



Jak wykonać model Układu Słonecznego?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film edukacyjny
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Jak wykonać model Układu Słonecznego?

Źródło: dostępny w internecie: https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/pia12114_0.jpg [dostęp 18.05.2022 r.], domena publiczna.

Astronomia mówi nam o tym, jak zbudowany jest Wszechświat, z czego się składa i w jakich odległościach znajdują się ciała niebieskie. Każdej nocy na niebie możemy oglądać część planet Układu Słonecznego i najjaśniejsze gwiazdy jedynie w postaci świecących punktów. Wszystko to oglądamy z perspektywy Ziemi. Bardzo trudno wyobrazić nam sobie to, o czym uczymy się na lekcjach astronomii, ponieważ mamy trudności z wyobrażeniem sobie astronomicznych wielkości, jakimi są rozmiary gwiazd, planet oraz odległości pomiędzy nimi. Każda planeta ma swoje cechy charakterystyczne, które poznajemy dzięki zdjęciom z największych teleskopów oraz dzięki misjom kosmicznym. Ale jak to wszystko jest poukładane w przestrzeni kosmicznej? Najłatwiej jest zrozumieć i zapamiętać najważniejsze fakty wtedy, gdy to widzimy. Czyż nie ciekawym doświadczeniem jest spojrzenie na nasz układ planetarny z góry lub z boku? Czyż nie byłoby cudownie zrobić sobie zdjęcie z każdą z planet? O tym, jak wykonać model Układu Słonecznego, dowiesz się z tego e-materiału.

Twoje cele

Dzięki temu e-materiałowi:

- zrozumiesz, jak trudno jest zachować skalę przy budowie modelu Układu Słonecznego,

- będziesz potrafił wskazać, które cechy Układu Słonecznego są najważniejsze przy budowie modelu,
- przeanalizujesz i ocenisz, jakie materiały są niezbędne do wykonania modelu Układu Słonecznego.

Przeczytaj

Warto przeczytać

W życiu codziennym często spotykamy się z różnego rodzaju modelami. Zazwyczaj są to modele samochodów, robotów lub makiety miast. Przy takich modelach skupiamy się na szczegółach i detalach budowy. Najważniejsza przy wykonaniu prostego modelu jest skala, w jakiej dany model wykonujemy. Możemy zmierzyć dom, który widzimy, obliczyć przy użyciu skali nowe wymiary i, wybierając odpowiednie materiały, wykonać model. W przypadku Układu Słonecznego mamy do czynienia z wielkościami astronomicznymi. Rozmiary planet bardzo łatwo przeliczyć w zamierzonej skali i wykonać kule w odpowiednim rozmiarze.

Skala $1:2 \cdot 10^9$ (jeden do dwóch miliardów) daje nam rozmiary planet wynoszące odpowiednio:

- Merkury 0,98 cm (mały palec u stopy),
- Wenus 2,42 cm (korek od butelki),
- Ziemia 2,54 cm (korek od butelki),
- Mars 1,36 cm (końcówka ludzkiego kciuka),
- Jowisz 28,60 cm (dmuchana piłka plażowa),
- Saturn 24,10 cm (wielkość dużej piłki koszykowej),
- Uran 10,22 cm (tradycyjna bombka choinkowa),
- Neptun 9,90 cm (zaciśnięta pięść dorosłego mężczyzny).

W tej skali Słońce miałoby **140 cm** średnicy. Wykorzystując tę samą skalę, odległość między Słońcem a Ziemią (1 au) będzie wynosić **3 km!** To oznacza, że najodleglejsza planeta Układu Słonecznego – Neptun – będzie w takim modelu oddalona od Słońca o **90 km!**

Niestety, odległości między planetami są tysiące razy większe niż wielkości planet. Nie możemy zbudować modelu Układu Słonecznego w skali, jeżeli chcemy postawić go na półce, ponieważ planety będą wielkości ziaren piasku. Najprostszym rozwiązaniem jest użycie dwóch skal – jednej do wyrażenia wielkości planet, a drugiej do odległości pomiędzy nimi.

Na przykład, jeśli chcemy zbudować model i postawić go na półce w domu – to co robimy? Budujemy model w skali 1:2 mld i wykonujemy w nim modele TYLKO planet – ich rozmiary zacytowane były wyżej.

Skalę odległości musimy odpowiednio zmodyfikować, gdy przejdziemy do odległości pomiędzy planetami. Na przykład dobierając skalę $1:5 \cdot 10^{12}$ (jeden do 5 bilionów) w naszym

modelu odległość Słońce – Ziemia wynosić będzie 3 cm, a odległość do Neptuna 90 cm. No tak... ale planety nie będą wtedy widoczne.

