

INFORMATYKA

– MÓJ SPOSÓB NA POZNANIE I OPISANIE ŚWIATA

PROGRAM NAUCZANIA INFORMATYKI Z ELEMENTAMI
PRZEDMIOTÓW MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZYCH

Moduł interdyscyplinarny: informatyka – matematyka

Odkrywanie elementów stereometrii

*Bronisław Pabich,
Agnieszka Rogalska*

Człowiek - najlepsza inwestycja



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WARSZAWSKA
WYŻSZA SZKOŁA
INFORMATYKI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Tytuł: ***Odkrywanie elementów stereometrii***

Autor: ***Bronisław Pabich, Agnieszka Rogalska***

Redaktor merytoryczny: ***prof. dr hab. Maciej M. Sysło***

Materiał dydaktyczny opracowany w ramach projektu edukacyjnego
Informatyka – mój sposób na poznanie i opisanie świata.
Program nauczania informatyki z elementami przedmiotów
matematyczno-przyrodniczych

www.info-plus.wwsi.edu.pl

infoplus@wwsi.edu.pl

Wydawca: Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki
ul. Lewartowskiego 17, 00-169 Warszawa
www.wwsi.edu.pl
rektorat@wwsi.edu.pl

Projekt graficzny: *Marzena Kamasa*

Warszawa 2013

Copyright © Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki 2013
Publikacja nie jest przeznaczona do sprzedaży

Człowiek - najlepsza inwestycja



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WARSZAWSKA
WYŻSZA SZKOŁA
INFORMATYKI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY





SCENARIUSZ TEMATYCZNY

ODKRYWANIE ELEMENTÓW STEROMETRII

→ MATEMATYKA – POZIOM PODSTAWOWY I ROZSZERZONY

**OPRACOWANY W RAMACH PROJEKTU:
INFORMATYKA – MÓJ SPOSÓB NA POZNANIE I OPISANIE ŚWIATA.
PROGRAM NAUCZANIA INFORMATYKI
Z ELEMENTAMI PRZEDMIOTÓW MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZYCH**

Streszczenie

Wielościany są obiektami geometrycznymi otaczającymi nas ze wszystkich stron. Kształty wielościanów przyjmują zarówno budynki, mieszkalne jak również narzędzia codziennego użytku. Program matematyki ogranicza poznanie tych interesujących obiektów do grania-stośłupów i ostrosłupów. Zadaniem scenariusza jest nie tylko przybliżenie obiektów przestrzennych, ale również teorii ich postrzegania, szczególnie że młodzież szkolna nie kształci w żadnej formie swojej wyobraźni przestrzennej od wieku przedszkolnego.

W pierwszej części uczeń poznaje wielościany i ich występowanie w przyrodzie. Następnie zaznajamia się z wielościanami foremnymi, jako specyficzną grupą wielościanów, wraz z dowodem, że istnieje ich tylko pięć. Potem pojawiają się problemy związane z siatkami i przekrojami najbardziej znanych wielościanów, jakimi są czworościan foremny, ośmiościan i sześcian. Ostatnia lekcja to zadanie, które zawiera kilka problemów dotyczących jednej bryły – czworościan foremny.

Czas realizacji

8 x 45 minut

Tematy lekcji

1. Wielościany
2. Rzut perspektywiczny i aksonometryczny
3. Sześcian i jego siatki
4. Sześciościany
5. Przekroje sześcianu
6. Dualność wielościanów
7. Twierdzenie Eulera
8. Jedno zadanie i kilka problemów



