



Z FIZYKĄ  
PRZEZ ŻYCIE

JOANNA  
BORGENSZTAJN

## SCENARIUSZ LEKCJI

Program nauczania fizyki w zakresie rozszerzonym.  
Dla szkoły ponadpodstawowej

opracowany w ramach projektu

**„Tworzenie programów nauczania oraz scenariuszy lekcji i zajęć wchodzących w skład zestawów narzędzi edukacyjnych wspierających proces kształcenia ogólnego w zakresie kompetencji kluczowych uczniów niezbędnych do poruszania się na rynku pracy”**

dofinansowanego ze środków Funduszy Europejskich w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój, 2.10 Wysoka jakość systemu oświaty

Warszawa 2019

Strona redakcyjna

Redakcja merytoryczna – dr Agnieszka Jaworska

Recenzja merytoryczna – Wojciech Dobrogowski  
Wojciech Panasewicz  
Katarzyna Szczepkowska-Szczęśniak  
dr Beata Rola

Redakcja językowa i korekta – Altix

Projekt graficzny i projekt okładki – Altix

Skład i redakcja techniczna – Altix

Warszawa 2019

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Aleje Ujazdowskie 28

00-478 Warszawa

[www.ore.edu.pl](http://www.ore.edu.pl)

Publikacja jest rozpowszechniana na zasadach wolnej licencji Creative Commons –  
Użycie niekomercyjne 4.0 Polska (CC-BY-NC).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.pl>

## Temat lekcji

### Pole grawitacyjne na powierzchni planety

## Klasa/czas trwania lekcji

klasa II liceum lub technikum, 45 minut

## Cel ogólny lekcji

wykorzystanie prawa powszechnego ciężenia do wyjaśnienia wpływu pola grawitacyjnego na ciała fizyczne

## Cele szczegółowe

Uczeń:

- wyjaśnia na podstawie prawa powszechnego ciężenia związek pomiędzy masą i promieniem planety a przyspieszeniem grawitacyjnym;
- wyjaśnia rolę siły grawitacji w przypadku ruchu ciał w centralnym polu grawitacyjnym;
- posługuje się pojęciami pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej.

## Metody/Techniki/Formy pracy

Metody i techniki pracy: metoda lekcji odwróconej, metoda ćwiczeń praktycznych, referat, dyskusja

Formy pracy: praca indywidualna, praca grupowa, praca zbiorowa

## Środki dydaktyczne

- tablica tradycyjna i komputer z rzutnikiem lub tablica multimedialna;
- komputery lub urządzenia mobilne z dostępem do Internetu oraz z zainstalowanym arkuszem kalkulacyjnym (po jednym urządzeniu na grupę);
- kolekcja aplikacji *Centralne pole grawitacyjne* dostępna pod adresem <https://learningapps.org/display?v=pj7r6213j19> lub przy pomocy poniższego QR kodu.



## Opis przebiegu lekcji

### Faza przygotowawcza

1. Przed zajęciami prowadzący prosi uczniów o przygotowanie w domu informacji na temat prawa powszechnego ciężenia, siły ciężkości na Ziemi jako konsekwencji istnienia pola grawitacyjnego oraz roli, jaką odgrywa siła grawitacji w przypadku ciał poruszających się w bezpośredniej bliskości planet (np. po zamkniętych orbitach).

2. Nauczyciel zapoznaje się z kolekcją aplikacji *Centralne pole grawitacyjne* oraz sprawdza czy wszystkie komputery lub urządzenia mobilne są sprawne.
3. Na zajęciach prowadzący zapisuje na tablicy temat lekcji i zapoznaje uczniów z jej celem.