Przy budowie modelu Układu Słonecznego należy zastanowić się:

- dla kogo budujemy model,
- jakie informacje chcemy przekazać,
- jakie materiały będą niezbędne.

Wykonując model Układu Słonecznego dla dzieci, najważniejszym jest przekazanie cech charakterystycznych planet, ich kolejności od Słońca. Najmłodszy odbiorcy skupiają się na szczegółach i porównują, to co mają przed oczami, wielkości i odległości są dla nich abstrakcyjne. Takie modele nie muszą zachowywać konkretnej skali, a jedynie obrazować wygląd Układu Słonecznego. Im model będzie prostszy, tym dzieci więcej z niego zapamiętają.

Aby zbudować najprostszy model, wystarczy zrobić zakupy w sklepie spożywczym. By zaprezentować rozmiary planet, potrzebne będą owoce i warzywa, których proporcje są podobne do proporcji pomiędzy planetami (patrz Rys. 1.). Na przykład:

- ziarnko pieprzu to Merkury,
- dwa pomidorki koktajlowe to Wenus i Ziemia,
- borówka to Mars,
- arbuz to największa planeta, czyli Jowisz,
- duży grejpfrut to Saturn,
- jabłko to Uran,
- duża limonka lub cytryna to Neptun.

Istotne jest to, żeby użyte produkty zachowywały odpowiednie proporcje pomiędzy sobą. Układając je w odpowiedniej kolejności, otrzymujemy model Układu Słonecznego, w którym prezentujemy jedynie planety. Cytryna reprezentująca Neptuna musi znajdować się 30 razy dalej od Słońca niż pomidor koktajlowy reprezentujący Ziemię. W takim modelu nie możemy użyć owoców i warzyw do odzwierciedlenia Słońca, ponieważ nie istnieje tak duży owoc. Pomijając rozmiar Słońca, możemy użyć symbolicznej żarówki, która jedynie przedstawia świecącą gwiazdę macierzystą układu.

Rys. 1. Owocowe proporcje odpowiadające proporcjom pomiędzy planetami w Układzie Słonecznym.

Na podstawie owoców można zrobić kulki z papieru takich samych rozmiarów i pomalować je farbami razem z dziećmi – taka interaktywna zabawa ułatwi najmłodszym zapamiętywanie większej ilości informacji.

Natomiast im starszy odbiorca, tym ważniejsze są szczegóły, skala oraz wielkość modelu.

Odpowiednim materiałem do stworzenia bardziej trwałego modelu są na przykład styropianowe kule, masa solna, modelina lub glina. Warto zaznaczyć nachylenie osi obrotu każdej planety, przebijając kule patykiem lub drutem (o dokładnych wymiarach i parametrach fizycznych planet przeczytasz w e-materiałach o planetach Układu Słonecznego).

Rys. 2. Układ Słoneczny z zachowaną skalą odległości i wielkości. Planety skaliste są ledwo zauważalne. Na podstawie tej grafiki, odpowiednio dobierając materiały, można szybko wykonać model zachowujący skalę wielkości i odległości. Należy jednak pamiętać, że skale dla rozmiarów i odległości są zupełnie inne!

Kiedy mamy wykonane modele planet, należy złożyć je w całość modelu Układu Słonecznego. W przypadku modeli budowanych w terenie lub na szkolnym korytarzu najprościej jest ułożyć je na ziemi lub wyznaczyć osoby, które będą trzymały planety w ustalonych miejscach. Jeżeli dysponujemy odpowiednio dużym terenem, którego kształt zbliżony jest do kwadratu, można ułożyć planety zgodnie z ich pozycjami danego dnia, jeżeli Słońce umieścimy w środku. Na stronach Amerykańskiej Agencji Kosmicznej NASA o Układzie Słonecznym (solarsystem.nasa.gov) można znaleźć animację ukazującą układ planet w wybranym przez siebie dniu.

Jeżeli nasz model jest mały, należy przy pomocy drutów lub drewnianych patyczków wykonać ramiona stelaża. Każde ramię odpowiada odległości planety od Słońca. Oznacza to, że jeżeli chcemy zachować proporcje pomiędzy odległościami, to na przykład przyjmujemy ramię Ziemi długości 1 cm. W takim modelu Neptun będzie znajdował się 30 cm od Słońca. Powiększając Rys. 2. do formatu kartki A0 oraz umieszczając planety w odpowiedniej kolejności jedna po drugiej, otrzymamy właśnie takie proporcje pomiędzy odległościami. W tak małym modelu można zastosować dwie różne skale – jedną do odległości, a drugą do wielkości. Dzięki temu otrzymamy ciekawy model, w którym mimo jego niewielkich rozmiarów, prześlemy najwięcej informacji o Układzie Słonecznym.

