

fizyka gwiazd i galaktyk

lista 6

1. Tabela poniżej przedstawia funkcję jasności (luminosity function) otrzymaną na podstawie obserwacji Hipparcosa dla gwiazd w pobliżu Słońca ($d < 25$ pc). Funkcja ta podaje ilość gwiazd o danej jasności absolutnej w pewnej objętości. Wykonaj wykres $N(M_V)$ (histogram; każda wartość M_V w tabeli odpowiada zakresowi $M_V \pm 0.5$ mag.). Zakładając, że funkcja ta jest reprezentatywna dla całej Galaktyki, wykonaj następujące oszacowania:
 - a. Gwiazdy z jakiego zakresu jasności (licząc od najjaśniejszych) odpowiadają za 95% jasności Galaktyki? Jakim typom widmowym odpowiada ten zakres?
 - b. Wykorzystując zależność masa-jasność, zamień funkcję jasności na funkcję masy (ilość gwiazd o danej masie w pewnej objętości) i na jej podstawie oszacuj, gwiazdy jakich typów widmowych stanowią większą część masy Galaktyki?
 - c. Biorąc pod uwagę powyższą funkcję masy przedyskutuj stwierdzenie, że „Słońce jest przeciętną gwiazdą w Galaktyce”.

M_V	N [gwiazd pc ⁻³ ×10 ⁴]	M_V	N [gwiazd pc ⁻³ ×10 ⁴]	M_V	N [gwiazd pc ⁻³ ×10 ⁴]
-0.5	0.46	6.5	32.54	13.5	92.31
0.5	0.92	7.5	25.52	14.5	50.93
1.5	2.60	8.5	40.16	15.5	248.28
2.5	5.65	9.5	58.26	16.5	76.39
3.5	13.45	10.5	88.16	17.5	76.39
4.5	25.36	11.5	91.06		
5.5	25.36	12.5	107.30		

2. Załóż, że tempo powstawania gwiazd w Galaktyce maleje z czasem t jak $\exp(-t/\tau)$ z $\tau=3$ mld lat. Policz, jaki procent gwiazd danego typu widmowego w odniesieniu do wszystkich gwiazd tego typu, które powstały od początku istnienia Galaktyki (około 10 mld lat), jest obecnie na ciągu głównym.
3. Stosując twierdzenie o wirale oszacuj masę najbliższej gromady kulistej M4. Dla gwiazd należących do tej gromady obserwowana dyspersja prędkości radialnej wynosi 5 km/s. Przyjmij rozmiar kątowy 36' oraz odległość 2 kpc.
4. Sfera Strömgrena to obszar wokół gwiazdy, w którym jej promieniowanie UV jest w stanie utrzymywać równowagę pomiędzy rekombinacją a jonizacją w otaczającym ją obłoku gazowym. Rozważmy gwiazdę zanurzoną w obłoku wodorowym o jednorodnej gęstości. Ilość fotonów UV wychodzących z gwiazdy w jednostce czasu i mogących zjonizować wodór wynosi N_{UV} . Załóżmy, że jeden taki foton może zjonizować tylko jeden atom wodoru. Ilość rekombinacji protonu i elektronu w atom H na jednostkę czasu i objętości niech wynosi R . W stanie stacjonarnym w sferze Strömgrena o promieniu r będziemy mieli równowagę między rekombinacją a jonizacją:

$$R\left(\frac{4\pi r^3}{3}\right) = N_{UV}$$

Aby wyznaczyć r musimy wyznaczyć R i N_{UV} . Rekombinacja zależy od koncentracji elektronów n_e i protonów n_p w następujący sposób:

$$R = \alpha n_p n_e = \alpha n_e^2$$

gdzie α jest współczynnikiem rekombinacji zależnym od temperatury. Wyznacz wyrażenie na promień r a następnie policz go dla następujących warunków:

- $\alpha \approx 3 \times 10^{-13} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ (wartość dla typowych obszarów HII w Galaktyce)
- $n_e = 10 \text{ cm}^{-3}$
- N_{UV} : $3 \times 10^{49} \text{ s}^{-1}$ (gwiazda O5 V), $4 \times 10^{46} \text{ s}^{-1}$ (gwiazda B0 V), $1 \times 10^{39} \text{ s}^{-1}$ (gwiazda G2 V),

Wynik wyraż w latach świetlnych. Które gwiazdy ciągu głównego otoczone są przez duże obszary HII? Przykłady?

5. Oszacuj gęstość energii termicznej dla wodoru zawartego w dysku Galaktyki (w ośrodku międzygwiazdowym). Przyjmij $T=15 \text{ K}$ (typowa temperatura ośrodka) oraz rozmiar dysku 8.0 kpc (promień) na 160 pc (grubość). Inne potrzebne dane wyszukaj samodzielnie. Natężenie pola magnetycznego w ramionach spiralnych Galaktyki wynosi średnio $4 \times 10^{-10} \text{ T}$. Oszacuj gęstość energii pola magnetycznego w ramionach korzystając ze wzoru:

$$E_m = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

Porównaj wyniki dla obu gęstości energii. Czy pole magnetyczne może odgrywać znaczącą rolę w strukturze Galaktyki?

6. a) W sąsiedztwie Słońca gęstość masy zawartej w gwiazdach wynosi około $0.05 M_\odot / \text{pc}^3$. Zakładając, że gęstość ta jest stała i że wszystkie gwiazdy są gwiazdami typu M z ciągu głównego oszacuj, jaką część objętości galaktycznego dysku zajmują gwiazdy?
- b) Załóżmy, że gwiazda-intruz (typu M z ciągu głównego) porusza się prostopadłe przez dysk Galaktyki. Jakie jest prawdopodobieństwo, że gwiazda ta zderzy się inną podczas przejścia przez dysk? Grubość dysku wynosi w przybliżeniu 1 kpc .
7. Zjawisko mikrosoczewkowania grawitacyjnego zachodzi, gdy obiekt o stosunkowo małej masie znajduje się w bardzo małej odległości kątowej od bardziej odległego źródła promieniowania. Odległość kątowa dla jakiej zachodzi to zjawisko jest wyznaczona przez promień Einsteina:

$$\theta_E = \frac{4GM D_{SL}}{c^2 D_L D_S}$$

gdzie M jest masą obiektu soczewkującego, a odległości zaznaczono na rysunku (O – obserwator, L – obiekt soczewkujący, S, S' – prawdziwe i pozorne położenie obiektu soczewkowanego). Oblicz promień Einsteina dla przypadku, gdy zjawisko mikrosoczewkowania powodowane jest przez małowasywne $10^{-1} - 10^{-4} M_\odot$ obiekty znajdujące się w halo Galaktyki, a źródła promieniowania (jasne gwiazdy) położone są w Wielkim Obłoku Magellana. Oszacuj czas trwania zjawiska mikrosoczewkowania przyjmując, że obiekty w halo galaktycznym poruszają się z prędkościami od 100 do 300 km/s .

