

Mgr Jan KORONSKI



Rys.1. Rozkład galaktyk w gwiazdozbiorze Mikroskopu wykazujący wyraźny deficyt galaktyk w obszarze zaznaczonym ciągłą linią. Ten brak galaktyk został zinterpretowany przez C. Hoffmeistera jako skutek przesłaniania przez obłok leżący bliżej nas. Tak, w 1962 r., został odkryty pierwszy obłok materii międzygalaktycznej.

Ekstynkcja jest zjawiskiem polegającym na osłabieniu natężenia promieniowania wskutek rozpraszania i pochłaniania (absorpcji) w ośrodku, przez który promieniowanie to przechodzi. Miara tego osłabienia jest określana tym samym słowem, a jest nią liczba mówiąca, o ile wielkości gwiazdowych maleje jasność obiektu przesłanianego warstwą rozproszonej materii. Tak rozumiana ekstynkcja jest zatem parametrem określającym przezroczystość ośrodka.

W zależności od natury ośrodka, w którym promieniowanie jest rozpraszane lub absorbowane, wyróżniamy trzy zasadnicze rodzaje ekstynkcji: atmosferyczną, międzygwiazdową i międzygalaktyczną. Ostatnia z nich jest do tej pory najslabiej zbadanym rodzajem ekstynkcji. Jej istnienie jest uwarunkowane obecnością materii międzygalaktycznej, co jeszcze czasem bywa przedmiotem dyskusji i sporów. Jednak znakomita większość astronomów już od kilku dziesiątek lat nie wątpi w istnienie materii międzygalaktycznej.

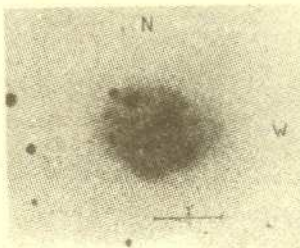
Przez materię międzygalaktyczną rozumiemy w ogólności wszystkie obiekty kosmiczne, które znajdują się między galaktykami, a same galaktykami nie są. Zaliczamy więc do niej pył i gaz rozproszony w przestrzeni międzygalaktycznej, większe i mniejsze ciała meteorowe, a nawet pojedyncze gwiazdy i ciała planetarne znajdujące się z dala od galaktyk. Oczywiście, istnienie niektórych z wymienionych wyżej obiektów w przestrzeni międzygalaktycznej jest do dziś wątpliwe, gdyż nie dysponujemy wystarczającymi na to dowodami natury obserwacyjnej. Liczenie się z tą możliwością jest jednak uzasadnione teoretycznie, ponieważ obiekty obecne w galaktykach mogą być z nich wyrzucane wskutek działania tzw. sił nieregularnych, tj. występujących podczas bliskich spotkań z innymi obiektami.

Z punktu widzenia obserwatora materię międzygalaktyczną można podzielić na dwie grupy. Do pierwszej będą wchodzić te obiekty, które same emitują promieniowanie, a więc gwiazdy międzygalaktyczne, świecący gaz, oświetlony pył międzygalaktyczny. Drugą grupę stanowią te obiekty, które same nie emitują dostrzegalnego dla obserwatora promieniowania, ale są obserwowane wskutek wywołanej przez nie absorpcji oraz rozpraszania i ekranowania (przesłaniania) – czyli w sumie wskutek ekstynkcji. Ta właśnie ekstynkcja międzygalaktyczna przejawia się w osłabieniu blasku i zmianie barw odległych galaktyk i kwazarów.

Trzeba jednak zdawać sobie sprawę z tego, że ten sam obiekt kosmiczny może być widoczny jako emitujący promieniowanie w jednym zakresie fal elektromagnetycznych (np. na falach długich, radiowych, a więc za pomocą radioteleskopu), a ekstyngujący w innym (np. na falach krótkich, optycznych, przy obserwacji za pomocą teleskopu).

Badanie ekstynkcji międzygalaktycznej rozpoczęli jako pierwsi w 1917 r. Bertil Lindblad i Knut Lundmark. Poszukiwali oni zależności między wskaźnikami barwy a pewnymi wskaźnikami względnych odległości mgławic. Dzisiaj jest nam trudno uwierzyć w to, że wtedy pozagalaktyczność samych mgławic, które potem w większości okazały się galaktykami, była bardzo ryzykowną i kontrowersyjną hipotezą. W większości astronomowie jej nie uznawali, a więc konsekwentnie nie uznawali hipotezy istnienia materii międzygalaktycznej, a co za tym idzie, nie brali pod uwagę możliwości zjawiska ekstynkcji międzygalaktycznej.

W ogóle astronomia pozagalaktyczna zaczęła nabierać charakteru teorii naukowej dopiero od chwili pierwszego wyznaczenia odległości galaktyk dokonanego przez Hubble'a w 1926 r. W miarę rozwoju astronomii pozagalaktycznej zaczęto tworzyć metody badań materii międzygalaktycznej i ekstynkcji przez nią wywołanej. Powstało wiele publikacji na ten temat, jednak nie rozstrzygały one problemu ekstynkcji międzygalaktycznej. Nie dawały one pozytywnych wyników albo oparte były na błędnych założeniach. Niektóre wręcz przeczyły istnieniu zjawiska ekstynkcji międzygalaktycznej; doszło nawet do rozpowszechnienia tego poglądu. Jednak w 1949 r. ukazała się publikacja Morisa Ejgersona wykazująca na kilka sposobów istnienie ekstynkcji międzygalaktycznej, np. tak właśnie autor zinterpretował obserwowany gdzieś spadek jasności powierzchniowej galaktyk ze wzrostem ich odległości. Pomimo kontrowersyjności praca ta stała się impulsem do dalszych badań ekstynkcji.