### **Faza realizacyjna**

1. Nauczyciel dzieli klasę na grupy i poleca uczniom wspólne rozwiązanie ćwiczeń interaktywnych zestawionych w kolekcji aplikacji *Centralne pole grawitacyjne*. Następnie wyznacza uczniów, którzy podadzą rozwiązanie pierwszego ćwiczenia i omówią konsekwencje istnienia ziemskiego pola grawitacyjnego, w tym rolę przyspieszenia grawitacyjnego w przypadku ciał znajdujących się na powierzchni Ziemi oraz ciał poruszających się po kołowych orbitach.
2. Prowadzący wyznacza osoby, które podadzą rozwiązanie drugiego ćwiczenia i omówią związek pomiędzy rozmiarami i masą planety a przyspieszeniem grawitacyjnym na jej powierzchni.
3. Nauczyciel prosi uczniów, aby pracując w grupach przy pomocy arkusza kalkulacyjnego znaleźli zależność pomiędzy odległością od powierzchni Ziemi a wartością przyspieszenia grawitacyjnego. Zależność powinna zostać zbadana w przedziale wysokości od 0 do 500 km, z krokiem równym 50 km. Uczniowie przedstawiają ją w postaci wykresu.
4. Prowadzący inicjuje dyskusję, której celem jest omówienie uzyskanej zależności i wyjaśnienie dlaczego astronauta znajdujący się w Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (około 400 km nad powierzchnią Ziemi) odczuwają stan nieważkości.
5. Nauczyciel poleca uczniom, aby w domu porównali wartości przyspieszenia grawitacyjnego uzyskanego dla hipotetycznych planet z drugiego ćwiczenia interaktywnego z typowymi wartościami dla planet Układu Słonecznego i zanotowali swoje spostrzeżenia. Informuje również, że jedno z ciał niebieskich przedstawionych w ćwiczeniu może być obiektem nietypowym, a zagadkę klasa wspólnie będzie próbowała rozwiązać na następnej lekcji.

### **Faza podsumowująca**

1. Nauczyciel wskazuje osoby, które podsumują najważniejsze informacje z lekcji.
2. Prowadzący zadaje uczniom rundę pytań ewaluacyjnych. Na podstawie uzyskanych odpowiedzi oraz wyników uzyskanych w trakcie rozwiązywania ćwiczeń interaktywnych weryfikuje skuteczność zastosowanych form i metod pracy.

## **Komentarz metodyczny**

W przypadku braku wystarczającej liczby komputerów lub urządzeń mobilnych ćwiczenia zamieszczone w kolekcji aplikacji można zaadaptować do tradycyjnej formy

papierowej i rozdać uczniom jako materiały do pracy w grupach. Zaproponowane ćwiczenia można wykorzystać w celu dokonania oceny pracy uczniów. Pierwsze ćwiczenie jest relatywnie łatwe i za jego rozwiązanie uczniowie powinni otrzymać jeden punkt. W drugim ćwiczeniu można przyznać po jednym punkcie za każdy prawidłowo rozwiązany przykład.

Jeśli w pracowni nie ma komputera z zainstalowanym arkuszem kalkulacyjnym, to zależność pomiędzy wartością przyspieszenia grawitacyjnego a wysokością nad powierzchnią Ziemi można wyznaczyć posługując się kalkulatorem.

Dla zaoszczędzenia czasu można wtedy zwiększyć krok do wartości 100 km, a obliczenia wykonać metodą stolików eksperckich – przy każdym stoliku obliczane będzie przyspieszenie grawitacyjne na danej wysokości, a grupa jako całość zbierze wyniki i sporządzi wykres.

Warto w trakcie lekcji uświadomić uczniom, że w przypadku pojazdów kosmicznych znajdujących się na orbicie, stan nieważkości jest odczuwany nie dlatego, że ziemskie pole grawitacyjne jest tam dużo słabsze niż na powierzchni Ziemi. W rzeczywistości różnica pomiędzy wartością przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni Ziemi i na wysokości, na której orbituje, np. Międzynarodowa Stacja Kosmiczna, jest niewielka. Stan nieważkości pojawia się w przypadku ciał orbitujących wokół Ziemi z prędkością równą co najmniej pierwszej prędkości kosmicznej, dla których siła grawitacji pełni rolę siły dośrodkowej. Przyspieszenie grawitacyjne powoduje wobec tego zakrzywienie orbity pojazdu i nie jest odczuwane przez znajdujących się wewnątrz astronautów.