



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-Szczeńsiak  
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

### Prawa Keplera

## Klasa/czas trwania lekcji

klasa II liceum lub technikum, 45 minut

## Cel ogólny lekcji

wyjaśnienie ruchu planet w oparciu o prawa Keplera

## Cele szczegółowe

Uczeń:

- opisuje kształt orbit planet w oparciu o pierwsze prawo Keplera;
- wyjaśnia zmiany prędkości planet na orbitach eliptycznych w oparciu o drugie prawo Keplera;
- posługuje się trzecim prawem Keplera w celu wyznaczenia parametrów orbit planet.

## 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 (po jednym urządzeniu na grupę);
- kolekcja aplikacji *Prawa Keplera* dostępna pod adresem <https://learningapps.org/display?v=psh6y0nxxn19> lub przy pomocy poniższego QR kodu.



## Opis przebiegu lekcji

### Faza przygotowawcza

1. Przed zajęciami prowadzący poleca uczniom zapoznanie się z fragmentem podręcznika lub innymi materiałami dotyczącymi praw Keplera oraz wynikających z nich konsekwencji.
2. Nauczyciel zapoznaje się z kolekcją aplikacji *Prawa Keplera* 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 *Prawa Keplera*.
2. Prowadzący wskazuje osoby, które omówią pierwsze i drugie prawo Keplera oraz podadzą prawidłowe odpowiedzi na poszczególne pytania z pierwszego ćwiczenia interaktywnego.
3. Nauczyciel wskazuje osobę, która omówi trzecie prawo Keplera i poda prawidłowe rozwiązanie drugiego ćwiczenia interaktywnego.
4. Prowadzący wyznacza osobę, która na tablicy wyprowadza wyrażenie pokazujące związek między masą centralnej gwiazdy a promieniem kołowej orbity i okresem obiegu planety. Klasa na podstawie wyprowadzonej zależności zauważa, że trzecie prawo Keplera wynika wprost z prawa powszechnego ciążenia.
5. Pracując w grupach uczniowie wyznaczają masę gwiazdy, wokół której krążą domniemane planety, opisane w drugim z ćwiczeń interaktywnych. Uczniowie wykonują obliczenia na podstawie danych dla wybranego ciała niebieskiego. Następnie grupy porównują wyniki uzyskane dla różnych planet.
6. Nauczyciel powraca do problemu zasygnalizowanego na poprzednich zajęciach i pyta uczniów, czy któraś z domniemanych planet opisanych w ćwiczeniach interaktywnych charakteryzuje się nietypowymi cechami. Uczniowie wskazują na ciało znajdujące się najbliżej gwiazdy (wyjątkowo duża wartość przyspieszenia grawitacyjnego, bardzo ciasna orbita).
7. Nauczyciel wyjaśnia, że ze względu na niemożliwość bezpośredniej obserwacji wizualnej planet spoza Układu Słonecznego ich masy oraz parametry orbit wyznacza się w sposób pośredni, co może prowadzić do dużych błędów. Nietypowe wyniki mogą również wskazywać na to, że zamiast jednego obiektu, w pobliżu gwiazdy znajduje się więcej ciał niebieskich, a zastosowane metody nie pozwalają na ich identyfikację.

### **Faza podsumowująca**

1. Nauczyciel wskazuje osoby, które podsumują najważniejsze informacje z lekcji.
2. Uczniowie zadają pytania na tematy związane z lekcją i proszą o doprecyzowanie wszelkich niejasnych dla nich zagadnień.
3. Na podstawie wyników uzyskanych przez uczniów w trakcie rozwiązywania ćwiczeń interaktywnych oraz pytań sformułowanych przez uczniów, prowadzący dokonuje ewaluacji lekcji.

## 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.

Drugie z ćwiczeń interaktywnych jest typowym ćwiczeniem rachunkowym – aby podać rozwiązanie uczniowie powinni wykonać najpierw odpowiednie obliczenia używając kalkulatora. Najłatwiejszy od strony rachunkowej jest przypadek pierwszej planety, kolejne są coraz trudniejsze. Warto o tym pamiętać rozdzielając pracę w grupie.

Masę gwiazdy centralnej wyznaczamy porównując wyrażenie na siłę dośrodkową z wyrażeniem na siłę grawitacji. W uzyskanym wzorze pojawi się prędkość planety, którą z kolei wyznaczymy jako długość orbity przez okres obiegu danego ciała.

**Uwaga:** Ćwiczenie 2 należy koniecznie rozwiązywać w trybie pełnoekranowym. Odpowiednia ikonka znajduje się w prawym górnym rogu aplikacji. W przeciwnym razie część planszy może ulec obcięciu.