Budując ruchomy model Układu Słonecznego, Słońce trzeba umieścić na rurce, na rurkę nałożyć 8 pierścieni, do których przymocowane zostaną ramiona z planetami. W ten sposób otrzymamy model, w którym samodzielnie możemy ustawiać układ planet. Należy pamiętać, aby wykonując planety przy takim modelu, używać bardzo lekkich materiałów, tak aby konstrukcja była stabilna. W Układzie Słonecznym 99% masy znajduje się w Słońcu – podobną zależność warto zastosować również w modelu. Ruchomy model nie zachowuje skali odległości ani skali wielkości, dlatego trzeba bardzo dokładnie wykonać modele

planet, aby przekazać informacje o ich wyglądzie. Taki model przekazuje cenne informacje dotyczące obrotu planet, ich cech charakterystycznych i zachowania równowagi w rozkładzie masy (nigdy wszystkie planety nie leżą w jednej linii).

Najbardziej trudny i skomplikowany w wykonaniu jest model Układu Słonecznego, w którym zamiast pierścieni użyjemy odpowiednich kół zębatych połączonych ze sobą. Obrót każdego z tych kół będzie proporcjonalny do okresu obiegu danej planety wokół Słońca. Kręcąc przymocowaną do modelu korba, wprawiamy w ruch wszystkie planety układu.

Najciekawsze modele można budować jedynie na dużej przestrzeni, np. w parku miejskim. Zachowują one skalę, cechy charakterystyczne planet, obrazują osie obrotu. Tego typu modele powstają przy planetariach, obserwatoriach astronomicznych otwartych dla zwiedzających (w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Warszawskiego, Obserwatorium w Loiano we Włoszech). Największy model Układu Słonecznego na świecie znajduje się w Szwecji. Wybudowano go na terenie całego kraju, zachowując skalę 1:20 mln – zarówno do wielkości planet, jak i odległości. Największy na świecie budynek sferyczny, znajdujący się w Sztokholmie, jest Słońcem. Pluton w tym modelu oddalony jest od niego o 326 km i ma średnicę zaledwie 12 cm. Model ten zawiera poza planetami i księżycami również planetoidy i planety karłowate. Odwiedzając Szwecję, warto pojechać szlakiem Układu Słonecznego, odwiedzając wszystkie ciała niebieskie. W Polsce modele Układu Słonecznego z zachowaniem tej samej skali rozmiarów i odległości znajdują się m.in. w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach k. Torunia oraz w Górach Izerskich.

Aby nieco lepiej zrozumieć, o jakich skalach mówimy, warto obejrzeć film „To Scale (Układ Słoneczny we właściwej skali)” umieszczony pod adresem <https://www.youtube.com/watch?v=zR3Igc3Rhfg>.

Słowniczek

jednostka astronomiczna

(ang. *astronomical unit*) – średnia odległość pomiędzy Ziemią a Słońcem. Oznaczenie au (dawniej również AU), w języku polskim czasem stosowany jest skrót j.a.

Film edukacyjny

Jak wykonać model Układu Słonecznego?

Film przedstawia grę edukacyjną w terenie, bazującą na modelu Układu Słonecznego. Model Układu Słonecznego znajduje się na trzynastohektarowym terenie Pracowni Instrumentalno-Dydaktycznej Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego. Model ten powstał z zachowaniem dwóch skal. Skala odległości pomiędzy planetami i Słońcem wynosi 1:9000000000, natomiast skala wielkości wynosi 1:97580000. Model ten nie zachowuje rzeczywistego rozkładu planet w kosmosie.

Trwa wczytywanie danych ..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D17IGJeIK>

