchodzącego w skład „gazetowego” Jasc Paint Shop Pro i uruchamianego jako Anim.exe. JAS jest dość prosty w obsłudze i już po godzinie praktyki użytkownik będzie czuł się ekspertem.

Animacje .GIF można utworzyć także z krótkich filmów zapisanych w formatach .AVI, .MPG, czy .MOV. Takie krótkie klipy filmowe, znakomicie opisujące bardziej złożone zjawiska, można robić za pomocą prostego cyfrowego aparatu fotograficznego. W ten sposób łatwo pokazujemy hologramy objętościowe, procesy przemian fazowych itd., jak w kilkunastosekundowych klipach .MPG zrobionych przez autora aparatem Canon. Przemiany fazowe były filmowane przy użyciu prostego mikroskopu biologicznego z łącznikiem do aparatu cyfrowego wykonanym przez tokarza. Wybrane klatki z takich klipów pokazuje rys. 4.

Bardzo interesujące możliwości stwarza darmowy program CamStudio do zapisu ruchu na monitorze w postaci filmu .AVI. Jeżeli, na przykład, uruchomimy animację obrotu powierzchni bryły geometrycznej w przestrze-



Rys. 4.



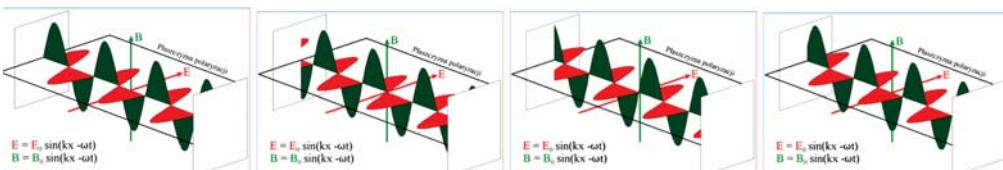
Rys. 5.

ni 3D wokół dowolnej osi, dawaną przez również darmowy program K3D Surf, to za pomocą CamStudio zapiszemy tę animację jako film .AVI, a następnie zwartą animację .GIF. Kilka klatek z takich filmów (animacji) przedstawia możliwości obu programów (rys. 5).

Z filmów zapisanych w formatach .MOV, .MPG i .AVI możemy łatwo otrzymać animacje .GIF, których pliki są z reguły mniejsze od filmu. Zaletą animacji .GIF jest także to, że jest ona włączana do prezentacji PowerPoint i zapisywana łącznie jako jeden plik. Odpada wtedy konieczność przechowywania oddzielnego pliku filmowego .MOV, .MPG lub .AVI obok pliku .PPT. Do przeróbki filmów na animacje .GIF również wykorzystamy „gazetowe” lub darmowe programy VideoMach, VirtualDub i Jasc Animation Shop 2 (JAS). Schematy postępowania są następujące:

- MOV → VideoMach → AVI;
- MPG → VirtualDub → AVI;
- AVI → JAS → GIF.

Jednocześnie filmy AVI można w JAS skracać na kilka sposobów przed utworzeniem z nich prezentacji GIF.



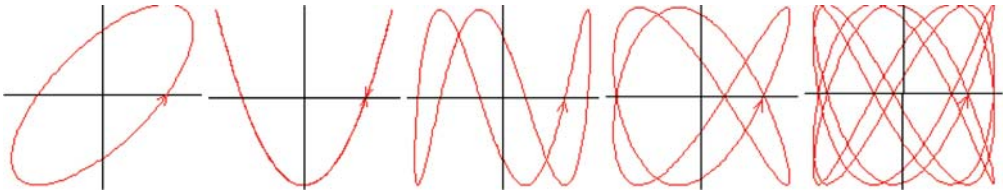
Rys. 6.

