

Scenariusz lekcji: Pęd i stabilność: Żyroskop w kosmosie

Przedmiot: Fizyka, Technika

Grupa docelowa: Klasy 7-8 szkoły podstawowej

Czas trwania: 45 minut

I. Wprowadzenie dla Nauczyciela

Kluczowy cel: Wyjaśnienie, jak zasada zachowania momentu pędu (stabilność obracającego się ciała) jest wykorzystywana w technologii kosmicznej. Żyroskop to model dla kół zamachowych (Reaction Wheels) i kół pędu (Momentum Wheels) używanych do sterowania położeniem satelitów i stacji kosmicznych (jak ISS).

Wzory i Pojęcia Kluczowe (do wprowadzenia na tablicy)

1. **Pęd liniowy (p):** Mówi nam, jak trudno zatrzymać poruszające się ciało.

$$p = m \cdot v$$

gdzie:

- m – masa ciała (kg)
- v – prędkość ciała (m/s)

2. **Pęd kątowy (Moment pędu) (L):** Odpowiednik pędu liniowego dla ruchu obrotowego. Mówi nam, jak trudno zmienić orientację obracającego się ciała. **Im szybciej kręci się żyroskop, tym większy jest jego pęd kątowy i tym jest stabilniejszy.**

$$L = I \cdot \omega$$

gdzie:

- I – moment bezwładności (zależy od masy i jej rozłożenia wokół osi obrotu)
- ω – prędkość kątowa (szybkość obrotu)

3. **Zasada Zachowania Pędu Kątowego:** W izolowanym układzie, w którym nie działają zewnętrzne siły (lub są znikome), **całkowity pęd kątowy pozostaje stały**. Dlatego obracający się żyroskop (lub ISS) utrzymuje swoją orientację w przestrzeni.
4. **Precesja:** Zjawisko "chwilania się" osi obracającego się ciała. Na Ziemi jest to spowodowane działaniem momentu siły grawitacji (siła zewnętrzna, która próbuje przewrócić żyroskop).

II. Cele lekcji

Cele ogólne:

- Zrozumienie zasad działania żyroskopu i zasady zachowania momentu pędu.
- Uświadomienie sobie zastosowania praw fizyki w inżynierii kosmicznej oraz otaczającym nas świecie.

Cele szczegółowe:

- Uczeń potrafi wyjaśnić, czym jest pęd kątowy (moment pędu).
- Uczeń potrafi obserwować i opisać zjawisko precesji.
- Uczeń rozumie, dlaczego żyroskop w kosmosie jest stabilniejszy (brak momentu siły grawitacji).
- Uczeń potrafi omówić rolę żyroskopów w nawigacji i stabilizacji pojazdów kosmicznych.

III. Środki dydaktyczne

- Model żyroskopu (fizyczny)
- Dziecięcy bączek
- Dostęp do Internetu/projektor (do odtworzenia nagrania Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego). <https://www.youtube.com/live/tOyVvgGdbPs> (od 1:03:33)
- Karty pracy (Załącznik 1).
- Tablica do zapisania wzorów.

IV. Przebieg lekcji

1. Wstęp i motywacja (15 minut)

1. **Odświeżenie wiedzy (10 min):** Krótka dyskusja na temat ruchu obrotowego.

Doświadczenie z dziecięcym bączkiem z omówieniem :

Żeby zobaczyć **efekt żyroskopowy**, wystarczy pobawić się **zabawkowym bąkiem**. Zaraz po puszczeniu go, bąk kręci się bardzo szybko wokół własnej osi i raczej utrzymuje swoją pozycję. Kiedy go dotkniemy, bąk się nie przewraca się, tylko próbuje wrócić do swojej pozycji - zachowując równowagę. Jest to właśnie zjawisko nazywane efektem żyroskopowym. Dopóki taki bąk kręci się szybko, wygrywa z grawitacją. Kiedy zacznie zwalniać, to grawitacja zaczyna wygrywać. Właśnie wtedy oś obrotu, która przy większej prędkości była prostopadła do podłoża, odchyła się i zakreśla w przestrzeni stożek. Jest to **zjawisko precesji**

Wprowadzenie pojęcia **pędu liniowego** i jego wzoru ($p = m \cdot v$). Następnie wprowadzenie **pędu kątowego** (L) jako odpowiednika dla ruchu obrotowego (wzór $L = I \cdot \omega$).

