



Prosto z nieba: Kolejne planety Keplera

Johannes Kepler był siedemnastowiecznym astronomem i matematykiem, który interesował się także mistycyzmem i astrologią, co w owych czasach nie było jednakowoż niczym przesadnie dziwnym. Jako wierny wyznawca poglądów Pitagorasa i Ptolemeusza, Kepler zaproponował model Układu Słonecznego tłumaczący proporcje sfer niebieskich za pomocą różnorodnych wielościanów foremnych. Model ten nie odniósł sukcesu, ale rozważania Keplera doprowadziły go do sformułowania poprawnego opisu ruchu planet w Układzie Słonecznym, który mógł zweryfikować dzięki dokładnym obserwacjom innego słynnego astronoma tych czasów, Tycho Brahego. Jest miarą naukowego geniuszu, że Kepler – wielki miłośnik symetrii, kosmicznego porządku i „muzyki sfer”, wyznawca boga-Słońca – zdecydował się na zastosowanie do opisu kształtu orbit *nieeleganckiej* krzywej stożkowej zwanej elipsą, rezygnując z doskonałego kształtu okręgu. W oryginalnym modelu heliocentrycznym Kopernika planety poruszają się wszak wciąż po orbitach będących kombinacjami epicykli i deferensów!

Sukces praw Keplera skłonił Edmunda Halleya i Izaaka Newtona do ustalenia, że siła zmuszająca ciała niebieskie do poruszania się po elipsach jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości od ogniska, co rozpoczęło na dobre rewolucję w fizyce.

Obecnie badania układów planetarnych prowadzi wyniesiony na orbite okołosłoneczną w marcu 2009 r. i nazwany na cześć słynnego astronoma teleskop, o którym wspominaliśmy już w numerze lutowym br. Satelita *Kepler*, wyposażony w fotometr optyczny o lustrze prawie metrowej średnicy, analizuje krzywe zmian blasku gwiazd w kierunku gwiazdozbiorów Łabędzia, Lutni i Smoka (w pierwszej połowie nocy widoczne we wschodniej części nieba). Metoda seryjnego odkrywania planet jest genialna w swojej prostocie – obserwując dostatecznie dużo gwiazd dostatecznie długo, raz na jakiś czas zaobserwujemy chwilowe częściowe zaćmienie światła tej lub innej gwiazdy, co może oznaczać przejście małego obiektu przed jej tarczą. Regularne takie zmiany świadczą niechybnie o istnieniu układu planetarnego. Należy wspomnieć, że zaćmienie jest niezwykle słabe; dla przykładu, wykrycie Ziemi przechodzącej przed tarczą Słońca wymagałoby pomiaru zmiany jasności o 0,01%. Misja kosmiczna ma już na swoim koncie wiele sukcesów i dziesiątki zidentyfikowanych planet – gazowych i lodowych gigantów, a także mniejszych skalistych globów podobnych do Ziemi. Wszystko wskazuje na to, że jesteśmy obecnie świadkami rewolucji w masowym odkrywaniu nowych światów, o czym świadczy para niedawnych odkryć opisanych poniżej.

Oznaczony kryptonimem Kepler 20 układ składa się z gwiazdy typu G (czyli takiej jak Słońce) oraz z wielu planet, wśród których są masywne gazowe olbrzymy oraz dwie planety wielkości Ziemi (Kepler 20e i 20f, o promieniach 0,87 i 1,03 R_{\oplus}). W przeciwieństwie do Układu Słonecznego „lekkie” planety zajmują orbity naprzemiennie z „masywnymi”, co, być może, jest skutkiem migracji planetarnej. Skaliste globy były prawdopodobnie gazowymi gigantami, które przeżyły etap pochłonięcia przez zewnętrzne warstwy atmosfery gwiazdy, w trakcie którego zostały „odarte” z atmosfery. Obecnie znajdują się na tyle blisko gwiazdy, że temperatura na ich powierzchni osiąga około 1000 K.

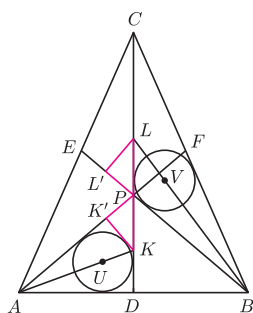
Drugi układ, Kepler 21, jest również fascynujący – gwiazda (podolbrzym typu F) pulsuje podobnie do naszego Słońca (w tzw. modach akustycznych typu słonecznego), wykazując dodatkowo zaćmienia świadczące o obecności małej planety o masie nieprzekraczającej 10 M_{\oplus} , promieniu około 1,5 R_{\oplus} i okresie orbitalnym 2,8 dnia. Dla porównania, Merkury okrąży Słońce w 88 dni i znajduje się około 10 razy dalej (tj. 57 mln km) od gwiazdy niż planeta Kepler 21b. Niestety, jest mało prawdopodobne, by Kepler 21b miał atmosferę podobną do ziemskiej; także oszacowana temperatura powierzchni planety, prawie 2000 K, nie zachęca do dłuższego pobytu.

Obecnie czekamy zatem na odkrycie skalistej, małowasywnej planety znajdującej się w „ekosferze”, tj. w optymalnej odległości od macierzystej gwiazdy. Jak w bajce o Trzech Misiach i Złotowłosej, powinno tam być *nie za ciepło, nie za zimno, ale w sam raz* dla powstania warunków sprzyjających życiu podobnemu do ziemskiego, a w szczególności obecności ciekłej wody. Apetyt rośnie w miarę jedzenia, a ilość danych obserwacyjnych i dokładność pomiarów zespołu *Keplera* zachęcają do optymizmu.

Michał BEJGER



Rozwiązanie zadania M 1348.
Przez K i L oznaczmy środki okręgów wpisanych odpowiednio w trójkąt ABP i czworokąt $PECF$.



Niech K' i L' będą rzutami prostokątnymi punktów K i L odpowiednio na AP i PE . Niech wreszcie $o(U, r)$ i $o(V, s)$ będą okręgami wpisanymi w trójkąty ADP i BPC . Chcemy wykazać, że $r = s$.

Zauważmy, że pola trójkątów AKP i BPL są równe, bo podstawy AP i PB oraz odpowiednie wysokości KK' i LL' są równej długości. Skoro U leży na AK , a V na BL , to możemy obliczyć pola tych trójkątów innym sposobem, otrzymując

$$\frac{1}{2}r \cdot AP + \frac{1}{2}r \cdot KP = \frac{1}{2}s \cdot BP + \frac{1}{2}s \cdot PL.$$

Ale $AP = BP$, zaś $KP = PL$, gdyż trójkąty prostokątne KPK' , LPL' są przystające (kąty KPK' i LPL' są równe, boki KK' i LL' też). Zatem $r = s$.