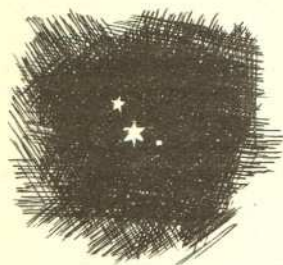


Odkrycia najdalszych planet naszego Układu Słonecznego Urana, Neptuna i Plutona

Doc. dr Maciej BIELICKI

Ciekawa jest historia odkryć planet najdalszych i niewidocznych gołym okiem w naszym Układzie Słonecznym. Przypomnijmy najpierw, że jasne planety na niebie: Merkury, Wenus, Mars, Jowisz i Saturn znane były już w głębokiej starożytności. Kopernik uczynił naszą Ziemię planetą w 1543 roku.



Dopiero w 1781 roku Herschel przypadkowo odkrywa przez swój, wielki na owe czasy, teleskop siódmą planetę Układu Słonecznego — Urana. Odróżnił ją od gwiazd po jej tarczy o zauważalnych obserwacyjnie rozmiarach, większych od tarcz gwiazd.

Natomiast dzieje odkryć dwóch najdalszych ze znanych dotychczas planet są niesłychanie ciekawe, gdyż wykazują jednocześnie nie tylko potęgę analizy matematycznej i obliczeń astronomicznych, ale i udowadniają działanie we Wszechświecie tych samych praw przyrody.

Oto w roku 1821 Bouvard ogłosił poprawione tablice ruchu Jowisza, Saturna i Urana. Tablice te nie określały jednak z zadowalającą dokładnością obserwowanych położań Urana. Po kilku latach położenia tej planety zaczęły się coraz bardziej odchyłać od obliczonych położań tablicowych. Już w roku 1830 ta niezgodność wynosiła 20'', w roku 1840 — 90'', a w roku 1844 różnice te doszły aż do 120''. Wtedy w roku 1840 Bessel wypowiedział myśl, że powodem tych odchyłań musi być przyciąganie jakiejś nieznanej dotychczas planety.

Toteż dyrektor obserwatorium paryskiego, Arago, polecił zbadanie ruchu Urana astronomowi Leverrierowi, który parę lat poświęcił na powtórne dokładniejsze obliczenie orbity Urana, z uwzględnieniem wpływu grawitacyjnego wszystkich znanych wtedy planet. Usiłowania Leverriera jednak nie dały pozytywnych rezultatów i niezgodność obliczeń z obserwacjami została potwierdzona. Wyczerpawszy wszystkie możliwości, Leverrier przystąpił do badań nad wpływem nieznanej planety. Ale sprawa nie była tak prosta i łatwa, gdyż odchylenia między tablicami i obserwacjami były bardzo niewielkie i wyznaczenie z tych odchyłań 6 elementów orbity nowej planety oraz samej masy tej planety było zadaniem nader trudnym. Wyniki badań zależały w znacznym stopniu od sposobu, jakiego trzeba było użyć do opracowania materiału obserwacyjnego. Toteż Leverrier w pierwszych swych badaniach doświadczył wielkiego niepowodzenia: otrzymał on dla masy nieznanej planety wartość ujemną, co w istocie jest rzeczą niemożliwą. Wynikło to właśnie z niefortunnego doboru sposobu obliczeń, gdzie występowały owe bardzo małe odchylenia, obarczone ponadto nieuniknionymi niedokładnościami obserwacji. Trudność ta przez długi czas nie pozwalała Leverrierowi prowadzić dalej badań. Ale wreszcie zmienił on plan i metodę swojej pracy, wyznaczając najpierw górną granicę masy nieznanej planety, która to granica wynikała z braku zauważalnego wpływu grawitacyjnego planety na ruch Saturna. Uwzględniając tę informację, otrzymał on w kolejnych rozważaniach zadowalające rezultaty i w lecie 1846 roku ogłosił elementy orbity nowej planety, nieznanej podówczas. Wyniki swoich badań i obliczonych pozycji na niebie nowej planety Leverrier posłał w liście astronomowi berlińskiemu Gallemu, gdzie były najlepsze w tym czasie mapy tej części nieba. I rzeczywiście, po otrzymaniu listu, tego samego wieczora 23 września 1846 roku, Galle wraz z D'Arrestem znaleźli w odległości niecałego stopnia kąтового od miejsca wskazanego przez Leverriera gwiazdkę 8 wielkości, której nie było na mapie. Przy silniejszym powiększeniu ukazywała ta gwiazda tarczkę, co udowadniało od razu bezpośrednio, że jest to planeta naszego Układu Słonecznego, a nie odległa bardzo gwiazda-słońce. W ten sposób została odkryta ósma planeta w naszym Układzie Planetarnym, nazwana następnie Neptunem. Po wyznaczeniu dokładniejszej już orbity Neptuna stwierdzono, że planetę tę obserwowano już dużo wcześniej, uważając ją jednak za gwiazdę. Astronom Lalande widział ją już w roku 1795, jako gwiazdę 8 wielkości, a jego obserwacje posłużyły później do dokładniejszego wyznaczenia orbity Neptuna.