LEKCJA NR 1

TEMAT: WIEŁOŚCIANY

Streszczenie

Uczniowie kończący szkołę ponadgimnazjalną znają jedynie graniastosłupy i ostrosłupy. Na tej lekcji poznają miejsca w przyrodzie, w których wielościany występują w różnych formach. To może zainteresować matematyką uczniów, którzy mówią o sobie, że są humanistami. Okazuje się na podstawie badań archeologicznych, że wielościany były obiektami znanymi już w epoce żelaza i brązu. Świadczą o tym odnalezione ozdoby kobiet odlane z brązu lub żelaza. Najczęściej były to wielościany foremne, czyli takie, w których wszystkie ściany i naroża wielościanu są przystające. Naroże to inna nazwa wierzchołka wielościanu. W tej lekcji znajduje się również dowód, że wielościanów foremnych, zwanych platońskimi, jest dokładnie pięć.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: matematyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.
- III. Modelowanie matematyczne.
- IV. Użycie i tworzenie strategii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: informatyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III. Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- IV. Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

9. Stereometria.
 - 9.1. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między krawędziami;
 - 9.4. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między ścianami.

Słowa kluczowe

wielościan, graniastosłupy, ostrosłupy, wielościan platoński, wielościan wypukły i wklęsły

Co przygotować/ Przebieg zajęć



- Prezentacja „Stereometria” – slajdy 5-17,



- Pliki: 4_scian.gif, 6_scian.gif, 8_scian.gif, 12_scian.gif, 20_scian.gif, wiel_wkl.gif, wiel_wyp.gif.



LEKCJA NR 2

TEMAT: RZUT AKSONOMETRYCZNY I PERSPEKTYWICZNY

Streszczenie

W trakcie dotychczasowych zajęć uczniowie nie zapoznali się z tematyką postrzegania trójwymiarowego. Brak lekcji rysunku technicznego i rzutowania na lekcjach matematyki powoduje, że społeczeństwo polskie ma coraz gorszą wyobraźnię przestrzenną. Zadaniem niniejszego materiału jest wyrównanie tych braków i pokazanie uczniom, jak powinni spoglądać na obiekty przestrzenne. Oko w rzeczywistości inaczej postrzega wielościan niż podają to podręczniki.

Lekcje powinniśmy rozpocząć od wprowadzenia kilku pojęć. Każdy przedmiot oglądamy na tle pewnego obszaru. Jest nim niebo, ale może być to również ściana budynku albo ekran czy tablica. Widok obiektu na pewnym tle nazywamy rzutem tego obiektu.

Każdy z nas zauważa, że jeśli spoglądamy na przezroczysty model prostopadłościanu, to jego tylna ściana jest widoczna jako mniejsza od przedniej. Spowodowane to jest tym, że jego krawędzie oddalone bardziej od naszego oka są widziane jako krótsze. Takie rzutowanie nazywamy perspektywą. Nasze oczy widzą otaczający świat w perspektywie.

Rysunki obiektów przestrzennych powinny być wykonywane właśnie w perspektywie, ale ponieważ nikt tego nie uczy i jest to dosyć trudne, rysujemy w tak zwanych rzutach równoległych, zwanych też aksonometrią. Prostopadłościan kreślimy w takim rzucie w ten sposób, że wszystkie krawędzie i te dalsze, i te bliższe są tej samej długości. Powoduje to, że jego ściany widzimy jako równoległoboki. Prezentowane animacje ilustrują dynamiczne spojrzenie na obiekty przestrzenne. Nauczyciele matematyki powinni zilustrować kreślenie prostopadłościanu, ostrosłupa czy innej bryły w rzucie aksonometrycznym, gdyż umiejętność kreślenia rysunku przestrzennego jest połową sukcesu w rozwiązaniu zadania maturalnego ze stereometrii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: matematyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.
- III. Modelowanie matematyczne.
- IV. Użycie i tworzenie strategii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: informatyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III. Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- IV. Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

9. Stereometria.
 - 9.1. rozpoznaje w graniastopłupach i ostrosłupach kąty między krawędziami;
 - 9.5. określa, jaką figurą jest przekrój.

Słowa kluczowe

linia horyzontu, środek perspektywy, aksonometria, widok żaby i widok z lotu ptaka, skrócenie i skręcenie w rzucie równoległym

Co przygotować/ Przebieg zajęć



- Prezentacja „Wielościąny” – slajdy 18-36,



- Pliki: anim01.gif, anim02.gif, anim03.gif, anim04.gif, anim.07.gif.



