

Harmonia kosmiczna i prawo Titiusa-Bodego

Dr Tomasz KWAST

Z własnego doświadczenia wiemy, że człowiekowi dość często wychodzi coś opacznie, natomiast bardzo rzadko opaczny wynik bywa pozytywny. Tak jednak stało się w przypadku duńskiego astronoma Tycho Brahego (1546—1601). Ten najwybitniejszy krytyk heliocentrycznej teorii Kopernika (i twórca systemu konkurencyjnego) wbrew swojej woli przyczynił się do jej zwycięstwa. Mianowicie, wykonane przez niego niezwykle dokładne, jak na owe czasy, obserwacje położenia planet (z dokładnością zbliżoną do 1', a nie znano wówczas jeszcze lunet) umożliwiły jego uczniowi Johannesowi Keplerowi (1571—1630) sformułowanie słynnych praw ruchu planet stanowiących trwały wkład w rozwój nowożytnej astronomii.

Jednak poza tymi niewątpliwymi zasługami ma Kepler na swoim koncie osiągnięcie o wartości, powiedzmy, dyskusyjnej. Chodzi tu o próbę znalezienia prawa rządzącego odległościami (znanych wówczas) planet od Słońca, a określonymi po raz pierwszy prawidłowo przez Kopernika. Kepler, przepojony mistyką pitagorejską, doszukujący się wszędzie „kosmicznej harmonii”, doszedł do następującego wyniku opublikowanego w dziele „Mysterium cosmographicum” (1596). Na kuli o rozmiarach orbity Merkurego opisujemy foremny ośmiościan. Okazuje się wtedy, że kula opisana na tym ośmiościanie ma rozmiary orbity Wenus. Na tej drugiej kuli opisujemy dwudziestościan foremny, wtedy trzecia kula opisana na nim ma rozmiary orbity Ziemi.

Średnie odległości planet od Słońca
(w jednostkach astronomicznych, 1 j.a. =
= $1,496 \times 10^{11}$ m).

planeta	n	odległość od Słońca
Merkury	$-\infty$	0,387
Wenus	1	0,723
Ziemia	2	1
Mars	3	1,524
Ceres	4	2,767
Jowisz	5	5,204
Saturn	6	9,575
Uran	7	19,30
Neptun	—	30,21
Pluton	8	39,91

Promienie orbit niektórych satelitów Jowisza
(w tys. km)

Amalthea	181
Thebe	222
Io	422
Europa	671
Ganimedes	1070
Callisto	1880

Promienie orbit niektórych satelitów Saturna
(w tys. km)

Mimas	186
Enceladus	238
Tethys	295
Dione	377
Rhea	527

Promienie orbit satelitów Urana (w tys. km)

Miranda	130
Ariel	191
Umbriel	266
Titania	436
Oberon	583

Potęgową formułę na promienie orbit satelitów Czytelnik sam znajdzie z łatwością.

Analogicznie dalej konstruujemy kolejno foremny dwunastościan, czworościan i sześciokąt, a kule przedzielające te wielościany okazują się mieć rozmiary orbit Marsa i Jowisza, wreszcie ostatnia kula opisana na sześciokącie będzie miała rozmiar orbity Saturna, szóstej — ostatniej planety znanej Keplerowi. W ten sposób pięć wielościanów foremnych przeplata się z sześcioma sferami planetarnymi tworząc zaiste zadziwiającą harmonię. Łatwo zauważyć, że „empiryczny model” Keplera musiał się załamać w przypadku odkrycia następnej planety — istnieje wszak tylko pięć wielościanów foremnych. Tak też stało się, gdy F. W. Herschel odkrył Urana (1781). Nikt jednak nie odebrał tego faktu jako upadku poważnej teorii, gdyż konstrukcja Keplera nigdy nie była brana całkiem poważnie, a ponadto już wcześniej w 1766 r. J. D. Titius przedstawił inną zależność określającą promienie r_n orbit planet, mianowicie

$$r_n = 0,4 + 0,3 \cdot 2^{n-1}$$

(w jednostkach astronomicznych). Merkuremu odpowiada tu $n = -\infty$, zaś pozostałym (znanym Keplerowi) planetom kolejno 1, 2, 3, 5, 6. Wzór ten rozpowszechniony pod koniec XVIII w. przez J. E. Bodego (zwany dlatego regułą lub prawem Titiusa-Bodego) został po raz pierwszy znakomicie potwierdzony właśnie przez odkrycie Urana, którego orbita okazała się mieć rozmiary zgodne z regułą Titiusa-Bodego dla $n = 7$. Drugi sukces nastąpił w 1801 r., gdy G. Piazz odkrył pierwszą największą planetoidę, nazwaną Ceres, w odległości od Słońca odpowiadającej $n = 4$, gdzie do tego czasu była luka. Jeszcze później okazało się, że wprawdzie orbita Neptuna do tej reguły nie pasuje, ale orbita Plutona dobrze odpowiada $n = 8$. Fakt ten stał się zresztą powodem spekulacji na temat, czy aby Pluton nie był kiedyś satelitą Neptuna i rozzerwanie ich układu wytrąciło Neptuna z jego poprzedniej orbity. Wreszcie w czasach już całkiem niedawnych znalezione zostały w wyniku amatorskich rozrywek umysłowych analogiczne wzory określające odległości niektórych satelitów Jowisza, Saturna i Neptuna od ich macierzystych planet. Wszystkie te wzory mają postać $r_n = a \cdot b^n$, a więc bardzo podobną do prawa Titiusa-Bodego.

Nieodparcie narzuca się pytanie, czy te wszystkie empiryczne formuły pasują do rzeczywistości przypadkowo, czy też odzwierciedlają jakieś nieznane nam jeszcze prawa przyrody. Oczywiście, wielościany Keplera to tylko ciekawostka, ale prawo Titiusa-Bodego spełniają przecież nawet odkryte po jego sformułowaniu! Z jednej strony, zdajemy sobie sprawę, że do kilku obserwacji zawsze można dopasować jakąś formułę (zwłaszcza gdy obserwacje te są w pewnym sensie wybrane — jak w przypadku satelitów Jowisza i Saturna), ale z drugiej — prostota tych formuł jest zastanawiająca. Krótko mówiąc — w obecnej chwili astronomia po prostu nie wie, jak się do tych faktów ustosunkować. Prawo Titiusa-Bodego istnieje i zaprzeczyc temu niepodobna, ale wytłumaczyć go obecnie również nie jesteśmy w stanie.