## Tworzenie serii rysunków GIF

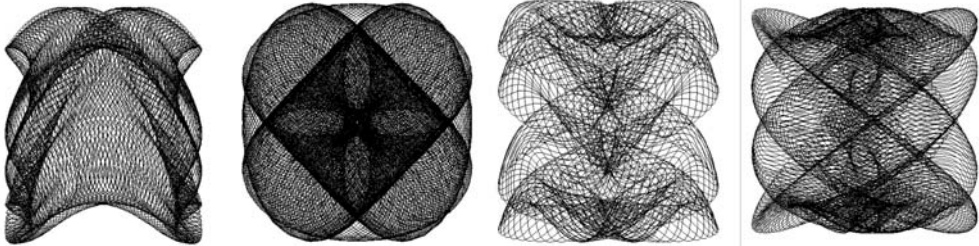
Do wykonywania wektorowych rysunków GIF wybierzemy Corel Presentations 9. Możemy wybrać też Micrografx Designer 4 lub bardziej skomplikowane programy. Tutaj jednak koncentrujemy się na programach „gazetowych” i darmowych, a Presentations 9 jest bardzo wygodny w stosowaniu i ma wspaniałe filtry importu i eksportu grafiki wektorowej oraz bitmapowej. Obrazki GIF z grafiki bitmapowej najłatwiej otrzymać za pomocą IrfanView, który ma też spore możliwości korekty obrazu.

Pracę z Presentations 9 rozpoczynamy od wywołania na startcie opcji Corel Presentations Drawing. Tworzone obrazki z serii należy umieścić w stałej ramce (nawet niewidocznej), aby przy zapisie jako „SELECTED” ramka odniesienia miała stale takie samo położenie na ekranie, a ruchome było tylko to, co dzieje się wewnątrz ramki. Zapobiega to niekontrolowanemu skakaniu obrazka na ekranie w utworzonej animacji GIF.

Jednym z bardziej mozolnych prac jest tworzenie animacji fali elektromagnetycznej. Obie składowe fale, elektryczną i magnetyczną, należy przesuwać w miarę przesuwania się fali należy dodawać na końcu i odejmować na początku fali. Na rysunku 6 zamieszczono kilka klatek z przesuwaną falą.



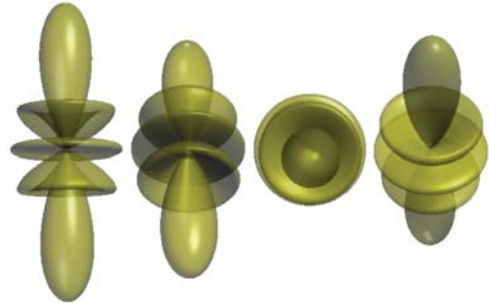
Rys. 7.



Rys. 8.

Często konieczne będzie, np. w przypadku robienia dokładnych wykresów czy przestrzennej sprężyny, utworzenie najpierw plików numerycznych z punktami wykresu. Pliki ASCII mają budowę dwóch (x, y) lub trzech (x, y, z) kolumn cyfr. Pliki takie można wygenerować w każdym popularnym języku programowania (autor używa C++). Kiedy już mamy takie pliki, to następnym krokiem jest wykorzystanie wspaniałej możliwości „gazetowego” programu DesignCAD Pro 2000 importowania tych plików i tworzenia na ich podstawie krzywych 2D lub 3D. W DesignCAD stosujemy polecenia: Plik|Import|XYX. Tylko w ten sposób możemy tworzyć stosunkowo proste składowanie dwóch prostopadłych drgań harmonicznych z zadanymi stosunkami częstotliwości i przesunięciami fazowymi (figury Lissajous) (rys. 7), jak i bardzo skomplikowane wykresy, np. składowanie drgań prostopadłych, będących kombinacją drgań harmonicznych (rys. 8).

