

# Rozwiązywanie równań dynamiki Newtona z automatyczną kontrolą błędów i doбором kroku czasowego.

Zbigniew Kordyl

11.03.2021r.

## 1 Obliczenie orbity jawnym schematem Eulera oraz metodą RK4.

Zadanie polegało na wyliczeniu orbity ciała o parametrach ruchu zbliżonych do komety Halleya dla trzech obrotów dookoła Słońca przy następujących danych:

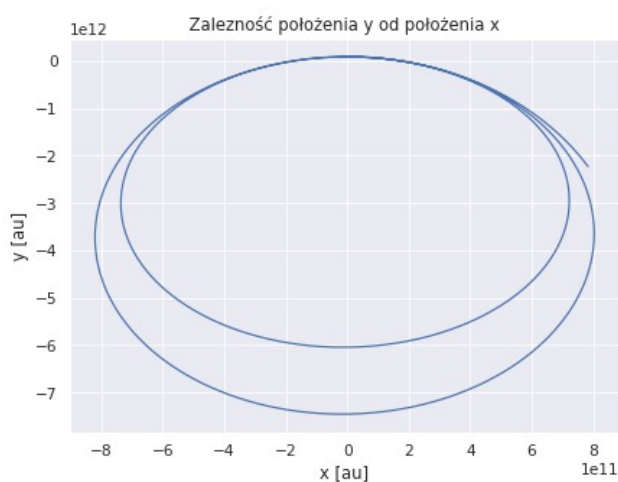
Masa słońca [kg]	$1.49 \cdot 10^{30}$
Stała grawitacji [ $\text{m}^3/(\text{kg} \cdot \text{s}^2)$ ]	$8.64963 \cdot 10^{-4}$
Położenie początkowe x [m]	0
Położenie początkowe y [m]	$8.76644 \cdot 10^{10}$
Prędkość początkowa vx [m/s]	$1.9656 \cdot 10^8$
Prędkość początkowa vy [m/s]	0
Czas obiegu [lata]	75

### 1.1 Jawny schemat Eulera

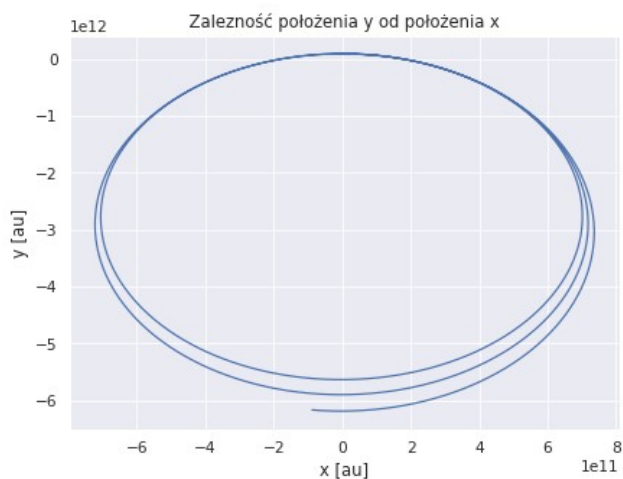
Przeprowadzono obliczenia dla kroku czasowego  $dt = \{0.25, 1\} \text{h}$ .

Czas trwania obliczeń wynosił kolejno: 69 s i 17 s.

#### 1.1.1 Wykresy dla czasu 1h.



### 1.1.2 Wykresy dla czasu 0.25 h



## 1.2 Metoda RK4

Przeprowadzono obliczenia dla kroku czasowego  $dt = 1$  h.

Czas trwania obliczeń: 106 s.



## 2. Automatyczny dobór kroku czasowego.

W dalszej części ćwiczenia zaimplementowano powyższe metody z automatycznym doбором kroku czasowego. Przeprowadzono obliczenia dla  $tol = \{1,1000\}$  w jawnym schemacie Eulera, oraz  $tol = \{1,1000\}$  dla metody RK4.

## 2.1 Metoda Eulera z automatycznym doбором kroku czasowego.

Czas trwania obliczeń dla  $\text{tol} = 1000$  : 18 s oraz dla  $\text{tol} = 1$  : 456 s.

