

# Dokumentacja projektu - grupa 8B

Stanisław Pokora 204402, Kacper Śmieżewski 204529

1 XII 2025

## 1 Cel doświadczenia

Celem projektu będzie numeryczne zamodelowanie oddziaływań grawitacyjnych kilku obiektów kulistych.

## 2 Opis zjawiska

Obiekty mające masy  $m_1$  i  $m_2$  przyciągają się siłą grawitacji o wzorze

$$\vec{F}_g = -\frac{Gm_1m_2}{r^2}\vec{e}_r \quad (1)$$

Połączenie tej siły z drugą zasadą dynamiki pozwala analitycznie wyznaczyć trajektorie, prędkości i przyspieszenia ciał w najprostszych układach. Istnieje jednak słynny, dalej nieroziwiązany **Problem trzech cia³**, który polega na analitycznym rozwiązyaniu układu równań modelującego oddziaływania grawitacyjne 3 lub więcej obiektów. Obliczenia takie można jednak przeprowadzić numerycznie; i to spróbujemy zrobić. Procedura wyznaczania trajektorii co iterację  $dt$  przebiegnie następująco:

1. Dodanie wszystkich sił działających na każde ciało.
2. Wyznaczenie przyspieszenia.
3. Zmiana wektora  $\vec{v}$  dla każdego ciała o  $\vec{a}dt$  oraz przemieszczenia  $\vec{r}$  o  $\vec{v}dt$ .
4. Sprawdzenie, czy nie doszło do kolizji lub odbicia o krawędź i wykonanie odpowiednich działań.

## 3 Opis narzędzi

Używać będziemy pythona 3.15, podstawowych bibliotek obliczeniowych (numpy, sympy, scipy), matplotlib do wyświetlania symulacji, oraz możliwych dodatkowych bibliotek w razie potrzeby.

## 4 Ogólny opis projektu i możliwe alternatywy

Program poprosi użytkownika o ilość ciał do zasymulowania (prawdopodobnie ograniczoną do 4-5), a następnie o parametry dynamiczne; masy, pędy, położenia. Następnie co jednostkę czasu  $dt$  będzie zliczał wszystkie działające siły grawitacji i z otrzymanych przyspieszeń odpowiednio zmieniał chwilowe wektory prędkości oraz położenia. Przy dużej liczbie iteracji oraz małym  $dt$  symulacja powinna wiarygodnie odzwierciedlać oddziaływanie grawitacyjne. Możliwe alternatywy:

## **5 Specyficzne wymagania**

Funkcjonalne:

- Uruchomienie się programu.
- Zebranie danych.
- Uzyskanie ruszającej się symulacji.
- Uwzględnienie krawędzi symulacji.
- Uwzględnienie kolizji.

Niefunkcjonalne:

- Intuicyjność wprowadzania danych początkowych.
- Płynność symulacji.

## **6 Harmonogram prac**

- Tydzień 1 - Opis fizyki oraz moduł obliczeniowy.
- Tydzień 2 - Opanowanie systemu wprowadzania danych.
- Tydzień 3 - Praca nad wyświetlaniem symulacji.
- Tydzień 4 - Doszlifowanie projektu oraz dokumentacji; dodanie demo kilku stabilnych symulacji.