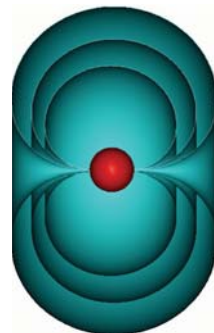
Pliki typu (x, y) są nieodzowne do prezentacji wielu skomplikowanych powierzchni. Przykładem niech będzie kształt pewnej orbitali elektronowej (kwadrat modułu harmoniki sferycznej  $Y_{40}$ ). Odpowiedni plik (x, y), utworzony w C++, został zaimportowany przez DesignCAD, który utworzył linię płaską. Z tej linii zosta-



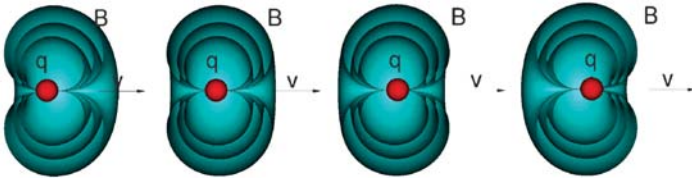
Rys. 9.

ła utworzona powierzchni obrotowa 3D (Rysuj|Utwórz bryłę obrotową), która została następnie wyeksportowana w formacie .DXF (Plik|Eksport|DXF). Plik .DXF został zaimportowany do Amapi3D, który utworzył bryłę renderowaną (z przezroczystością 50) do pliku .JPG. Pliki .JPG były otwierane w Presentations 9 i zapisywane w formacie .GIF. Z plików .GIF zrobiono animację .GIF w JAS (rys. 9).

W podobny sposób została wykonana animacja pola magnetycznego B wokół ładunku elektrycznego



Rys. 10.



Rys. 11.

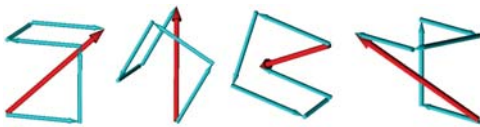
go  $q$  poruszającego się z prędkością  $v$  zgodnie z równaniem

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\mathbf{v} \times \mathbf{rE}}{r^2},$$

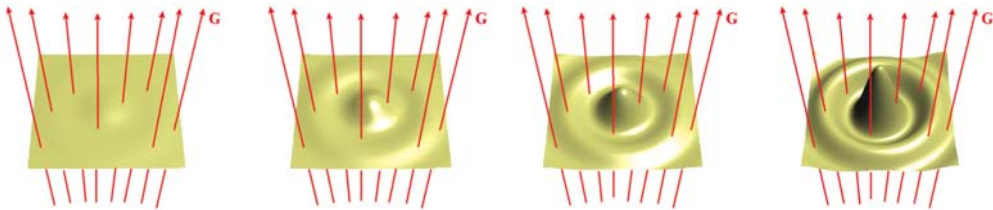
gdzie  $r$  jest odległością między ładunkiem a punktem obserwacji. Ponieważ DesignCAD 2000 ma swoje mechanizmy tworzenia trójwymiarowej animacji ruchu, to tym razem tak rendering, jak i animacja zostały wykonane w DesignCAD (rys. 10).

Kilka klatek z filmu .AVI DesignCAD'a i odpowiadającej mu animacji .GIF przedstawia rys. 11.

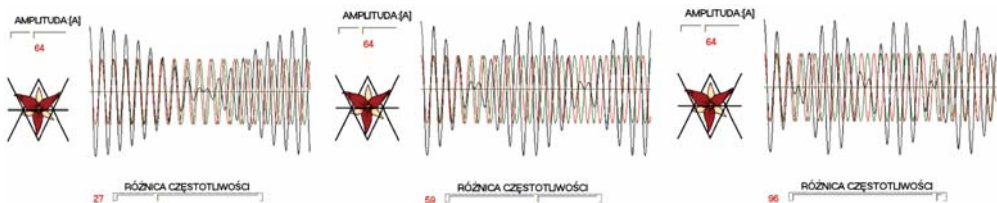
Inną ilustracją tworzenia animacji w DesignCAD może być trójwymiarowe dodawanie 5 wektorów (zielone) i ich sumy (czerwo-



Rys. 12.



