

Problem 3 ciał
Modelowanie komputerowe
Lista 1c

Łukasz Chmielowski (307713)

2023

1 Treść zadania

W zadaniu pierwszym mieliśmy za zadanie napisać program do rozwiązywania równań ruchu N ciał, a następnie przetestować go na 2 ciałach, jedno było zatrzymane w miejscu, drugie poruszało się dookoła niego.

W zadaniu drugim znieśliśmy unieruchomienie dla pierwszego ciała i badaliśmy orbity 2 ciał poruszających się wokół siebie w zależności od ich prędkości początkowej

2 Zadanie pierwsze

W programie siła oddziaływania między ciałami była wyrażona wzorem:

$$F_g = \frac{Gm_1m_2}{|r|^3} \cdot r \quad (1)$$

Gdzie G dla ułatwienia przyjąłem 1.

Cały program jest dołączony do sprawozdania pod nazwą *owce.py*.

Po napisaniu programu i sprawdzeniu jego poprawnego działania, przeprowadziłem kilka symulacji dla różnych kroków czasowych Δt , a następnie wyliczyłem błąd e odchyłki odległości między ciałami od początkowego promienia R , który wyliczyłem ze wzoru:

$$e = |R - |x_1 - x_2|| = |R - \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}| \quad (2)$$

Błędy wyliczyłem po czasie $t_f = 10$. Wyniki są następujące:

Δt	e
1	0.5218391889609832
0.1	0.029221133409945255
0.01	0.0028944464012323756
0.001	0.00028853280539098414
0.0001	2.8843459238370173e-05
0.00001	2.884246940615398e-06

Po otrzymanych wynikach, możemy zauważyć, że maksymalna wartość Δt , dla której błąd jest mniejszy niż 10^{-5} , to 0.00001.

3 Zadanie drugie

W zadaniu drugim oba ciała się poruszają i robimy symulacje dla zmieniających się prędkości obu ciał. Musiałem trochę zmodyfikować program do tego zadania (wersja do zadania drugiego jest w pliku *owce2.py*).

Prędkości początkowe definiowałem następująco:

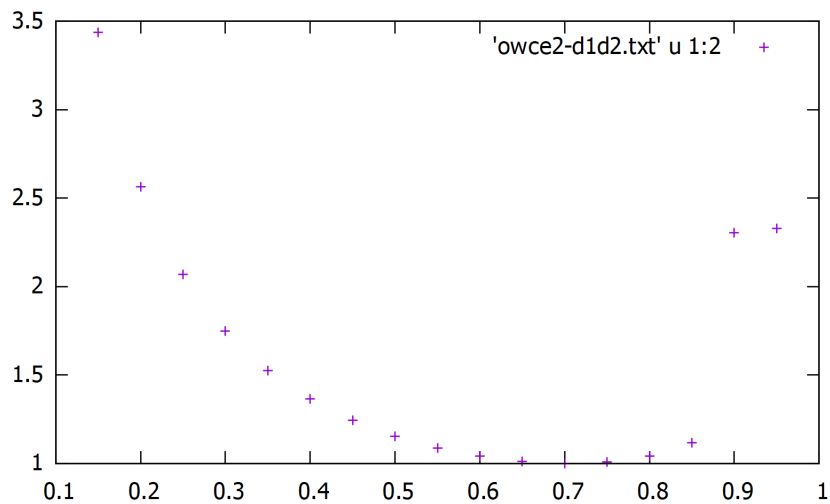
$$\begin{aligned}v_1 &= (0, -v) \\v_2 &= (0, v)\end{aligned}$$

Wykonałem kilka symulacji dla różnych prędkości v . Zakres dałem $(0.15, 1)$, a krok wynosił 0.05 .

Przy każdej symulacji wyliczyłem wielką i małą średnicę elipsy (d_1 i d_2) ciała 1. Wykorzystałem następujące wzory:

$$\begin{aligned}d_1 &= x_{1max} - x_{1min} \\d_2 &= y_{1max} - y_{1min}\end{aligned}$$

Następnie wyliczyłem stosunek d_1/d_2 dla każdej wartości prędkości początkowych i przedstawiłem je na wykresie:



Rysunek 1: Zależność stosunku średnic elipsy od prędkości początkowej.

Możemy zauważyć, że najmniejsza wartość stosunku d_1/d_2 znajduje się w miejscu, gdzie $v = 0.7$