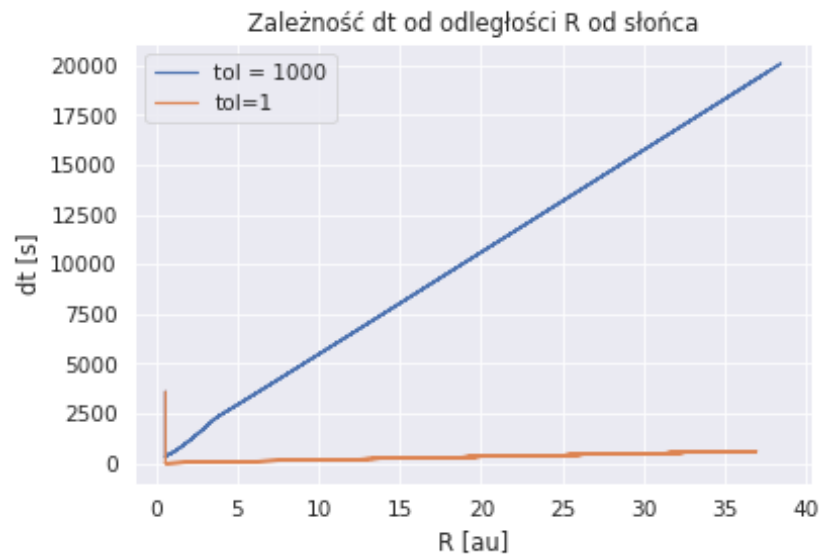
### 2.1.1 Wykresy dla $\text{tol} = 1000$



### 2.1.2 Wykresy dla $\text{tol} = 1$



### 2.1.3 Porównanie zależności $\Delta t$ od $R$ dla $\text{tol} = 1000$ i $\text{tol} = 1$ .



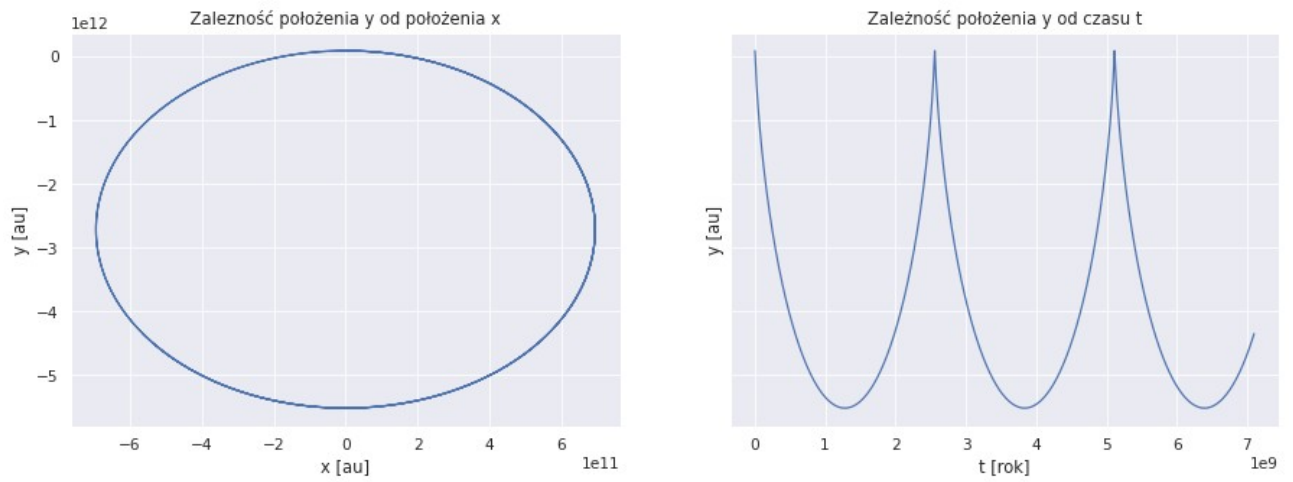
## 2.2 Metoda RK4 z automatycznym doбором kroku czasowego.

Czas trwania obliczeń dla  $\text{tol} = 1000$  : 0.12 s oraz dla  $\text{tol} = 1$  : 0,4 s.

### 2.2.1 Wykresy dla $\text{tol} = 1000$



### 2.2.2 Wykresy dla $\text{tol} = 1$



### 2.2.3 Porównanie zależności $dt$ od $R$ dla $\text{tol} = 1000$ i $\text{tol} = 1$ .

