

Dr Jan P. LASOTA

Merkury, planeta najbliższa Słońca, odegrał ważną rolę w rozwoju nauki. W roku 1845 słynny astronom francuski U. J. J. Leverrier, który w rok później miał przewidzieć istnienie i położenie Neptuna, odkrył, że Merkury porusza się wokół Słońca niezupełnie zgodnie z prawem ciążenia Newtona.

Z prawa tego wynika, że planeta w polu grawitacyjnym Słońca porusza się po elipsie. Słońce znajduje się w jednym z ognisk tej elipsy. Jeżeli będziemy śledzić ruch planety począwszy od punktu, w którym znajduje się najbliższe Słońca (peryhelium), to zobaczymy, że po zatoczeniu kąta pełnego (2π) wróci do tego samego miejsca, tzn. nie tylko wróci do peryhelium, ale i peryhelium będzie się znajdowało w tym samym miejscu co poprzednio. Tyle teoria.

Rzeczywistość jest bardziej skomplikowana. Po pierwsze, podany powyżej opis ruchu planety jest słuszny tylko w pewnych wyróżnionych układach odniesienia, tzw. układach inercyjnych.

Wskutek istnienia tzw. precesji ogólnej, powodującej ruch osi obrotu Ziemi, układ odniesienia, w którym prowadzi się obserwacje planet, nie jest układem inercyjnym. Po drugie, planeta porusza się nie tylko w polu grawitacyjnym Słońca, ale podlega również oddziaływaniu innych planet.

Oba te efekty zaburzają idealną orbitę eliptyczną i prowadzą między innymi do tzw. ruchu peryhelionowego, rozetkowego, w którym po każdym obrocie ciała niebieskiego elipsa nie domyka się (a więc ściśle rzecz biorąc orbita nie jest już elipsą) i peryhelium wędruje sobie, tak jak to pokazano na rysunku.

Otóż Leverrier obliczył ruch peryhelionowy Merkurego i okazało się, że część tego przesunięcia wynosząca $35''$ na stulecie nie daje się w żaden sposób wytłumaczyć w ramach mechaniki newtonowskiej. W roku 1882 Newcomb potwierdził obliczenia Leverriera poprawiając tylko wynik na $43''$ na wiek.

Według danych współczesnych, peryhelium Merkurego przesuwa się o $5599''74$ w ciągu stulecia, z czego przesunięcie o $5557''19$ jest efektem newtonowskim, a pozostałe $42''56 (\pm 0''94)$ na wiek jest przez teorię Newtona nie wytłumaczone.

Początkowo Leverrier sądził, że między Merkurem a Słońcem istnieje jeszcze jedna planeta, której nadał nazwę Wulkan. Obserwacje nie potwierdziły istnienia tej planety.

Potem próbowano wyjaśnić ruch peryhelionowy Merkurego wprowadzając różne, mniej lub bardziej skomplikowane rozkłady materii międzyplanetarnej. Żaden z tych modeli nie był zadowolający, ale zaczęto dość powszechnie uważać, że drobna w końcu niezgodność teorii i doświadczenia da się jakoś wyjaśnić przez oddziaływania niegravitacyjne.

Rozwiązanie przyszło zupełnie nieoczekiwanie. W roku 1915 Albert Einstein ogłosił nową teorię grawitacji, która w odróżnieniu od teorii newtonowskiej była zgodna ze szczególną teorią względności, uogólniała ją — i dlatego została nazwana ogólną teorią względności. Teoria ta modyfikuje newtonowskie prawo ciążenia, okazuje się, że jest ono słuszne tylko w przybliżeniu.

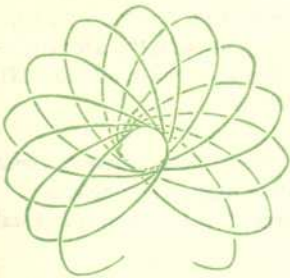
Zgodnie z teorią Einsteina, peryhelium planety poruszającej się wokół Słońca po jednym obrocie ulega przesunięciu o wielkość równą $\Delta\varphi = 2\pi \left(\frac{3GM_{\odot}}{p} \right)$, gdzie G jest stałą grawitacji, M_{\odot} masą Słońca, a p parametrem orbity, zwanym parametrem ogniskowym (p = połowa cięciwy przechodzącej przez jedno z ognisk prostopadle do osi wielkiej elipsy).

Dla Merkurego $p = 55,3 \times 10^6$ km, a ponieważ $GM_{\odot} = 1,475$ km, więc $\Delta\varphi = 0,1038''$.

Ponieważ Merkury wykonuje 415 obrotów na stulecie, to otrzymujemy, że $\Delta\varphi = 43''03$ na wiek, w doskonałej zgodności z obserwacjami.

Ruch peryhelionowy Merkurego nie jest zatem czymś osobliwym. Podobny efekt występuje w ruchu innych planet, tyle, że trudniej jest go obserwować z powodu większych p i mniejszego spłaszczenia orbit, które utrudnia wyznaczenie peryhelium.

Ogólna teoria względności nie powstała wprawdzie po to, by wyjaśnić ruch peryhelionowy Merkurego, ale ruch ten był pierwszym, wspaniałym obserwacyjnym potwierdzeniem słuszności teorii Einsteina.



+