LEKCJA NR 3

TEMAT: SZEŚCIAN I JEGO SIATKI

Streszczenie

Wiadomo, że jest dokładnie 11 siatek sześcianu. Uczniowie powinni wiedzieć, dlaczego jest ich właśnie tyle. Ćwiczenia zawarte w tej lekcji uświadamiają, jak powstaje siatka z sześcianu przez odpowiednie jego rozcięcie. Okazuje się, że ośmiościan ma tyle samo siatek. Związane jest to z faktem, że ośmiościan jest bryłą dualną do sześcianu. Doświadczenie uczy nas, że prawdziwe jest twierdzenie, iż liczba różnych siatek dla wielościanów dualnych jest taka sama. Dobrym narzędziem kształcącym wyobraźnię przestrzenną w zakresie budowania wielościanów z ich siatek są modele zwane „klockami RECO”. Proponuję nauczycielom zakupienie ich do celów eksperymentalnych.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: matematyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.
- III. Modelowanie matematyczne.
- IV. Użycie i tworzenie strategii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: informatyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III. Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- IV. Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

9. Stereometria.
 - 9.1. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między krawędziami;
 - 9.4 rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między ścianami.

Słowa kluczowe

siatka wielościanu

Co przygotować/ Przebieg lekcji

- Prezentacja „Stereometria” – slajdy 37-48
- Pliki: siatki_6sc_test.ggb, siatki_8sc_test.ggb



LEKCJA NR 4

TEMAT: SZEŚCIOŚCIANY

Streszczenie

W przestrzeni trójwymiarowej istnieje dokładnie siedem wielościanów, których liczba ścian wynosi sześć. Przezroczysty model każdego wielościanu po oświetleniu go równoległą wiązką światła daje na ekranie obraz jego krawędzi w ten sposób, że bliższe krawędzie widoczne są na ekranie jako dłuższe, a dalsze jako krótsze. W wyniku tego otrzymujemy tzw. diagram Schlegela wielościanu. Celem tej lekcji jest rozpoznanie przez uczniów, który diagram Schlegela odpowiada danemu sześciścianowi. W klasie o wysokim poziomie można pokusić się na dowodzenie faktu, że istnieje tylko siedem sześciścianów.

Jeśli dysponujemy klockami REKO, to proponuję, aby uczniowie zbudowali z trójkątów foremnych wielościany złożone z 4, 5, 6, 7 itd. takich trójkątów. Uczniowie dość szybko odkryją mało znany fakt ze stereometrii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: matematyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.
- III. Modelowanie matematyczne.
- IV. Użycie i tworzenie strategii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: informatyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III. Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- IV. Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

9. Stereometria.
 - 9.1. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między krawędziami;
 - 9.4. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między ścianami.

Słowa kluczowe

diagram Schlegela

Co przygotować/ Przebieg lekcji



- Prezentacja „Stereometria” – slajdy 49-60,



- Animacje: dwa4sciany.gif, rzut6_01.gif, rzut6_02.gif, rzut6_03.gif.



LEKCJA NR 5

TEMAT: PRZEKROJE SZEŚCIANU

Streszczenie

Odnajdywanie przekrojów brył i wielościanów jest tematem trudnym dla uczniów. Dawne krojenie modeli wielościanów z plasteliny mogą dziś być zastąpione animacjami komputerowymi lub gotowymi modelami takich przekrojów. Ta lekcja ma na celu przygotowanie przyszłych inżynierów i architektów do tej czynności. Jako przykład wybrano sześcián – najbardziej popularny i znany wielościan. Zadaniem nauczyciela jest nauczenie zasad tworzenia przekroju płaszczyzną. Konstrukcje trójwymiarowych rzutów tych przekrojów powinny być powtórzone przez uczniów w ich zeszytach w celu głębszego wykształcenia wyobraźni przestrzennej.

