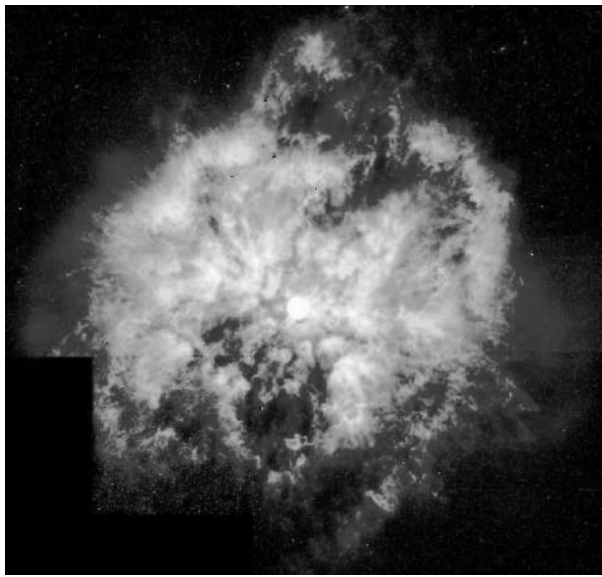


Aby móc omawiać galaktyki Wolfa–Rayeta, trzeba najpierw wyjaśnić, co to są gwiazdy Wolfa–Rayeta. Ich historia rozpoczyna się w 1867 roku, gdy dwaj francuscy astronomowie, C.J. Wolf i G. Rayet, odkryli trzy gwiazdy, wyróżniające się spośród innych znanych wtedy gwiazd obecnością silnych, szerokich linii emisyjnych w widmach. Tymi trzema gwiazdami Wolfa–Rayeta były, według dzisiejszych oznaczeń, WR 134, WR 135 i WR 137. Później opracowano system klasyfikacji takich gwiazd. System został oparty na stosunkach natężeń linii emisyjnych azotu, węgla i tlenu w zakresie optycznym. Symbolem WN oznacza się gwiazdy z dominującymi liniami azotu, WC z silnymi liniami węgla, gdy wreszcie w widmie występują szczególnie silne linie tlenu – mamy podtyp WO.

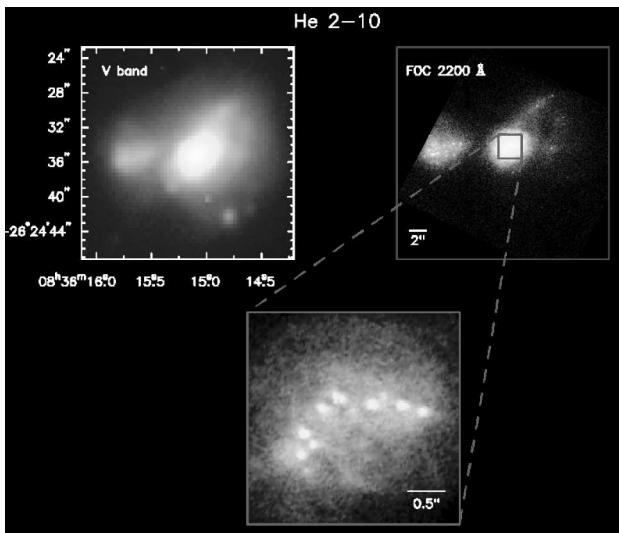
Gwiazdy WR to końcowe stadia ewolucji gwiazd o bardzo dużej masie początkowej (ponad 40 mas Słońca). Gwiazdy te ewoluują z typu widmowego O i są uznawane za poprzedniczki supernowych typów Ib i Ic. Gwiazdy WR charakteryzują się bardzo silnymi wiatrami gwiazdowymi, osiągającymi prędkość 3000 km/s i unoszącymi masę nawet 10^{-5} masy Słońca na rok. Na rysunku 1 mamy przykład gwiazdy tego typu; jest to gwiazda WR 124.

*Centrum Astronomii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu



Rys. 1. Gwiazda Wolfa–Rayeta WR 124 (NASA, HST, WFPC2).

