

Ruch peryhelium Merkurego

Czy chcecie zobaczyć i wiedzieć, jak powstaje i jest realizowany ruch peryhelium Merkurego oraz innych planet Układu Słonecznego? Zobaczyć ruch peryhelium można w sytuacji, która została zamodelowana za pomocą programu komputerowego. Poruszają się modele dwóch obiektów - planety oraz Słońca. Obiekty w modelowanej sytuacji przyspieszają się nawzajem według podobnej matematycznej funkcji jak ta, którą przedstawił Isaak Newton w prawie powszechnego ciążenia.

Oczywiście, w modelowanej sytuacji musiała być zastosowana inna skala odległości między obiektami oraz ich względnych przyspieszeń i prędkości. Bo to, co w naturze zmienia się w ciągu setek i tysięcy lat, jest przedstawione w postaci poglądowego obrazu, który zmienia się w ciągu kilkunastu, kilkudziesięciu sekund bądź minut.

Aby zobaczyć, jak porusza się peryhelium, należy skopiować plik Merkury.zip (<http://pinopa.narod.ru/Merkury.zip>),*) w którym znajdują się dwa programy wykonawcze exe oraz pliki robocze gas. Za pomocą programu wykonawczego należy otworzyć odpowiedni plik roboczy i uruchomić bieg procesu. W pliku roboczym zakodowane są początkowe parametry procesu (orbitalnego ruchu planety): położenie w układzie współrzędnych oraz prędkość początkowa. A zmiany ruchu obiektów podczas trwania procesu, jak powyżej wspomniano, następują na zasadzie ich wzajemnego przyspieszania się.

Po uruchomieniu procesu następuje ruch obiektów względem siebie i zmiana prędkości. A to przyspieszanie odbywa się według funkcji Newtona, w której dodatkowo występuje czynnik eksponencjalny. Aby przybliżyć istotę zjawiska, które przejawia się w postaci ruchu peryhelium Merkurego i innych planet, poniżej przedstawiony jest przykład, jak zmienia się pole grawitacyjne Ziemi. Poniżej przedstawione są trzy matematyczne funkcje, które opisują przyspieszenia zmieniające się wraz ze zmianą odległości, oraz wykresy tych funkcji. Te trzy funkcje obrazują, jak niewielka jest różnica przyspieszenia, gdy przebiega ono tak, jak to przedstawił Newton, i gdy przebiega nieco inaczej, bo zmieniając się dodatkowo zgodnie z eksponencjalną funkcją. Na wykresach 2) i 3) przedstawiony jest przebieg tych funkcji w dwóch skalach. Na jednym wykresie widoczny jest przebieg funkcji z zaznaczonym promieniem Ziemi i przyspieszeniem grawitacyjnym równym 9.814 m/s^2 , a na drugim wykresie widoczny jest przebieg funkcji z zaznaczoną średnią wartością odległości Księżyca od Ziemi i przyspieszeniem grawitacyjnym Ziemi (w takiej odległości od Ziemi) równym $2.696 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$. (Zgodnie z przyjętą w fizyce umową na wykresach przyspieszenia są ujemne, co oznacza, że wektor przyspieszenia jest skierowany w kierunku środka Ziemi.)

$$\begin{aligned}
 & - \left(\frac{6.6732 \cdot 10^{-11} \cdot 5.9736 \cdot 10^{24}}{x^2} \right) \\
 & - \left(\frac{3.975112754 \cdot 10^{14}}{x^2} \right) \cdot \exp \left(\frac{-1.76612818375 \cdot 10^4}{x} \right) \\
 & - \left(\frac{3.975112754 \cdot 10^{14}}{x^2} \right) \cdot \exp \left(\frac{1.76612818375 \cdot 10^4}{x} \right)
 \end{aligned}$$