2. **Nawiązanie do różnych zakresów wykorzystania żyroskopu (5 min):** Pierwszy żyroskop został zbudowany w 1852 roku przez francuskiego fizyka doświadczalnego i astronoma **Jean Bernarda Léona Foucaulta**.

Żyroskopy są używane do budowy żyrokomпасów, które mają szerokie zastosowanie w nawigacji,

w urządzeniach do wskazywania wybranego kierunku używanych w samolotach, śmigłowcach, statkach itp. Urządzenie zbudowane na tej zasadzie jest nazywane **żyroskopem** lub kompasem żyroskopowym.

W sprzętach elektronicznych żyroskop to najczęściej **mikroskopijne płytki**, które wraz ze zmianą wysokości wibrują i przekazują informacje do czujników. A wtedy telefon czy smartwatch "wie", jak jest ułożony i jak został obrócony. Wykorzystywany jest również do obsługi wirtualnej rzeczywistości.

Zapowiedź eksperymentu z żyroskopem w kosmosie, gdzie zasady te działają "w czystej postaci".

2. Rozwinięcie – Eksperyment i Analiza (25 minut)

1. Demonstracja na Ziemi (10 min):

- Nauczyciel uruchamia żyroskop.
- **Eksperyment 1 (Ziemia):** Uczniowie obserwują stabilność i **precesję**.
- Nauczyciel wyjaśnia: Precesja jest efektem działania momentu siły grawitacji, która jest siłą zewnętrzną. Żyroskop się nie przewraca, bo jego duży pęd kątowy (L) to uniemożliwia, ale za to zmusza go do obracania się wokół pionowej osi.

2. Żyroskop na ISS (10 min):

- Nauczyciel odtwarza fragment nagrania Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego z ISS.
- **Dyskusja:** "Dlaczego w kosmosie żyroskop nie ulega precesji?". Odpowiedź: Ponieważ brak znaczącego momentu siły grawitacji (siły zewnętrznej), więc **zasada zachowania pędu kąowego** działa idealnie — żyroskop utrzymuje swoją orientację.

3. Zastosowanie w Kosmosie (5 min):

Wyjaśnienie, że koła pędu/zamachowe na satelitach są obracającymi się żyroskopami. Zmiana ich prędkości lub kierunku obrotu pozwala na precyzyjną i bezpaliwową zmianę położenia satelity (np. skierowanie anteny we właściwym kierunku).

3. Podsumowanie (7 minut)

1. **Uzupełnianie Kart Pracy (5 min):** Uczniowie uzupełniają Załącznik A, wykorzystując poznane pojęcia.
2. **Dyskusja Końcowa (2 min):** "Co musiałbyś zrobić, aby stabilniej trzymać żyroskop na Ziemi? (Odpowiedź: Kręcić go szybciej, by zwiększyć L)".

Dla chętnych: <https://szczucin24.pl/co-to-jest-zyroskop-zastosowanie-i-dzialanie-urzadzenia>

Opracowano w ramach projektu Stowarzyszenia POLARIS-OPP pt. „Discovery Space Station” współfinansowanego ze środków Ministerstwa Edukacji Narodowej



V. Załącznik A: Karta Pracy Ucznia

Żyroskop w Kosmosie: Pęd i Stabilność

Imię i Nazwisko: _____

Klasa: __

Zadanie 1: Definicje i Wzory

1. Jaki wzór opisuje **pęd liniowy**? $p =$
2. Żyroskop jest stabilniejszy (trudniej zmienić jego orientację), gdy jego pęd kątowy (L) jest (podkreśl):
 - A) Mały
 - B) Duży

Zadanie 2: Obserwacja eksperymentu

1. Co powoduje, że obracający się żyroskop **na Ziemi** ulega zjawisku **precesji**?
2. Precesja znika w kosmosie, ponieważ brakuje momentu siły wywołanego przez _____ (wpisz brakujące słowo).
3. Jaką zasadę fizyczną demonstruje żyroskop Sławosza Uznańskiego-Wiśniewskiego w kosmosie?

Zadanie 3: Zastosowanie w technologii kosmicznej

1. Wyobraź sobie satelitę. W jaki sposób naukowcy mogą użyć **obracającego się koła pędu** (żyroskopu), aby obrócić antenę satelity w kierunku Ziemi bez użycia silników rakietowych? (Wskazówka: zasada zachowania pędu!)
2. Wymień dwa główne zadania urządzeń opartych na zasadzie żyroskopu (kół pędu) na satelitach i stacjach kosmicznych:
 - a) __
 - b) __