Trzeba zauważyć w historii odkrycia Neptuna, że nie tylko Leverrier był zajęty zagadnieniem niezgodności w ruchu Urana. Oto młody student Adams w Cambridge rozpoczął podobne badania już w roku 1843, a w roku 1845, ukończywszy je, przekazał wyniki obserwatorom. Nie wykorzystano ich jednak od razu i dopiero wyraźna ich zgodność z ogłoszonymi w 1846 roku wynikami Leverriera spowodowała rozpoczęcie systematycznych poszukiwań, które zakończyło się nagłym odkryciem przez Gallego w Berlinie.

Rok 1930 przyniósł nowe wielkie odkrycie w naszym Układzie Planetarnym — odkrycie 9 planety, jeszcze dalej położonej niż orbita Neptuna. Istnienie takiej pozaneptunowej planety podejrzewano już dawniej, nie tylko na podstawie odchyłań od obliczeń zaobserwowanych położań Urana i Neptuna, ale i z rozkładu apheliów orbit komet okresowych oraz innych rozważań.



Rozwiązanie zadania M 142

Mamy równości $\frac{k-1}{k!} = \frac{k}{k!} - \frac{1}{k!} \Rightarrow$

$= \frac{1}{(k-1)!} - \frac{1}{k!}$. Jest więc

$$a_n = \sum_{k=2}^n \left(\frac{1}{(k-1)!} - \frac{1}{k!} \right) = \left(\frac{1}{1!} - \frac{1}{2!} \right) +$$

$$+ \left(\frac{1}{2!} - \frac{1}{3!} \right) + \dots + \left(\frac{1}{(n-1)!} - \frac{1}{n!} \right) =$$

$$= 1 - \frac{1}{n!}$$

$$\text{skąd } \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{n!} \right) = 1.$$



Rozwiązanie zadania M 143

Mamy $[(a * b) * (a * b)] * (b * a) = e * (b * a) = b * a$

(korzystaliśmy z tego, że $x * x = e$ dla $x = a * b$).

$$\text{Ale } [(a * b) * (a * b)] * (b * a) = (a * b) * [(a * b) * (b * a)] = (a * b) * (a * [b * (b * a)]) = (a * b) * (a * [(b * b) * a]) = (a * b) * \{a * [e * a]\} = (a * b) * (a * a) = (a * b) * e = a * b.$$

Z udowodnionych równości wynika, że $b * a = a * b$, gdzie a i b są dowolnymi elementami zbioru S .



Rozwiązanie zadania M 144

Niech A będzie dowolnym punktem leżącym na brzegu danego koła. Na przedłużeniu odcinka AX odkładamy odcinek XA' , o długości równej $1/2 AX$ i A' łączymy odcinkiem ze środkiem danego koła O .

Jeżeli prosta prostopadła do OA' w punkcie A' przecina dany okrąg, to punkty przecięcia B i C wraz z punktem A są wierzchołkami trójkąta wpisanego w dane koło i środkiem ciężkości tego trójkąta jest punkt X , gdyż $BA' = A'C$, a więc AA' jest środkową trójkąta, punkt zaś X dzieli AA' w stosunku $2:1$.

Trójkąt ABC istnieje wtedy, gdy A' leży we wnętrzu danego koła. Punkt A' leży na obrazie brzegu danego koła w jednokładności o środku X i stosunku $1/2$. Jako punkt A można wybrać dowolny punkt danego okręgu, którego obraz w tej jednokładności leży w danym kole. Punkty te to punkty pewnego łuku (być może całego okręgu), jest więc ich nieskończenie wiele.