Obserwator znajduje się na trzynastohektarowym terenie Pracowni Instrumentalno-Dydaktycznej Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego. Zabiera nas w edukacyjną podróż/zabawę, która pozwoli zrozumieć, jak wygląda Układ Słoneczny. Na ekranie pokazano komputerową wizualizację Słońca. Jest to wielka pomarańczowo żółta ognista kula podpisana Słońce, która obraca się wokół pionowej osi. Jej rozmiar jest tu istotny, zasłania niemalże cały ekran. W tle widać jedynie fragment terenu pracowni Uniwersytetu Warszawskiego. A dokładniej trawę, kilka drzew, piaszczystą drogę i jasny niewielki budynek. Nagle obserwator zaczyna się poruszać z kamerą. Olbrzymie Słońce znika z ekranu, gdyż obserwator omija je z lewej strony i wyrusza w kierunku pierwszej planety. Robi dosłownie kilka kroków i napotyka małą, kremową piłkę na metrowym słupku wbitym w ziemię. Pojawia się napis Merkury odległość od Słońca 0,39 AU. Litera AU oznaczają dosłownie skrót z języka

angielskiego od astronomical unit, czyli jednostkę astronomiczną. 1 AU to jednostka odległości używana w astronomii równa dokładnie 149 597 870 700 m. A prościej, to w przybliżeniu, średnia odległość Ziemi od Słońca. Obserwator poruszał się od Słońca do Merkurego dosłownie 3 sekundy. Teraz wyrusza w dalszą drogę. Kamera lekko się obraca, mijają kolejne 3 sekundy i już widać nieco większą od poprzedniej różową kulę. Pojawia się napis Wenus odległość od Słońca 0,72 AU. Teraz operator kamery pokonuje dystans przez około 4 sekundy. Tym razem kula na trzpieniu z podstawą jest niebieska w białe plamy, to Ziemia. Pojawia się napis Ziemia odległość od Słońca 1 AU. Lekki obrót kamerą, dosłownie 4 sekundy i operator spotyka dużo mniejszą od poprzedniej kulę o czerwonym zabarwieniu. Pojawia się napis Mars odległość od Słońca 1,52 AU. Teraz operator wyrusza w nieco dłuższą podróż. Przemieszcza się przez co najmniej 9 sekund. Tym razem spotyka iście dużą kulę. Tym razem makieta planety nie znajduje się na trzpieniu z podstawką a wewnątrz obręczy na czterech nogach. Jest to olbrzymia kula w różnokolorowe smugi. Pojawia się napis Jowisz odległość od Słońca 5,20 AU. Gdy kamera zaczyna się poruszać i omija Jowisza pokazuje przy okazji cztery malutkie w porównaniu z Nim piłeczki umiejscowione wokół. Nie są podpisane, znajdują się blisko Jowisza i mają różne kolory, ale z pewnością są to Galileuszowe Księżycy Jowisza: Io, Europa, Ganimedes i Kallisto. W dolnej części Jowisza widać też charakterystyczną Wielką Czerwoną Plamę, czyli antycyklon Jowisza. Dla porównania, ta plama jest porównywalna z wielkością Ziemi. Kamera rusza w dalszą podróż. Operator znów pokonuje dystans około 9 sekund. Napotyka równie wielką, co poprzednio, planetę w różnokolorowe rozmyte smugi. Pojawia się napis Saturn odległość od Słońca 9,54 AU. Teraz obserwator wyrusza w nieco dłuższą podróż, około 20 sekund. Mija obserwatorium, wiele drzew, aż napotyka jasnoniebieską kulę, również dużą umieszczoną w obręczy na wspornikach, aczkolwiek zdecydowanie mniejszą od poprzedniej. Pojawia się napis Uran odległość od Słońca 19,19 AU. Kolejny dystans do około 25 sekund. Obserwator pokonuje leśny teren, przemieszcza się wśród drzew omijając niewielki brązowy budynek. Napotyka ciemnoniebieską kulę na słupie z podstawką. Pojawia się napis Neptun odległość od Słońca 30,06 AU. To koniec tej kosmicznej przygody. Kamera zwraca się ku niebu i wiruje, gałęzie drzew rozmywają się. Pojawia się napis Fizyka 950 kapsulek oraz logo Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej, Funduszy europejskich oraz flaga Unii Europejskiej.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Ćwiczenie 7



Wójt pewnej niewielkiej gminy postanowił zbudować na terenie gminy model Układu Słonecznego, który miał być największą atrakcją. Wynajął firmę, która miała stworzyć dla niego planety, księżyce i Słońce w odpowiedniej skali. Wójt nie liczył się z kosztami, ponieważ miał wielu sponsorów i darczyńców, którzy popierali pomysł, ale miał swoje warunki: Układ Słoneczny musi zachowywać skalę zarówno odległości, jak i wielkości, układ planet ma być zgodny z układem planet w dniu 10 maja 1988 roku oraz zmieścić się w kwadracie o boku 10 km. Zastanów się, czy kule odpowiadające za planety w tym modelu byłyby widoczne dla przechodniów?

Ćwiczenie 8



W dalekiej przyszłości zostajesz sławnym astronomem. Podczas jednej z konferencji, w której bierzesz udział, ty i grupa twoich kolegów po fachu spotykacie grupkę przedszkolaków. Dzieci rozpoznają w tobie twarz z telewizji, ponieważ często udzielasz wywiadów dotyczących Układu Słonecznego. Dzieci wraz z panią opiekunką proszą cię o szybki wykład o Układzie Słonecznym. Spróbuj zaproponować uatrakcyjnienie wywiadu, biorąc pod uwagę poruszany w tym materiale temat.

1 : 10¹²

Dla nauczyciela

Konspekt (scenariusz) lekcji

Imię i nazwisko autora:	Monika Sitek
Przedmiot:	Fizyka
Temat zajęć:	Jak wykonać model Układu Słonecznego?
Grupa docelowa:	III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony
Podstawa programowa:	<p>Cele kształcenia – wymagania ogólne</p> <p>IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.</p> <p>Zakres podstawowy</p> <p>Treści nauczania – wymagania szczegółowe</p> <p>I. Wymagania przekrojowe. Uczeń:</p> <p>18) przedstawia własnymi słowami główne tezy tekstu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii;</p> <p>III. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:</p> <p>4) opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej i roku świetlnego.</p> <p>Zakres rozszerzony</p> <p>IV. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:</p> <p>9) opisuje budowę Układu Słonecznego i jego miejsce w Galaktyce; posługuje się pojęciami jednostki astronomicznej, roku świetlnego i parseka.</p>

Kształowane kompetencje kluczowe:	Zalecenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE z 2018 r.: <ul style="list-style-type: none"> • kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji, • kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii, • kompetencje cyfrowe, • kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.
Cele operacyjne:	<p>Uczeń:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. wyznacza odpowiednią skalę niezbędną do stworzenia modelu Układu Słonecznego. 2. rozumie różnice w skali pomiędzy odległościami i wielkościami w astronomii. 3. dobiera odpowiednie narzędzia do wykonania modelu.
Strategie nauczania:	Metoda projektu
Metody nauczania:	analiza pomysłów
Formy zajęć:	praca w grupach
Środki dydaktyczne:	Uczniowie sami decydują o niezbędnych materiałach.
Materiały pomocnicze:	e-materiały o planetach
PRZEBIEG LEKCJI	
Faza wprowadzająca:	

Nauczyciel co najmniej tydzień wcześniej informuje uczniów o projekcie „model Układu Słonecznego dla każdego”. Uczniowie dzielą się na grupy, maksymalnie 4-osobowe. Nauczyciel instruuje uczniów o temacie projektu i wyborze grupy docelowej, dla której uczniowie mają przygotować model:

1. uczniowie szkół podstawowych
2. licealiści
3. przedszkolaki
4. dorośli

Uczniowie w grupie dzielą się obowiązkami w projekcie: zaopatrzenie w materiały, dostosowanie modelu do grupy wiekowej, wykonanie. Każda grupa musi przedstawić pisemny plan działań wraz z uzasadnieniem wyboru cech najistotniejszych w modelu, doboru skali, materiałów i sposobu wykonania.

Faza realizacyjna:

Ponieważ lekcja jest realizowana w formie projektu jej przebieg jest niestandardowy. Uczniowie na każdym etapie realizacji projektu mogą się konsultować pomiędzy grupami, a przede wszystkim z nauczycielem. Należy pamiętać o tym co dany model ma pokazywać i do jakiej grupy docelowej ma przemawiać. Dla przedszkolaków najważniejsza jest zabawa i ruch: model ma przekazywać tylko najważniejsze cechy jak kolor, rozmiar, ewentualnie odległość. Warto użyć balonów. Dla uczniów szkół podstawowych nacisk należy kłaść na kolory, kolejność i cechy planet. Odległości warto przedstawić przy pomocy kroków na boisku szkolnym. Najdokładniejszy model powinien zostać wykonany dla licealistów, zachowywać nachylenia orbit, szczegóły planet, ale nie koniecznie wizualne zachowanie odległości pomiędzy planetami. Dużo ciekawostek i szczegółów powinien mieć model dla grupy dorosłych, ponieważ są to osoby, które coś o Układzie Słonecznym wiedzą, ale chcemy je zaciekawić.

Faza podsumowująca:

Uczniowie prezentują swój model w grupie docelowej. Na przykład na zebraniu rodziców, innej klasie w swojej szkole, w szkole lub przedszkolu młodszego rodzeństwa.

Praca domowa:

Zestaw zadań sprawdzających z tego e-materiału.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Multimedium bazowe powinno zostać odtworzone przez uczniów w czasie wykonywania planu projektu.