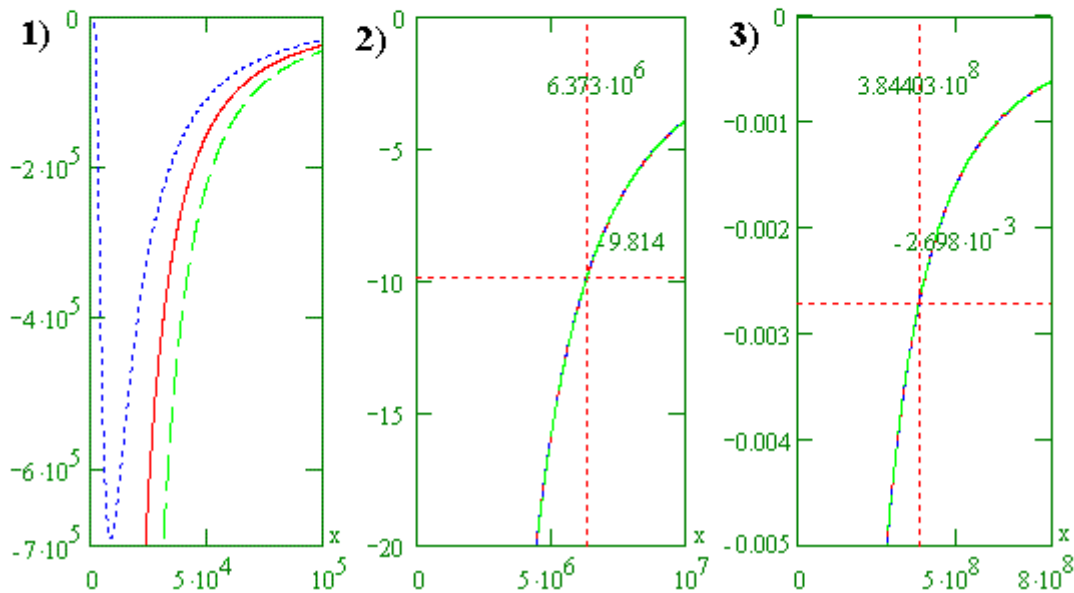
Masa Ziemi - $5.9736 \cdot 10^{24}$ kg

Stała grawitacji - $6.6732 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$

Promień Ziemi - $6.373 \cdot 10^6$ m

Odl. Ziemia-Księżyc - $3.84403 \cdot 10^8$ m

$$6.6732 \cdot 10^{-11} \cdot 5.9736 \cdot 10^{24} = 3.986302752 \cdot 10^{14}$$



Pierwsza funkcja jest znana od czasów Newtona. Dwie następne funkcje powstają, gdy w funkcji Newtona umieścić czynnik eksponencjalny w postaci $\exp(-B/x)$ i w postaci $\exp(B/x)$. (W tych dwóch funkcjach współczynnik $B=1.76612818375$, a wymiarem współczynnika B jest m, czyli metr.)

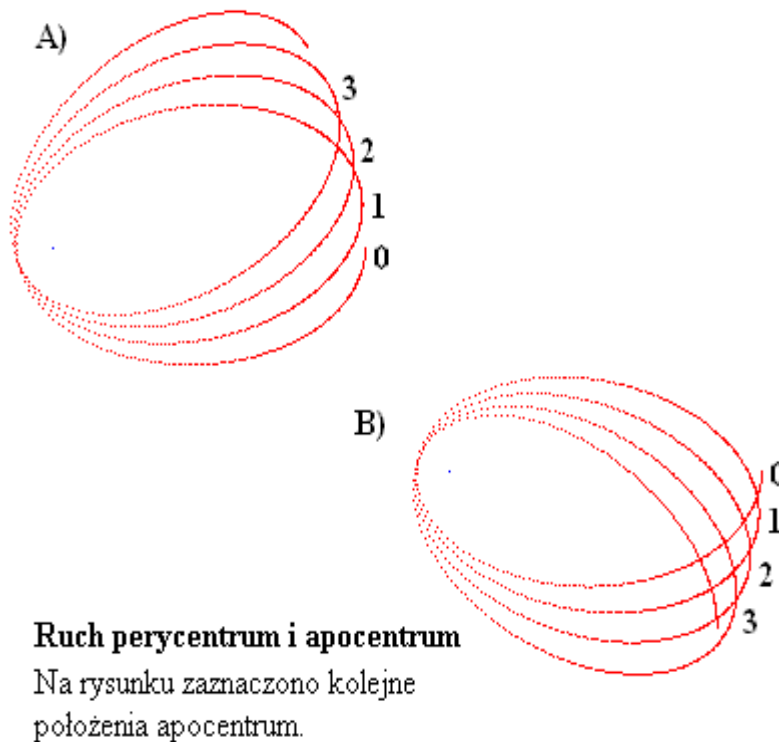
Warto tu wspomnieć, że współczynnik $B=1.76612818375$ oraz współczynnik proporcjonalności $3.975112754 \cdot 10^{14}$ zostały wybrane, bo są one rozwiązaniem układu dwóch równań z dwoma niewiadomymi. A parametry dla tych równań były dobrane w taki sposób, aby wykresy tych funkcji dokładnie pokrywały się ze sobą w dwóch szczególnych punktach, które są zaznaczone na wykresach 2) i 3). Z tego właśnie powodu współczynnik proporcjonalności $3.975112754 \cdot 10^{14}$ nie jest tożsamy z iloczynem wartości stałej grawitacyjnej $G=6.6732 \cdot 10^{-11}$ i masy Ziemi $5.9736 \cdot 10^{24}$. Ta różnica świadczy o istnieniu pewnych błędów, jakie istnieją w podanych parametrach Ziemi. A przyczyną błędnych parametrów może być to, że albo autor artykułu nie zna dokładnych wartości tych parametrów (i wykorzystał nie takie parametry, jak należało wykorzystać), albo te błędne parametry istnieją w fizyce, bo nie zostały dokładnie wyznaczone.

Z wykresów można odczytać, że znaczące różnice w przebiegu przedstawionych funkcji występują przy małych odległościach, licząc od początku układu współrzędnych. Czyli występują one w takiej odległości, przy której żadna z wymienionych trzech funkcji nie odzwierciedla już faktycznego grawitacyjnego pola Ziemi, bo są to odległości mniejsze od promienia Ziemi. Natomiast przy dużych odległościach na wykresach (przy odpowiedniej skali) funkcje różnią się w niezauważalny sposób. Wymienione zmiany (różnice) można odnieść do tego, co dzieje się w naturze.