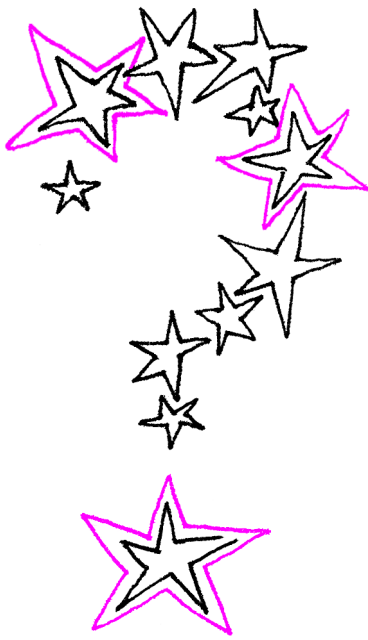
O galaktykach Wolfa–Rayeta możemy mówić od roku 1976, kiedy to Allen, Wright i Gloss zidentyfikowali linię He II (zjonizowanego helu) 468,6 nm w widmie galaktyki He 2-10. Ta linia helu występuje w widmie gwiazd WR (aczkolwiek nie tylko u nich). Kilka obrazów tej galaktyki przedstawia rysunek 2. He 2-10 to niebieska galaktyka karłowata, mająca dwa obszary gwiazdotwórcze z silnymi liniami emisyjnymi gorącego gazu międzygwiazdowego. Atomy gazu są wzbudzone przez promieniowanie dużej liczby gwiazd typu O. Jeśli narodziny gwiazd są odpowiednio liczne i obserwujemy je w odpowiednim momencie (kilka milionów lat po rozpoczęciu tych procesów), to gwiazdy WR mogą być obecne w liczbie wystarczającej do tego, aby ich linie emisyjne były silniejsze od widma ciągłego galaktyki. W roku 1991 Conti zaproponował termin „galaktyka Wolfa–Rayeta” i przedstawił listę 37 takich obiektów. Natomiast katalog z 1999 roku (Schaerer, Contini i Pindao) zawierał już 139 galaktyk Wolfa–Rayeta.



Rys. 2. Galaktyka He 2-10. Lewy górny róg: obraz w świetle widzialnym z teleskopu naziemnego. Prawy górny róg: obraz z teleskopu kosmicznego w nadfiolecie. Na dole: powiększenie rejonu gwiazdotwórczego w centrum galaktyki.

Tak więc galaktyką Wolfa–Rayeta nazywamy taką galaktykę, która wykazuje charakterystyczne cechy widma WR w zintegrowanym widmie całej galaktyki lub określonego jej regionu. Definicja ta jest prawie niezależna od jakości widma i odróżnia galaktyki odległe od pobliskich, w których gwiazdy WR można obserwować bezpośrednio. Galaktykami WR mogą być galaktyki różnych typów, np. galaktyki spiralne, niebieskie galaktyki karłowate, galaktyki Seyferta, galaktyki z aktywnym jądrem, galaktyki z nadwyżką podczerwieni. W naszej Galaktyce, według katalogu Huchta z 2001 roku, znajduje się 227 gwiazd WR. W sąsiednich galaktykach ich liczebność przedstawia się następująco: Wielki Obłok Magellana – 135, Mały Obłok Magellana – 9, M31 – 49, M33 – 141. Oprócz tego zaobserwowano pojedyncze gwiazdy WR w galaktykach IC 10, NGC 6822, IC 1613, NGC 300, NGC 55.

Sposobem na ocenę liczby gwiazd WR w galaktykach, w których nie potrafimy wyodrębnić poszczególnych



gwiazd, jest porównanie natężeń linii emisyjnych, charakterystycznych dla widma WR. Jeżeli oznaczymy przez L_{WR} jasność (ściślej – moc promieniowania) galaktyki w jednej lub kilku wybranych liniach, a przez L_{WR}^0 jasność w tej linii lub liniach dla pojedynczej gwiazdy WR, to liczbę N_{WR} tych gwiazd w galaktyce otrzymamy, oczywiście, jako $N_{WR} = L_{WR}/L_{WR}^0$. W roku 2000 Guseva i Izotov przeprowadzili takie oceny dla grupy 39 galaktyk WR. Rozrzut okazał się ogromny: od kilku do kilkunastu tysięcy gwiazd. W większości przypadków liczba gwiazd WR stanowiła kilka procent gwiazd typu O, z których gwiazdy WR powstają. Z kolei liczbę gwiazd O autorzy szacowali z natężeń linii wodorowych H_{β} . Zauważono, iż stosunek liczb gwiazd WR do O wykazuje spadek wraz ze wzrostem metaliczności galaktyki. Pod pojęciem metaliczności rozumie się zawartość w materii międzygwiazdowej pierwiastków cięższych od helu. Są one produktami przemian termojądrowych we wnętrzach gwiazd na kolejnych etapach ewolucji, a dostają się do materii międzygwiazdowej np. za pośrednictwem wiatrów gwiazdowych lub wskutek wybuchów supernowych.

