

Kosmiczna linijka

11. Kwazar 3C 273. Odległość $z = 0,158$ (400 Mpc na linijce)

Radiowo głośny kwazar o numerze 273 z Trzeciego Katalogu Cambridge jest widoczny w gwiazdozbiornie Panny i jest najjaśniejszym kwazarem na naszym niebie. Jego wizualna wielkość gwiazdowa to 12,9 mag i można go zaobserwować już nawet amatorskim teleskopem. Położenie w pobliżu równika niebieskiego ułatwia obserwacje kwazara teleskopami położonymi zarówno na półkuli północnej, jak i południowej. Jasność absolutna to $-26,7$, co czyni go jedną z najjaśniejszych galaktyk aktywnych.

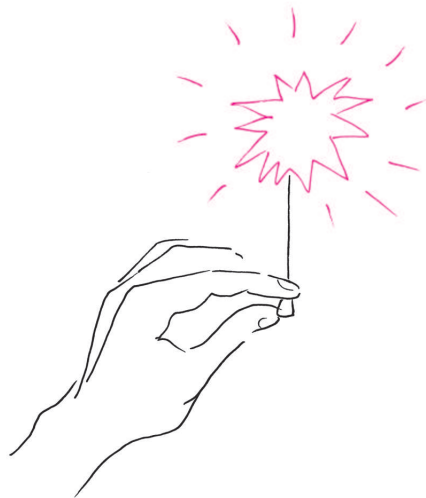
Termin *kwazar*, który zadomowił się już w języku polskim, pochodzi od angielskiego określenia *quasi-stellar radio source*, czyli *niby-gwiazdowe radioźródło*. Kwazary zostały bowiem odkryte najpierw w dziedzinie radiowej i skatalogowane (od lat 50. XX wieku) jako radioźródła. Gdy zidentyfikowano ich odpowiedniki optyczne, okazało się, że są to źródła punktowe, na pierwszy rzut oka przypominające gwiazdy. Jednak widma promieniowania kwazarów nie przypominały żadnego ze znanych typów widmowych pobliskich gwiazd.

W 1963 roku Maarten Schmidt, amerykański astronom pochodzenia duńskiego, opublikował na łamach miesięcznika *Nature* artykuł na temat obiektu 3C 273. Pokazał, że widmo promieniowania kwazara to w istocie widmo emisyjne odległej galaktyki o niezwykle jasnym jądrze, jednak znacznie przesunięte ku czerwieni. Przesunięcie to wynosi $z = 0,158$ i wynika z efektu Dopplera spowodowanego ekspansją Wszechświata i ucieczką kwazara od nas. Takie przesunięcie ku czerwieni można przeliczyć na odległość (najlepiej w tym celu zastosować jakiś model kosmologiczny, uwzględniający zakrzywienie czasoprzestrzeni) – w przypadku kwazara 3C 273 sięga ona kilkuset megaparseków. Z jądra kwazara wyrzucany jest wielkoskalowy dżet o długości ponad 60 kpc (rozmiar kątowy około 23 sekund łuku). Aktywność jądra jest spowodowana istnieniem centralnej masywnej czarnej dziury i jest tak silna, że dopiero Kosmiczny Teleskop Hubble’a pozwolił dostrzec otaczającą jądro galaktykę macierzystą.

Kwazar 3C 273 jest zatem aktywną galaktyką, kuzynem galaktyki M87, ale jaśniejszym i dalszym, a zatem młodszym. Światło potrzebuje miliarda lat, żeby dotrzeć do nas od tego obiektu, a zatem widzimy jego obraz sprzed miliarda lat. Inne kwazary są jeszcze dalsze – najwięcej znanych kwazarów ma przesunięcie ku czerwieni około 2, a najdalsze mają z ponad 6. Obrazy tych najdalszych kwazarów, rejestrowane teraz przez nasze teleskopy, powstały, gdy Wszechświat był dziesięciokrotnie młodszy niż obecnie. Można powiedzieć, że obserwując coraz dalsze kwazary śledzimy ewolucję galaktyk i ich jąder, cofając się w czasie.

I tu napotykamy zagadkę, a nawet kilka. Zagadka pierwsza: w jakiej kolejności powstawały elementy struktury galaktyki? Obserwacje pokazują, że im masywniejsza centralna czarna dziura, tym masywniejsza jej galaktyka macierzysta, więc może powstają i rozwijają się jednocześnie? Zagadka druga: czemu masywniejsze galaktyki powstają i ewoluują szybciej? Nie ma jeszcze odpowiedzi na te pytania. Sięgając coraz bardziej w głąb Kosmosu, ciągle jeszcze natrafiamy na coraz bardziej aktywne, ale już uformowane galaktyki. Nie sięgamy jeszcze dostatecznie daleko, aby zobaczyć naprawdę najwcześniejszą fazę powstawania pierwszych gwiazd w pierwszych galaktykach i pierwszych masywnych czarnych dziur. To obserwacyjne ograniczenie nie wynika z faktu, że mamy za małe teleskopy, lecz z tego, iż obiekty są słabe, a ośrodek międzygalaktyczny zaczyna nam bardzo utrudniać widoczność. Na każdej linii widzenia do dalekiego obiektu zaczynamy mieć po drodze kilka – kilkanaście, kilkadziesiąt – innych galaktyk i obłoków międzygalaktycznych. Obserwacje najwcześniejszych galaktyk trzeba będzie prowadzić w zakresie podczerwieni, przy użyciu dostatecznie wielkich teleskopów. Czeka nas tam z pewnością fascynujące odkrycia, a ten niezbadany obszar Kosmosu (w sensie czasu i przestrzeni) określanymi jest często nazwą „Wiek Ciemny”. To czas, gdy dopiero zapalały się pierwsze źródła światła – pierwsze gwiazdy, błyski gamma i kwazary – rozpraszające panujący mrok.

Bożena CZERNY, Agnieszka JANIUK



Rozwiązanie zadania M 1258.

Konstrukcję zbioru S_n przeprowadzimy indukcyjnie.

Dla $n = 2$ zbiór $S_2 = \{1, 2\}$ ma własność opisaną w treści zadania.

Przyjmijmy z kolei, że zbiór $S_n = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ spełnia warunki zadania oraz niech

$$a = a_1 a_2 \dots a_n \prod_{i < j} (a_i - a_j)^2.$$

Wykażemy, że wówczas zbiór

$$S_{n+1} = \{a, a + a_1, a + a_2, \dots, a + a_n\}$$

także spełnia warunki zadania. Istotnie,

z określenia liczby a wynika, że liczba

$$a(a + a_i) \text{ jest podzielna przez } a_i^2.$$

Z kolei liczba $(a + a_i)(a + a_j) =$

$$= a^2 + a(a_i + a_j) + a_i a_j \text{ jest podzielna}$$

przez $(a_i - a_j)^2$, gdyż liczby a oraz $a_i a_j$

są podzielne przez $(a_i - a_j)^2$. Dowód

indukcyjny jest więc zakończony.