Rys. 13.



Rys. 14.

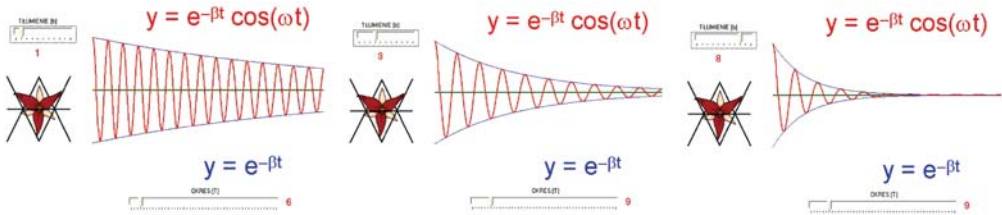
na). Wynikiem jest także film .AVI, który można przerobić w opisany wyżej sposób na animację .GIF. Fazy ruchu prezentują klatki z animacji .GIF (rys. 12).

Rysunki .GIF zawierające płaty powierzchniowe możemy łatwo otrzymać za pomocą bezpłatnego programu M3D. Płat powierzchniowy z M3D eksportujemy w formacie DXF, który importujemy w Amapi. Amapi renderuje płat do pliku .JPG (*render to file*). Pliki .JPG otwieramy w Presentations, gdzie dodajemy potrzebne elementy (np. wektory) i zapisujemy jako pliki .GIF do utworzenia animacji (ilustracja pojęcia strumienia pola wektorowego – rys. 13).

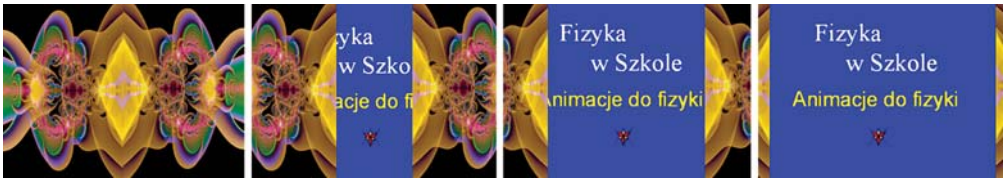
Do tworzenia grafiki bitmapowej, która może stanowić tło dla naszych animacji wektorowych, znakomicie nadają się Paint Shop Pro lub darmowy GIMP dla Linuxa i Windows. Tłem dla rysunków wektorowych mogą być także obrazy fraktali lub nasze fotografie.

### Tworzenie prostych programów komputerowych

Kompilatory języków programowania mogą służyć nie tylko do tworzenia numerycz-



Rys. 15.



Rys. 16.

Rys. 17.

nych plików ASCII. Proste programy, napisane np. w C++, uruchamiane niezależnie obok prezentacji .GIF i filmów, mogą znakomicie ułatwić zrozumienie treści wykładu. Aby uzyskać krótkie, ale całkiem efektowne programy ilustracyjne wystarczy stosować podstawowe procedury języka. Ilustracją działania takich programów jest kilka zrzutów ekranowych (IrfanView, Ctrl + F11) z działania programów ilustrujących zjawisko dudnienia (rys. 14) oraz tłumienie drgań (rys. 15).

### Łączenie animacji .GIF z mechanizmami animacji PowerPoint

W PowerPoint animacje .GIF są wprowadzane jako obrazy. Oznacza to, że ich położenie i rozmiar na ekranie można łatwo zmieniać, z tym, że nie działa w ich przypadku mechanizm przycinania obrazu. Wykorzystanie tzw. animacji niestandardowej w PowerPoint, w połączeniu ze zrobionymi przez nas animacjami .GIF, może dawać bardzo efektowne rezultaty. W PowerPoint możemy interesująco zastosować także ruch

nieanimowanych obrazków, jak: fraktali 3D, fotografii, nieruchomych rysunków itd. jako kurtyn, przerywników i podłoży. Kurtyna jest rozsuwana w sposób płynny z zadaną prędkością jak to pokazuje rys. 16.

