Oczywiście każda z wyżej wymienionych hipotez wiąże się z wieloma konsekwencjami i ograniczeniami. W wyniku dokładnej analizy obserwacji zmian jasności oraz analizy widm cefeid trzeba było odrzucić *wszystkie* hipotezy oprócz teorii pulsacji, za którą przemawiają obecnie wszystkie znane argumenty.
Jednak kolejny kłopot sprawiła próba odpowiedzi na pytanie, dlaczego cefeidy pulsują, co je napędza, jak sprawny jest to silnik i jak długo może działać.

O obracającej się kropli — raz jeszcze

Doc. dr Jerzy STODÓŁKIEWICZ

W numerze 11 (59) Delty zamieszczony był fragment starego podręcznika M. Heilperna „Pogadanki o Tajemnicach Przyrody", w którym wskazano, jak doświadczalnie można symulować spłaszczony (elipsoidalny) kształt obracających się ciał niebieskich. I rzeczywiście, obracające się obiekty astronomiczne: Ziemia, inne planety, gwiazdy, galaktyki w wyniku obrotu przybierają kształty w mniejszym lub większym stopniu (zależnie od szybkości rotacji) odbiegające od kul. Lecz to, co podpowiada nam intuicja, że tak musi być zawsze, okazuje się złudne. Można wyobrazić sobie obiekty, które, mimo iż obracają się, mogą przez długi czas (przez wiele obrotów) zachować kształt kuli. Właśnie „wyobrazić", a nie „odkryć je na niebie", gdyż trudno wskazać naturalne sposoby, które mogłyby prowadzić do ich powstania. Można jednak przeprowadzić doświadczenie myślowe, które prowadziłoby do powstania obracającego się, a mimo to kulistego układu gwiazdowego. Układem gwiazdowym nazywamy zbiorowisko (zwykle wielu) gwiazd poruszających się w przestrzeni pod wpływem wzajemnych sił grawitacji. Wyobraźmy sobie nie obracający się sferyczno-symetryczny układ gwiazdowy. Gwiazdy poruszają się w nim po orbitach obejmujących środek masy układu a leżących w płaszczyznach dowolnie zorientowanych w przestrzeni. Załóżmy, że w układzie naszym mamy bardzo dużo gwiazd. Dobrymi przykładami układów spełniających te warunki są gromady kuliste (składające się z setek tysięcy lub milionów gwiazd), albo galaktyki typu E0 (na zdjęciach nieba wyglądają one jak okrągłe plamki, a są zbudowane z setek miliardów gwiazd).
Decydującą rolę w określeniu kształtu torów gwiazd w gromadzie gra siła oddziaływania całego układu na poszczególne gwiazdy; w pierwszym przybliżeniu gwiazdy poruszają się tak, jak gdyby siła grawitacyjna pochodziła nie od poszczególnych gwiazd, lecz od ośrodka ciągłego wypełniającego gromadę z gęstością proporcjonalną w każdym miejscu do średniej liczby gwiazd w jednostce objętości. Ponieważ gęstość ta prawie nie zmienia się w czasie, przeto i orbity gwiazd pozostają niezmienne. Dopiero bliskie przejścia gwiazd w pobliżu siebie powodują znaczniejsze zmiany ich orbit. Ale zachodzi to bardzo powoli, wymaga okresów trwających miliardy lat. Jeżeli interesują nas okresy krótkie (powiedzmy, jakieś kilkadziesiąt milionów lat), to możemy uznać, że orbity gwiazd nie zmieniają się. Żaden zwrot ruchu gwiazd po ich orbitach nie jest wyróżniony, stąd moment pędu gwiazd w każdym miejscu w gromadzie (tzn. suma momentów pędu gwiazd znajdujących się w dowolnej części gromady) wynosi zero. A więc, mimo iż każda z gwiazd obiega środek masy gromady i ma moment pędu na ogół od zera różny, gromada jako całość nie obraca się i nic dziwnego, że ma kształt kulisty.
Przywołajmy teraz na pomoc demona Maxwella. Wiadomo, że osobnik ten umie bardzo wiele. Potrafi z naczynia z gazem wybierać określone cząstki, zmieniać kierunek biegu gwiazd, przenosić różne obiekty z jednych układów do innych... Jest w stanie robić jeszcze wiele innych rzeczy, o których nie mamy nawet pojęcia. W naszej gromadzie demon Maxwella najpierw zamontuje półpłaszczyznę (ma on w swym magazynie dowolne twory, figury i bryły geometryczne) tak, by jej krawędź przechodziła przez środek gromady. Następnie usiądzie on na tej krawędzi i będzie chwytał każdą gwiazdę przelatującą przez półpłaszczyznę. Ponieważ gromada nie obraca się, gwiazdy będą nadlatywać z obu stron. Połowa z nich przebijać będzie półpłaszczyznę z jednej strony, połowa — z przeciwnej. Demon Maxwella przepuszczać będzie jednak bez zakłóceń ich ruchu tylko gwiazdy nadlatujące ku nam. Pozostałe — te, które docierają z naszej strony, zostają przez niego zawrócone na swych orbitach; zwrot ich prędkości zostaje zmieniony na przeciwny. Gwiazdy te poruszać się będą teraz wzdłuż tych samych torów co poprzednio, ale w przeciwnym kierunku. Nie uległ jednak zmianie rozkład gwiazd w gromadzie, nie zmieniły się orbity gwiazd, zachował się więc kulisty kształt gromady. Ale gromada już obraca się (jej moment pędu i zwrot prędkości kątowej skierowane są teraz wzdłuż krawędzi półpłaszczyzny), gwiazdy biegną po swych orbitach wszystkie w tym samym kierunku.
Przy pomocy demona Maxwella uzyskaliśmy więc taki układ, o jaki nam chodziło: kulisty i obracający się. Demon Maxwella podczas naszego doświadczenia dostarczał układowi momentu pędu (nie zmienił jednak jego energii). Teraz już na zawsze gromada zachowa nadany jej moment pędu (chyba, że — jak to bywa w rzeczywistości — byłby on unoszony przez gwiazdy stopniowo uciekające z gromady) i zawsze się będzie obracać. Ale istotna zmiana jej kulistego kształtu będzie mogła zaznaczyć się dopiero po tysiącach obrotów gromady wtedy, kiedy po miliardach lat bliskie spotkania między gwiazdami doprowadzą do znacznych perturbacji ich orbit.