W galaktykach WR mamy też do czynienia z intensywnymi procesami gwiazdotwórczymi zachodzącymi w ciągu ostatnich kilku milionów lat. Wszystkie te procesy i stworzenie spójnego modelu galaktyki WR wymagają jeszcze wielu dalszych badań i prac. Dokładniejsze poznanie galaktyk WR niewątpliwie pomoże lepiej zrozumieć procesy powstawania gwiazd i ich ewolucji.



Zadania

Redaguje Waldemar POMPE

1168. Dane są takie liczby całkowite dodatnie a, b , że liczba

$$\frac{a^2 - b^2}{ab}$$

jest całkowita. Wykazać, że $a = b$.

Rozwiązanie na str. 4

1169. Dany jest sześcian $ABCD A' B' C' D'$ (rys. 1). Punkty P, Q, R są odpowiednio środkami krawędzi $AB, CC', A'D'$. Udowodnić, że płaszczyzna PQR jest prostopadła do prostej $B'D$.

Rozwiązanie na str. 5

1170. Niech M będzie 10-elementowym podzbiorem zbioru $\{1, 2, \dots, 99\}$.

Dowieść, że zbiór M ma takie dwa rozłączne niepuste podzbiory A i B , że suma elementów zbioru A jest równa sumie elementów zbioru B .

Rozwiązanie na str. 10

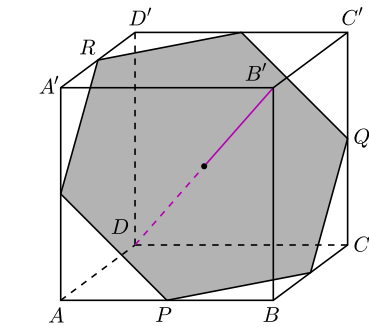
Redaguje Ewa CZUCHRY

F 691. Dwa równoległe idealnie przewodzące pręty odległe o $l = 0,1$ m leżą w płaszczyźnie prostopadłej do jednorodnego pola magnetycznego $B = 1$ T, są połączone na stałe przewodnikiem o oporze $R_0 = 3 \Omega$ oraz dwoma przewodnikami o oporach $r_1 = 1 \Omega$ i $r_2 = 2 \Omega$ (rys. 2), poruszającymi się w przeciwnych kierunkach. Oddalają się one od przewodu umieszczonego na stałe z prędkościami $v_1 = 0,3$ m/s i $v_2 = 0,2$ m/s. Znaleźć natężenie prądu w pierwszym przewodniku.

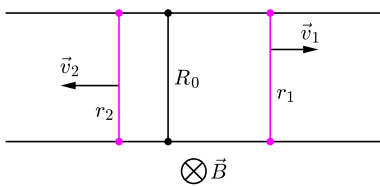
Rozwiązanie na str. 11

F 692. Pierścień przewodzący o promieniu R ma dodatkowy przewodzący łącznik biegnący wzdłuż średnicy pierścienia (rys. 3). Do lewego i prawego półokręgu zostały podłączone kondensatory o pojemnościach C_1 i C_2 . Cały układ został umieszczony w polu magnetycznym $B = B_0 \frac{t}{T}$, rosnącym liniowo z czasem i prostopadłym do powierzchni pierścienia. W pewnej chwili usunięto łącznik, a pole magnetyczne przestało rosnąć. Jaki ładunek indukował się na kondensatorach?

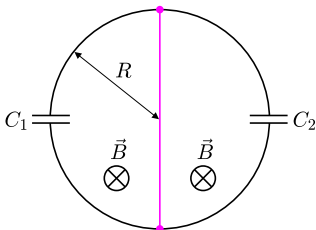
Rozwiązanie na str. 16



Rys. 1



Rys. 2



Rys. 3