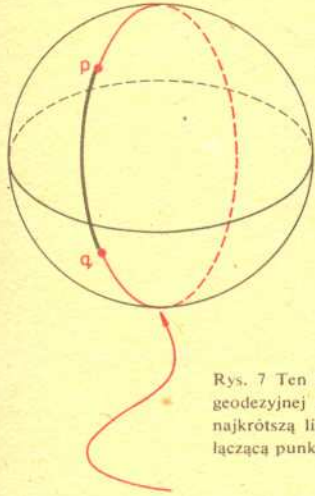


Rys. 6 Geodezyjne na torusie



Rys. 7 Ten odcinek geodezyjnej nie jest najkrótszą linią łączącą punkty p i q .

2. torus — niech R i r będą promieniami odpowiednio najmniejszego i największego równoleżnika. Podobnie jak wyżej z twierdzenia Clairaut'a wnioskujemy, że geodezyjnymi na torusie są południki, najmniejszy i największy równoleżnik. Niech c będzie promieniem równoleżnika. Jeśli $r < c < R$, to geodezyjna waha się pomiędzy dwoma równoleżnikami o promieniu c mając kształt podobny do sinusoidy. Istnieją także geodezyjne nieskończenie wiele razy zawijające się na torusie, nieograniczenie zbliżające się (z obu stron) do najmniejszego równoleżnika.

Przykład torusa pokazuje, że nie każdy równoleżnik jest geodezyjną, jak to było w przypadku walca. Dlatego tak jest, wyjaśnia następujące twierdzenie: *równoleżnik na powierzchni obrotowej jest geodezyjną wtedy i tylko wtedy, gdy jest generowany przez obrót punktu na krzywej tworzącej, w którym styczna do krzywej jest równoległa do osi Oz.*

Zauważmy, że „bycie” geodezyjną jest tylko warunkiem koniecznym minimalności długości linii. Oczywiście (patrz przykład walca) nie każda geodezyjna łącząca dwa dane punkty jest najkrótszą spośród wszystkich krzywych łączących te dwa punkty. Możemy zauważyć, że np. na sferze dwa punkty leżące na pewnym kole wielkim (czyli na geodezyjnej), nicantypodyczne, odcinają dwa odcinki geodezyjnej, większy z nich jest nadal geodezyjną, ale wcale nie jest to najkrótszy odcinek łączący te punkty. Za to ten drugi, krótszy odcinek, też geodezyjny, jest dobry — on to realizuje minimum. Stąd intuicyjny wniosek — być może należy zajmować się małymi odcinkami geodezyjnych. I rzeczywiście można udowodnić twierdzenie, że *spośród wszystkich krzywych łączących dwa dane punkty w dostatecznie małym zbiorze je zawierającym najmniejszą długość ma właśnie geodezyjna*. I w ten sposób nasz problem został rozwiązany.

Patrz w niebo

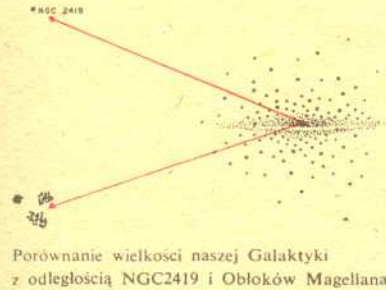
Luty jest miesiącem, w którym piękne zimowe gwiazdozbiory zaczynają coraz wcześniej zachodzić, natomiast charakterystyczne, wiosenne gwiazdozbiory Lwa i Panny są jeszcze nisko nad wschodnim horyzontem. Między nimi — nieciekawe na pierwszy rzut oka lutowe gwiazdozbiory Rysia, Raka i Węża Wodnego. W konstelacji Rysia najjaśniejsza gwiazda jest dopiero trzeciej wielkości gwiazdowej. Jest jednak w tej okolicy przynajmniej jeden obiekt, który zasługuje na uwagę. Zajmiemy się dzisiaj gromadą kulistą NGC 2419. Nazwa, jak zwykle, nic nie mówi. Obiekt ledwo dostrzegalny dopiero przez bardzo dobre lornetki. Jest to tzw. Międzygalaktyczny Włóczęga — najbardziej oddalona od naszej Galaktyki skatalogowana gromada kulista, która jest związana z nią, najprawdopodobniej, siłami grawitacyjnymi, co oznacza, że obiega Galaktykę po orbicie ogromnych rozmiarów. NGC 2419 jest odległa od centrum Drogi Mlecznej o 210 tysięcy lat świetlnych. Jest to odległość większa niż odległość najbliższych niezależnych galaktyk — Obłoków Magellana. Szczegółowe poszukiwania doprowadziły w ostatnich latach do odkrycia wielu bardzo słabych i odległych gromad. Niektóre z nich są niewątpliwie bardziej od nas oddalone niż Obłoki Magellana (oba Obłoki są małymi nieregularnymi galaktykami okrążającymi naszą, dużą Drogę Mleczną). Rodzą się tu duże wątpliwości, czy niektóre z gromad nie są zupełnie niezależnymi, samotnie biegnącymi przez przestrzeń obiektami. Obecnie znamy ok. 100 gromad kulistych należących do naszej Galaktyki (*Patrz w niebo* 6/1979). Ogromna większość zawarta jest w kuli o promieniu ok. 65 tysięcy lat świetlnych i środkiem w Centrum Galaktyki.

Odpowiedz na pytanie, czy istnieją samotne gromady kuliste o zdecydowanie mniejszych masach niż masy galaktyk (największe z gromad nie różnią się wiele swoją strukturą od małych galaktyk eliptycznych) miałyby duże znaczenie dla kosmologów i teoretyków, którzy zajmują się ewolucją galaktyk. Powstałoby oczywiście pytanie — skąd takie obiekty się wzięły — czy powstały jednocześnie z galaktykami (lub wcześniej) i nie wszystkie zostały złapane przez galaktyki. A może wszystkie gromady przez część przynajmniej swojego życia były członkami jakichś galaktyk, ale niektóre z nich na skutek różnych perturbacji i oddziaływań między galaktykami zostały z nich wyrzucone w głęboką przestrzeń.

Ze względu na stosunkowo niewielkie odległości galaktyk między sobą (w porównaniu do ich własnych rozmiarów) „przekrój czynny” na „zderzenie” ewentualnej samotnej gromady z galaktyką jest stosunkowo duży. Zderzenie takie kończyłoby się przeważnie złapaniem gromady na orbitę wokół galaktyki. Wszystkie te czynniki bardzo komplikują obraz.

Obecnie kosmologowie rozwijają wiele teorii, które tłumaczyłyby powstawanie i wczesną ewolucję takich obiektów jak galaktyki i gromady kuliste. Dotychczas nie stworzono modelu, który byłby wolny od wszelkich zarzutów i wychodził zwycięsko z wszystkich konfrontacji z testami obserwacyjnymi. Na pewno jednak potwierdzenie lub odrzucenie istnienia samotnych gromad będzie miało znaczący wpływ na kształtowanie się naszych poglądów na powstawanie i ewolucję galaktyk i ich oddziaływanie między sobą.

mgr Tomasz CHLEBOWSKI



Porównanie wielkości naszej Galaktyki z odległością NGC2419 i Obłoków Magellana