Nauczycielom sugeruję, by lekcje tę poprowadzili z programem CABRI 3D, w którym można poruszać płaszczyznę przekroju odkrywając wszystkie możliwe przekroje danego wielościanu. Z programów darmowych można posłużyć się też programem SketchUP, lecz wymaga to przygotowania zarówno ze strony nauczyciela, jak i uczniów. Przekroje można też kreślić w programie GeoGebra, ale obawiam się, że nie zawsze będą one do zaobserwowania przez ucznia trakcie ruchu wielościanu. Będą to tylko obrazy płaskie, jak na tradycyjnej tablicy.

Ważne jest, aby uczniowie po obserwacji szkoleniowej obrazu komputera sporządzali samodzielnie przekroje w swoich zeszytach. Taka umiejętność jest niezwykle kształcząca i rozwijająca wyobraźnię przestrzenną.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: matematyka (poziom podstawowy i rozszerzony)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.
- III. Modelowanie matematyczne.
- IV. Użycie i tworzenie strategii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: informatyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III. Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- IV. Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

9. Stereometria.
 - 9.2. rozpoznaje jaką figurą jest dany przekrój graniastostupa lub ostrosłupa.
Poszukiwanie przekrojów, konstrukcje przekrojów wielościanów w ich dwuwymiarowych rzutach.

Słowa kluczowe

przekrój wielościanu płaszczyzną

Co przygotować/ Przebieg lekcji



- Prezentacja „Stereometria” – slajdy 61-73,



- Pliki: przekrój01.gif, przekrój02.gif, przekrój03.gif, przekrój04.gif, przekrój05.gif, przekrój06.gif, przekrój07.gif, przekrój08.gif.



LEKCJA NR 6

TEMAT: DUALNOŚĆ WIEŁOŚCIANÓW

Streszczenie

Dualność wielościanów to kolejny temat, który powinien znać współczesny uczeń. To proste pojęcie, wzbogacające jednocześnie wiedzę o geometrii wielościanów. Można nim zainteresować ucznia matematyką, nie zanudzając go zadaniami ze stereometrii, które przyjmują formę algebraicznych wzorów i ich przekształceń. Wielościan dualny dla drugiego wielościanu, to wielościan, którego wierzchołki są środkami ścian drugiego wielościanu, a krawędzie są odcinkami łączącymi środki tych ścian, które mają wspólny wierzchołek w pierwszym wielościanie. Odcinki tak utworzone tworzą wielokątą stanowiące ściany nowego wielościanu. I tak sześcián jest dualny do ośmiościanu i odwrotnie, zaś dwudziestościan foremny jest dualny do dwunastościanu foremnego. Dobrze jest, gdy uczniowie potrafią na bazie tej definicji odnajdywać lub tworzyć nowe wielościany. To rozbudzi w nich poczucie konstruktora obiektów przestrzennych. Każdy wielościan, nawet wklęsły posiada wielościan do niego dualny. Dużo informacji o wielokątach i wielościanach dualnych może uczeń uzyskać na stronie www.pabich.interklasa.pl w dziale wielościany.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: matematyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.
- III. Modelowanie matematyczne.
- IV. Użycie i tworzenie strategii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: informatyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III. Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- IV. Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- 9.2. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między ścianami, przekątnymi;
- 9.4. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między ścianami.

Słowa kluczowe

wielościany dualne

Co przygotować/ Przebieg lekcji

- Prezentacja „Stereometria” – slajdy 74-77,
- Pliki: dualność 6_8.gif, dualność 12_20.gif.