Dla zaakcentowania najważniejszych fragmentów rozbudowanego slajdu tekstowego możemy na zakończenie omawiania jego treści przesłonić całość odpowiednią maską z pozostawieniem tylko najważniejszych fragmentów, podkreślając w ten sposób ich znaczenie (rys. 17).

Znakomitym źródłem nieanimowanych ilustracji są darmowe programy do tworzenia fraktali 2D i 3D. Za pomocą tych programów można łatwo stworzyć obrazy na tyle oryginalne, że czasem nie ma praktycznie możliwości ich odtworzenia jeżeli nie zostały od razu zapisane (rys. 18).

W uzupełnieniu wspomnę o znakomitym programie Maple (Maplesoft) przeznaczonym do rozwiązywania złożonych równań fizyki, do wykonywania obliczeń (w tym symbolicznych) oraz do tworzenia



Rys. 18.

animacji. Programowanie w Maple jest stosunkowo proste i wspomagane bardzo rozbudowaną bazą przykładów. Ważną cechą animacji Maple jest to, że mogą być one zapisywane od razu w formacie .GIF. Jednak Maple nie mieści się w konwencji tego artykułu ponieważ nie jest to program darmowy (Maple 11, kupiony przez Wydz. Fizyki PW kosztował prawie 3 000 zł).

Każdy, kto tworzy animacje, zorganizuje sobie po pewnym czasie swój własny warsztat złożony z programów, które mu najbardziej będą „leżały w ręku”.

#### **Pochodzenie programów darmowych oraz dołączanych do czasopism:**

- Animation Shop w Paint Shop Pro na CD Chip 11/2001,
- DesignCAD 2000Pro PL na CD PC World Komputer 7–8/2002,
- Borland C++ Builder 6 Personal na CD PC World Komputer 10/2002,

- Amapi na CD PC World Komputer 12/2003,
- Corel Presentations 9 w <http://decentdownloads.x-istence.com/Office/Office.html> oraz w Net 08/2000 i kilku innych czasopismach,
- Micrografx Designer 4.05 w kilku czasopismach,
- FreeCAD 8 na CD PC World Komputer 03/2004,
- M3D – freeware, internet,
- GraphCalc 4 – freeware, internet,
- VideoMach – freeware, internet,
- GIMP dla Linuxa i Windows do grafiki bitmapowej (nowe wersje na CD/DVD wielu czasopism lub [www.gimp.org](http://www.gimp.org)).

#### **Niektóre witryny w Internecie odnoszące się do animacji w fizyce**

- <http://images.google.com> hasło „animation physics”,
  - <http://en.wikipedia.org/wiki/Animation>,
  - <http://physics.nad.ru/>,
  - <ftp://lily.mip.berkeley.edu/pub/physics/PS/>,
- każda z witryn ma dużą liczbę linków.

#### **ANTONI ADAMCZYK**

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki,

#### **LITERATURA**

- [1] H. G. Young, R. A. Freedman, *University Physics with Modern Physics*, 12th Edit., Pearson 2008, s. 1600.
- [2] A. Stasiewicz, *C++*, *Calcium inny świat*, Helion 2003.
- [3] A. Stasiewicz, *C++Builder*, Edition, 2001.
- [4] A. Stasiewicz, *C++Builder*, *20 efektownych programów*, Helion, 2002.
- [5] M. Matyka, *Symulacje komputerowe w fizyce*, Helion, 2002.
- [6] A. Stasiewicz, *C++Builder*, *Symulacje komputerowe*, Helion, 2003.
- [7] F. Y. Wang, *Physics with Maple*, Wiley, 2006.