A w naturze, biorąc już pod uwagę Układ Słoneczny i istniejące duże odległości planet od Słońca, eksponencjalny czynnik jest niemal niezauważalny, bo niemal równy 1. Ale faktycznie w trakcie biegnącego procesu (kiedy zachodzą zmiany odległości między planetą i Słońcem) ten czynnik ulega zmianom stosownie do odległości x . W rzeczywistej sytuacji odległość planety od Słońca jest bardzo duża, więc przy tej odległości różnica między tym czynnikiem i 1 jest bardzo mała. Z tego powodu wpływ tego czynnika w opisie ruchu peryhelium planety jest również bardzo mały. Ale w sytuacjach modelowanych

za pomocą komputerowego programu eksponencjalny czynnik nie jest już tak mocno zbliżony do wartości 1. Z tego powodu w modelowanej sytuacji można obserwować, jak zmienia się położenie peryhelium i aphelium poruszającej się planety.

W programie komputerowym Gas2n.exe, w jego kodzie źródłowym, występuje czynnik eksponencjalny w postaci $\exp(-B/x)$, a w programie Gas2n-Merkury.exe występuje czynnik eksponencjalny w postaci $\exp(B/x)$. Ten eksponencjalny czynnik przy odpowiednio dużych odległościach x w obu przypadkach pod względem liczbowym jest niemal równy 1. Ale w jednym przypadku ten czynnik jest nieco mniejszy od 1, a w drugim przypadku jest nieco większy od 1. Wskutek tej różnicy w obu programach wykonawczych exe kształt orbity planety zmienia się w odmienny sposób. Na schematycznym rysunku wygląda to w następujący sposób.



Od zmysłowej czynności - widzieć - do umysłowej czynności - wiedzieć - istnieje stosunkowo prosta droga. Wystarczy do tego analizowanie faktów i odpowiednie wnioski. Można oprzeć się na prawie powszechnego ciążenia, które podał Newton i odpowiednio go skorygować. Należy to zrobić właśnie w taki sposób, że uwzględnia się dodatkowo eksponencjalny czynnik, którego Newton w swoich teoretycznych badaniach i wnioskach nie uwzględnił.

Aby wiedzieć, trzeba sobie pomóc i zobaczyć. Astronomowie mogą pewne fakty doświadczalne zobaczyć mentalnie, mogą skonfrontować je ze sobą i na tej podstawie mogą wyobrażać sobie, jak wygląda rozetowa trajektoria, po której porusza się, na przykład, Merkury wokół Słońca. Czytelnicy tego artykułu mogą otworzyć programy Gas2n.exe i Gas2n-Merkury.exe, aby wyobrazić sobie ruch Merkurego i zobaczyć go w innej skali na modelu. Na podstawie faktów, które wynikają z astronomicznych obserwacji i pomiarów, astronomowie wnioskują, że ruch peryhelium zachodzi w tym samym kierunku, w jaki planeta krąży po orbicie. Oznacza to, że w czasie między kolejnymi położeniami w punktach peryhelium planeta wykonuje okrążenie wokół Słońca o kąt nieco większy niż 2π . Z tego powodu orbita zmienia się w taki sposób, jakby planeta poruszała się po elipsie, która obraca się bardzo powoli w tym samym kierunku. Oczywiście, kierunek ruchu peryhelium świadczy o sposobie, w jaki zmienia się przyspieszenie planety podczas jej orbitalnego ruchu.

Korzystając z programu Gas2n-Mekury.exe można obserwować ruch peryhelium, który jest podobny do ruchu peryhelium Merkurego (na powyższym rysunku schemat B). A korzystając z programu Gas2n.exe, można także obserwować ruch peryhelium, który odbywa się w przeciwnym kierunku, aniżeli kierunek ruchu peryhelium Merkurego.

Czy ten drugi rodzaj ruchu jest możliwy i występuje gdzieś w naturze, w jakimś innym (niż nasz) układzie planetarnym? Być może, że tak. A jak naprawdę jest w rzeczywistości, mogą to potwierdzić jedynie dalsze badania. Bo istnienie takiego ruchu peryhelium jest uzależnione od tego, czy w naturze jest możliwe powstanie takiego wypadkowego pola grawitacyjnego, które przyspieszałoby postronne ciała według takiej funkcji przyspieszeniowej, która w swojej strukturze miałaby eksponencjalny czynnik $\exp(-B/x)$, gdzie B byłoby dodatnim współczynnikiem.

*) Uwaga: Komputerowe programy modelujące, które można skopiować na "stronie pinopy", pracują poprawnie na komputerach z systemami Windows ME i Windows XP. Współpraca z innymi operacyjnymi systemami jest możliwa, ale wymaga sprawdzenia.

Bogdan Szenkaryk "Pinopa"
Polska, Legnica, 2011.06.03.