LEKCJA NR 7

TEMAT: TWIERDZENIE EULERA

Streszczenie

Jednym z ważniejszych twierdzeń, z którego uczniowie już korzystali w trakcie dowodzenia twierdzenia, że istnieje zaledwie 5 wielościanów foremnych, jest wzór Eulera, informujący, że suma liczby ścian i wierzchołków wielościanu wypukłego zmniejszona o liczbę jego krawędzi jest zawsze równa 2. Istnieje prosty i obrazowy dowód tego twierdzenia, który dołączono do tej lekcji. Proponuję nauczycielom odkrycie tego wzoru przez uczniów. Rozdajemy uczniom rozmaite wielościany wypukłe, odwracamy się do tablicy i żądamy, by uczniowie podawali liczbę np. ścian i wierzchołków tych wielościanów. Tworzymy na tablicy tabelę i wpisujemy do niej te liczby, po czym „odgadujemy” liczbę krawędzi każdego wielościanu. Uczniowie zdziwieni taką wiedzą swojego nauczyciela orientują się szybko, że nauczyciel nie pamięta liczby krawędzi każdego wielościanu, ale że musi tu zachodzić jakaś reguła matematyczna. Po chwili ją odkrywają.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: matematyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.
- III. Modelowanie matematyczne.
- IV. Użycie i tworzenie strategii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: informatyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III. Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- IV. Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

9. Stereometria.
 - 9.1. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między krawędziami,
 - 9.4. rozpoznaje kąty między ścianami.

Słowa kluczowe

wzór Eulera

Co przygotować/ Przebieg zajęć



- Prezentacja „Stereometria” – slajdy 78-82,



- Plik: d_eulera.gif.



LEKCJA NR 8

TEMAT: JEDNO ZADANIE I KILKA PROBLEMÓW

Streszczenie

Zadania ze stereometrii najczęściej dotyczą obliczeń rachunkowych na wyznaczenie miary kąta, pola czy objętości. W niewielkim stopniu rozwijają one tematykę stereometrii i nie mają za wiele z nią wspólnego. Aby uczeń zainteresował się bardziej tą tematyką, warto wpleść w treści zadań również takie, które uczą logicznego myślenia, są dalekie od pewnych algorytmów i utartych strategii i schematów myślowych. Zadanie dołączone do tej lekcji jest na poziomie gimnazjalnym, ale dla ucznia niepotrafiącego dostrzegać przestrzeni i dopatrywać się w niej relacji geometrycznych może okazać się bardzo trudne do rozwiązania. Odpowiednia animacja pokazuje, jak ludzka wyobraźnia jest mylna i może doprowadzić do błędnej odpowiedzi.

Zadanie jest wstępem do wprowadzenia interesującego wielościanu, zwanego stellą octangulą, znanego już w XVII wieku. Ciekawostką, o której już w trakcie lekcji nie wspomniano jest fakt, że stella umieszczona w sześcianie ma objętość równą połowie tego sześcianu. To oznacza, że pozostała część sześcianu po złożeniu powinna dać drugą stellę. Problem ten jest jednak niewykonalny ze względu na III problem Hilberta, który uczniowie mogą poznać na stronie www.pabich.interklasa.pl.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: matematyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.
- III. Modelowanie matematyczne.
- IV. Użycie i tworzenie strategii.

Podstawa programowa

Etap edukacyjny: IV, przedmiot: informatyka (poziom podstawowy)

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- III. Rozwiązywanie problemów i podejmowanie decyzji z wykorzystaniem komputera, z zastosowaniem podejścia algorytmicznego.
- IV. Wykorzystanie komputera oraz programów i gier edukacyjnych do poszerzania wiedzy i umiejętności z różnych dziedzin oraz do rozwijania zainteresowań.

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

9. Stereometria.
 - 9.1. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między krawędziami;
 - 9.4. rozpoznaje w graniastosłupach i ostrosłupach kąty między ścianami.

Słowa kluczowe

czworościan foremny, ostrosłup czworokątny prawidłowy prosty, stella octangula

Co przygotować/ Przebieg zajęć



- Prezentacja „Stereometria” – slajdy 83-99,



- Animacje: ciekawe01.gif, ciekawe02.gif, ciekawe03.gif, ciekawe04.gif, ciekawe05.gif.

Człowiek - najlepsza inwestycja



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



WARSZAWSKA
WYŻSZA SZKOŁA
INFORMATYKI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego