FUTURE SPACE

Opis zagadnień wykorzystanych podczas lekcji

Autor/ Autorzy: **Przemysław Rudź, Krzysztof Rochowicz**

Życie na orbicie

Tematyka: **Organizm człowieka w stanie nieważkości - co przyniósł nam podbój kosmosu?**

Wiek uczniów: **15-19 lat**

Czas: **45 minut**

CBK PAN · POLSA Polska Agencja Kosmiczna · NEMO · NOESIS Thessaloniki Science Center & Technology Museum · OEiiZK Ośrodek Edukacji Informatycznej i Zastosowań Komputerów w Warszawie

✍ Wstęp do zajęć – informacje wstępne z wykorzystaniem multimediów

Wraz z wystrzeleniem w 1957 roku Sputnika 1 rozpoczęła się era podboju kosmosu. Spowodowała ona niespotykany wcześniej w historii postęp technologiczny, lawinę wynalazków, które zmieniły nasze życie. Dziś stale nad naszymi głowami krąży tysiące satelitów różnych typów i przeznaczenia. Krążą też ludzie, czyli astronauci, którzy na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, a w przyszłości także na jej chińskim odpowiedniku, obserwują naszą planetę i wykonują doświadczenia naukowe. Dlaczego jednak satelity nie spadają nam na głowę, jakie korzyści ludzkość czerpie z badań za ich pomocą, na czym polega stan nieważkości? Dla przeciętnego człowieka odpowiedzi na te pytania wcale nie są oczywiste.

Punktem wyjścia jest obserwacja licznych satelitów na nocnym niebie oraz przelotu ISS. Dyskutujemy, na jakiej zasadzie odbywa się ruch satelitów i jak wygląda życie astronautów. Zagadnienia związane z lotami ludzi w kosmos cieszą się dużym zainteresowaniem uczniów. Możemy tę tematykę wprowadzić w ciekawy, niebanalny sposób, pokazując obraz Ziemi oglądanej z pokładu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) na żywo po wpisaniu w wyszukiwarce internetowej hasła „ISS live stream" (transmisja odbywa się w ciągu „dnia", trwającego na stacji około 45 minut – drugie tyle stacja pozostaje po stronie nocnej: ⇒link). Jej aktualne położenie oraz np. możliwość zaobserwowania na nocnym niebie sprawdzamy na stronie ⇒link. Warto wspomnieć, że stacja jest jednym z najjaśniejszych obiektów na niebie, a jej kilkuminutowe przeloty możemy obserwować kilkadziesiąt razy w roku. Wykorzystajmy okazję, by uczniowie samodzielnie przekonali się, jaki jest okres obiegu stacji dokoła Ziemi. Trzeba też koniecznie otworzyć zakładkę „Wysokość ISS" na w/wym. stronie, a przy tym zwrócić uwagę jak niewiele stanowi te ok. 400 km wobec promienia Ziemi, liczącego przeszło 6400 km.

Czy jest więc możliwe, by zgodnie z powszechnie obecnym, ale błędnym przeświadczeniem, stan nieważkości oznaczał, że nie ma tam już ziemskiej grawitacji? Wspomnijmy o spadku swobodnym (prosty eksperyment z zanikiem ciśnienia hydrostatycznego w spadającym kubku z wodą ⇒link) i przekażmy analogię spadania w polu grawitacyjnym. Okazuje się, że na orbicie woda również nie wypływałaby z dziurawego kubka.

Pomocna jest też symulacja słynnego myślowego eksperymentu, zwanego działem Newtona ⇒link , w którym można przedstawić warunki konieczne, aby ciało orbitowało wokół Ziemi, a więc nadanie obiektowi odpowiedniej prędkości, brak oporów atmosfery. Orbitowanie wokół Ziemi rozumiane jest wtedy jako nieustanne swobodne spadanie za lokalny horyzont.

Możemy obejrzeć szereg ciekawych filmów i doświadczeń (wykręcanie ręcznika z wodą i innych) wykonanych na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, wpisując w wyszukiwarkę internetową hasło „inside ISS". Nie zapomnijmy też porozmawiać o korzyściach, wynalazkach i nowych możliwościach, jakie pojawiły się w związku z badaniami kosmicznymi. Porównajmy różne grupy satelitów (system GPS, telekomunikacyjne na orbicie stacjonarnej) sztucznych, nie zapominając o naszym naturalnym – Księżycu. Ruchem wszystkich tych obiektów rządzi ziemska grawitacja – wspominając prawo powszechnego ciążenia, koniecznie zauważmy, że to właśnie obserwacja i analiza ruchu różnych ciał w kosmosie pozwala określać ich masy (na podstawie okresu obiegu i odległości). Według tej samej zasady określono masę Ziemi, Słońca, odległych gwiazd i czarnej dziury w centrum Drogi Mlecznej [1].

✍ Część praktyczna

Możemy krótko omówić historię podboju kosmosu z ciekawostkami (zwierzęta na orbicie), korzystając np. z prezentacji „Życie i medycyna w kosmosie" autorstwa K. Rochowicza; oglądamy proponowane tam filmy przedstawiające ciekawe zjawiska w stanie nieważkości. Stawiamy problem: czym jest spowodowany stan nieważkości? Zdecydowanie sprzeciwiamy się tezie, jakoby powodem był brak grawitacji. Uświadamiamy uczniom skalę odległości stacji w stosunku do rozmiarów Ziemi, ze starszymi możemy oszacować, że poziom przyciągania grawitacyjnego w tej odległości jest niespełna 10% mniejszy niż na powierzchni Ziemi. Z kolei stawiamy pytanie, czy przy powierzchni Ziemi możemy „zniwelować" działanie grawitacji (spadająca winda, skoki na bungee, cliff diving).

Przeprowadzamy eksperyment z kubkiem z wodą, prezentując działanie ciśnienia hydrostatycznego (wypływający dziurą strumień wody) i jego zanik w czasie spadku z góry. Budujemy analogię → ruch po orbicie kołowej jako swobodne spadanie; nieważkość jako nadanie grawitacji roli siły dośrodkowej (przy użyciu wzorów dochodzimy do wyrażenia na I prędkość kosmiczną; obliczamy; porównujemy z rzeczywistą, wynikającą ze znanego okresu obiegu ISS i jej wysokości – patrz ⇒link).

Wielką frajdę zapewni uczniom możliwość wykonania zamówionych samodzielnie zdjęć powierzchni Ziemi automatyczną kamerą ISS w projekcie EARTHKAM. Projekt jest realizacją pomysłu pierwszej amerykańskiej astronautki Sally Ride, która widząc piękno Ziemi z orbity postanowiła stworzyć projekt edukacyjny oparty na wykonanych z kosmosu zdjęciach. Na fot. poniżej przedstawiamy dwa ujęcia z południowej półkuli wykonane w ramach misji, która odbyła się w styczniu 2015 r.

Można też zaproponować uczniom przygotowanie pytań dla astronautów oraz skorzystać z możliwości połączenia „na żywo" z ISS (program ESA European Space Talk).

Stawiamy w dyskusji pytanie: co nam daje eksploracja kosmosu? Próbujemy na nie wspólnie odpowiedzieć, posiłkujemy się materiałami z prezentacji K. Rochowicza [2].

Każdemu z nas zdarzało się pewnie zastanawiać nad sensem i celem kosztownych, trudnych, a czasem również nie do końca bezpiecznych badań kosmicznych. Nie będziemy tym razem przedstawiać argumentów natury „filozoficznej" (że to przecież w znacznej mierze jedna z dziedzin tzw. badań podstawowych), ani „przyrodniczej" (że opuszczenie Ziemi i poszukiwanie nowych środowisk sprzyjających życiu będzie w przyszłości, co prawda dość odległej, koniecznością). Chcielibyśmy tylko krótko przypomnieć najważniejsze praktyczne korzyści wyniesione z eksploracji kosmosu. Te korzyści to przede wszystkim rozwój usług satelitarnych w dziedzinie telekomunikacji, meteorologii, nawigacji, teledetekcji, geodezji satelitarnej itp.

Chyba nikogo nie musimy przekonywać o zaletach powszechnego dostępu do systemu nawigacji satelitarnej GPS, telefonii komórkowej albo telewizji satelitarnej.

Oprócz tego zyskaliśmy wiele rozwiązań pośrednio związanych z badaniami kosmicznymi. Nowe materiały, cyfrowe przekazywanie danych, telemedycyna itp. Tych osiągnięć jest bardzo wiele. Wymieńmy choćby folię NRC (koc ratunkowy, albo folia termiczna), po angielsku nazywaną wprost: space blanket, wynalezioną w ramach badań NASA w 1964 r. Tak naprawdę każdego roku powstaje dziesiątki wynalazków i nowych technologii, które szybko wkraczają w nasze codzienne życie. Odzież polarowa, długopisy żelowe, czy stenty (niewielkie "sprężynki", umieszczane wewnątrz naczyń krwionośnych w celu przywrócenia ich drożności), to tylko niektóre z najbardziej charakterystycznych przykładów.

W końcu trzeba zwrócić uwagę na negatywne skutki zdrowotne, jakie niesie długotrwałe przebywanie człowieka w warunkach nieważkości, co stawia poważne ograniczenia w perspektywie załogowych misji kosmicznych. Do tych skutków zaliczamy:

- utrudnione gojenie się ran
- osłabienie układu immunologicznego
- zanik mięśni
- utratę wapnia w kościach
- osłabienie płodności
- dezorientacja
- choroba lokomocyjna
- komplikacje z oddychaniem
- gromadzenia się krwi w klatce piersiowej
- zmiany w funkcjonowaniu nerek
- wystawienie na duże dawki promieniowania kosmicznego
- problemy natury psychologicznej

✍ Podsumowanie

Raz jeszcze wyraźnie zwracamy uwagę, że ruch satelitów odbywa się po orbicie w sposób naturalny, wynikający z działania grawitacji i dotyczy to zarówno sztucznych, jak i naturalnego – Księżyca. Stan nieważkości to nie brak grawitacji na orbicie, ale efekt nieustannego, swobodnego spadania (warto odwołać się do tworzonego „na żywo" wykresu średniej wysokości ISS na stronie heavens-above i wyjaśnić charakterystyczne „zęby").

Nie zapomnijmy o zapierającym dech w piersiach pięknie naszej planety widzianej z pokładu ISS – dostępne są liczne filmy (na youtube, ale też w znacznie lepszej jakości i rozdzielczości w serwisie vimeo) prezentujące mozaiki takich obrazów i zdjęć. Warto sięgnąć po wspomnienia astronautów, oddające ich niezwykłe przeżycia i wspomnienia, np. [3] i [4].

Literatura uzupełniająca:

[1] Czarna dziura w centrum Galaktyki ⇒link

[2] Rochowicz, K.: „Życie i medycyna w kosmosie" ⇒link

[3] Hermaszewski M.: „Ciężar nieważkości", wyd. Universitas 2011.

[4] Hatfield C.: „Kosmiczny poradnik życia na Ziemi", wyd. Flow Books 2016.

Materiał edukacyjny opracowany
w ramach projektu FUTURE SPACE
(nr umowy: 2019-1-PL01-KA201-065434),
współfinansowany przez Unię Europejską
w programie ERASMUS+

LICENCJA: CC BY-SA 4.0 **https://futurespaceproject.eu/**