Rys.2. Zaburzenie struktury galaktyki (z prawej) zostało przez Ch. Kowala (1964) zinterpretowane jako efekt przesłonięcia przez mały obłok materii międzygalaktycznej. Większa liczba losowo rozrzuconych takich obłoków spowodowałaby spadek jasności powierzchniowej galaktyki. Efekt taki byłby jednak bardzo trudny do zmierzenia. Łatwiej mierzalne są różnice barw galaktyk w obszarze „czystym” i przesłanianym, bowiem materia międzygalaktyczna – jak i międzygwiazdowa – powoduje poczerwienienie obiektów oglądanych przez nią. O obecności materii międzygalaktycznej może też świadczyć systematyczne poczerwienienie galaktyk odległych w porównaniu z bliskimi, aczkolwiek trzeba je umieć odróżnić od poczerwienienia wywołanego ekspansją Wszechświata.



Wcześniejszy pogląd, jakoby ekstynkcji międzygalaktycznej nie było, był przyczyną tego, że problemem tym zajmowali się tylko nieliczni astronomowie. Na szczęście problem ten odżył, gdy w latach siedemdziesiątych zauważono w rozkładzie widma promieniowania szczałkowego odchylenia od praw promieniowania ciała doskonale czarnego i wytłumaczono je obecnością materii międzygalaktycznej. Wprawdzie wynikało to ze źle przeprowadzonej przez kilku autorów dyskusji błędów (nie znając teorii wyznaczyli zbyt małe błędy obserwacji); efekty wówczas odkryte okazały się już w rok po opublikowaniu zupełnie nieistotne, niemniej przeświadczenie, że są istotne, wywołało zainteresowanie materią międzygalaktyczną, które nie ustało po wyjaśnieniu błędu. Dzięki temu powstało i nadal powstaje wiele ciekawych prac i metod badawczych potwierdzających realność ekstynkcji, a więc istnienie materii międzygalaktycznej.

Jeszcze dokładnie nie wiadomo, jaka forma materii powoduje ekstynkcję międzygalaktyczną. Tymczasem zakłada się, że wywołują ją takie same cząstki pyłu kosmicznego, jak w przypadku ekstynkcji międzygwiazdowej – jest to w każdym razie hipoteza coraz lepiej ugruntowana.

Z obserwacji wynika, że tak jak w przypadku materii międzygwiazdowej, materia międzygalaktyczna też jest rozmieszczona w przestrzeni nierównomiernie – grupuje się w poszczególnych obłokach. Struktura ta jest hierarchiczna, tzn. obłoki duże, o rozmiarach do dziesiątków megaparseków, składają się z obłoków mniejszych, przypominających swym wyglądem rozsiane w przestrzeni kłaczkę. Niektóre obłoki bywają obserwowane w zakresie rentgenowskim, inne w podczerwieni. Istnieje też pogląd (aczkolwiek dość odosobniony), że pasma pyłu widoczne w niektórych galaktykach eliptycznych są schwytanymi obłokami międzygalaktycznymi.

Zważywszy różnorodność form występowania materii międzygalaktycznej i nowość samego zagadnienia nie dziwny się, że nie mamy pełnego obrazu ewolucji i warunków panujących w tym ośrodku. Według oszacowań akceptowanych przez większość specjalistów dolna granica ekstynkcji międzygalaktycznej nie powinna być mniejsza od 0,01 mag/Mpc, a więc w grubym przybliżeniu o cztery rzędy wielkości mniej niż ekstynkcja międzygwiazdowa.



## Zadania

Redaguje dr Rafał SZTENCEL

**M 514.** Dane są liczby zespolone  $z_1, z_2, z_3$ , których suma odwrotności wynosi 0. Wykazać, że  $O = (0, 0)$  leży w trójkącie o wierzchołkach  $z_1, z_2, z_3$ .

Rozwiązanie na str. 4

**M 515.** Znaleźć wszystkie liczby naturalne  $n$ , dla których  $n^2 + 1$  i  $(n + 1)^2 + 1$  są pierwsze.

Rozwiązanie na str. 4

**M 516.** Udowodnić, że suma długości środkowych trójkąta jest mniejsza od jego obwodu, a większa od  $3/4$  obwodu.

Rozwiązanie na str. 5

Redaguje dr Rafał STAROŃSKI

**F 250.** Rysunek przedstawia uproszczony schemat urządzenia do podawania farby w maszynie drukarskiej. Farba podawana jest z bębna  $K$ , który swobodnie obraca się na sztywno umocowanej osi. Walec  $P$  prowadzi papier. Jego oś obrotu też jest nieruchoma. Po powierzchni walców  $K$  i  $P$  bez poślizgu toczy się swobodnie wałek o promieniu  $r$  i masie  $M$  wykonany z materiału sprężystego. Linia łącząca osie  $T$  i  $P$  tworzy z poziomem kąt  $\theta$ . Jakie maksymalne przyspieszenie kątowe  $\epsilon$  można nadać walcowi  $P$  tak, by wałek  $T$  nie oderwał się od bębna  $K$ ? Moment bezwładności bębna  $K$  można zaniedbać.

Rozwiązanie na str. 1

**F 251.** W chwili początkowej kulka o promieniu  $R$  i masie  $M$  ślizga się z prędkością  $v$  po powierzchni poziomej (nie obraca się). Jaką odległość przebędzie kulka do chwili, gdy zacznie toczyć się bez poślizgu? Współczynnik tarcia kulki o powierzchnię wynosi  $\mu$ .

Rozwiązanie na str. 3