Przyppuszczania te jednak były bardzo słabo ugruntowane i tak np. Lowell przewidywał, że istnieje tylko jedna taka planeta w odległości 43 j.a. od Słońca, Gaillois — 2 planety w odległościach 44 i 66 j.a., Russel — 1 planeta w odległości 68 j.a., Pickering — 1 planeta w odl. 52 j.a., Forbes — 2 planety w odl. 105 i 300 j.a. itd. Tu warto zauważyć, że przyciąganie Słońca jest dostatecznie silne nawet w odległościach dziesiątków tysięcy jednostek astronomicznych, aby powodować okolośloneczny ruch eliptyczny planet.

Spośród licznych prac, mających na celu wyznaczenie położenia planety pozaneptunowej, najcenniejsze okazały się badania Lowella. Badania te opierały się na drobnych odchyleniach w ruchu Urana. Obserwacji Neptuna nie można było jeszcze wykorzystać, gdyż od czasu jego odkrycia nie przebiegł on wówczas nawet połowy swej orbity i jego ruch był za mało znany. Lowellowi udało się wyznaczyć przybliżone elementy orbity i położenia hipotetycznej planety pozaneptunowej i wyniki te ogłosił w roku 1915. Poszukiwania planety rozpoczął sam Lowell w swym obserwatorium we Flagstaff, ale były one bardzo utrudnione, gdyż należało uchwylić fotograficznie obiekt niebieski o jasności 14—15 wielkości gwiazdnej i w promieniu kilku stopni od wyznaczonego obliczeniami położenia. Dopiero w roku 1930, w dniu 21 stycznia, astronom Tombaugh w tymże obserwatorium Flagstaff znalazł na zdjęciu fotograficznym bardzo słaby obiekt 15 w.gw., w gwiazdozbiore Blizniąt, który zmieniał powoli położenie między gwiazdami, jak wykazały to następne fotografie.

Na podstawie tych i dalszych obserwacji, wykonanych już przez duże teleskopy, wyznaczono orbitę nowej planety i wtedy okazało się, że była ona już fotografowana dawniej: w roku 1927 w Uccle, w roku 1921 i 1927 w obserwatorium Yerkes, w roku 1919 na Mount Wilson, a wreszcie w roku 1914 w Heidelbergu. Położenia planety zmierzone na tych zdjęciach pozwoliły na dokładniejsze wyznaczenie jej orbity, gdyż ma ona bardzo powolny ruch, i potrzeba dłuższego okresu czasu, aby planeta przeszła łuk orbity potrzebny do ściślejszego wyznaczenia elementów. Nowa planeta otrzymała nazwę Plutona i jej orbita stanowi dotychczas granicę naszego Układu Planetarnego.

Warto tu wspomnieć, że pierwszą dokładną orbitę planety, opartą już na obserwacjach, wyznaczył w 1930 roku nieżyjący już dzisiaj polski astronom, Tadeusz Banachiewicz, a piszący te słowa brał udział w tych obliczeniach jako młody student astronomii Uniwersytetu Warszawskiego.

KONKURS

Przeplływowi prądu elektrycznego towarzyszy szereg zjawisk fizycznych. W przewodniku wydziela się ciepło, elektrolit ulega elektrolizie, w otoczeniu przewodnika istnieje pole magnetyczne. Rozgrzany drut może świecić (żarówka), może ulec wydłużeniu. Pole magnetyczne może wywierać siłę na materiał ferromagnetyczny. Każde z tych zjawisk może być pomocne w określaniu natężenia płynącego w przewodniku prądu.

Ogłaszamy zatem konkurs na budowę amperomierza na prąd stały w oparciu o dowolnie wybrane zjawisko fizyczne.

Warunki

- 1) Amperomierz musi być zbudowany z elementów powszechnie dostępnych.
- 2) Koszt elementów nie może przekraczać 50 zł.
- 3) W przypadku wskaźnika świetlnego odległość od zwierciadła do ekranu nie może przekraczać 1 m.

Wygrywa uczestnik, którego przyrząd wykaże się największą czułością. Prace konkursowe prosimy nadsyłać do dnia 15 II 1978 r. Przewidziane atrakcyjne nagrody.