Rozwiązanie zadania A3

Rzutem prostokątnym bryły K na dowolną płaszczyznę P_1 jest koło k_1 o promieniu r_1 i środku O_1. Bryła K zawiera się w walcu, którego osią jest prosta l_1 prostopadła do płaszczyzny P_1 i przechodząca przez punkt O_1, jego promień wynosi r_1. Każda prosta prostopadła do płaszczyzny P_1 i przebijająca ją w punkcie należącym do k_1 ma przynajmniej jeden punkt wspólny z K. Wykażemy, że osie wszystkich walców zbudowanych w ten sposób przecinają się (lub pokrywają) a ich promienie są równe $(= r)$. Gdyby osie l_1 i l_2 dwóch walców W_1 i W_2 nie miały punktów wspólnych, lub r_1 nie było równe r_2, to na prostej prostopadłej do obu osi i przecinającej je można by znaleźć taki punkt P, że $P \in W_1$ i $P \notin W_2$, albo $P \in W_2$ i $P \notin W_1$. Jeśli $P \in W_1$, to prosta $p_1 \| l_1$ przechodząca przez punkt P musiałaby jednocześnie mieć punkt wspólny z K $(p_1 \in W_1)$ i być rozłączna z K, (gdyż $p_1 \notin W_2$). Tak samo w przypadku, gdy $P \notin W_1$. Wykażemy teraz, że osie wszystkich rozważanych walców przecinają się w jednym punkcie. Niech O będzie punktem przecięcia dwóch dowolnych osi l_1 i l_2. Dowolna oś l_3 nie leżąca na płaszczyźnie wyznaczonej przez l_1 i l_2 przecina tę płaszczyznę w jednym punkcie. Musi jednak przecinać zarówno l_1 jak i l_2. Zatem osie nie leżące w tej płaszczyźnie muszą przechodzić przez O.
O osiach leżących w powyższej płaszczyźnie można powiedzieć to samo, rozważając punkty przecięcia płaszczyzny wyznaczonej przez np. l_1 i l_3 z różnymi osiami.
Zatem częścią wspólną wszystkich rozważanych walców jest kula K_0 o środku O i promieniu r. Każdy punkt powierzchni tej kuli należy do bryły K. Istotnie, każda styczna s do kuli K przebija rzutnię w punkcie należącym do rzutu bryły K.
A więc s zawiera przynajmniej jeden punkt należący do K. Może być nim jedynie punkt styczności prostej s i kuli K_0.
Z powyższego wcale nie wynika, że wszystkie punkty wnętrza kuli K_0 należą do bryły K — może być ona zrobiona z sera szwajcarskiego. Podobnie z faktu, że obraz Słońca oglądanego z różnych stron jest kołem nie wynika, że Słońce wewnątrz nie jest puste.