

fizyka gwiazd i galaktyk

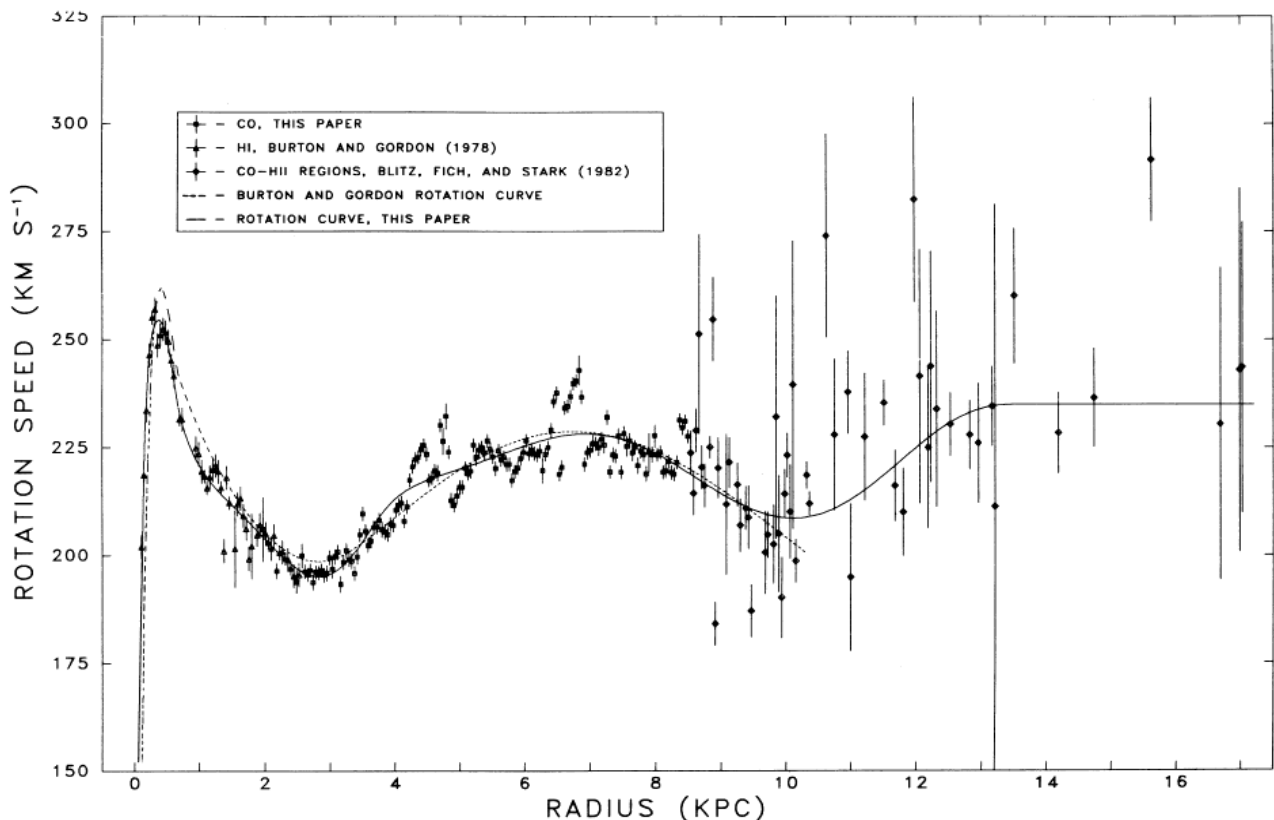
lista 7

1. Załóżmy, że przekrój czynny ziarna pyłu dla blokowania światła wynosi πR^2 (jakie są granice stosowalności tego założenia?). Średnia droga swobodna fotonu l , w ośrodku o koncentracji pyłu wynoszącej n jest

$$l = \frac{1}{n\pi R^2}$$

(wyprowadź ten wzór). Między gwiazdą a obserwatorem natężenie wiązki światła spada e -krotnie na drodze l wskutek ekstynkcji na pyłe. Obserwacje wskazują, że w otoczeniu Słońca $l \approx 1$ kpc. Przyjmując $R=10^{-7}$ m, oblicz wyznacz wartość n . Materia pyłu ma typowo gęstość około 2000 kg/m^3 . Wyznacz masę typowego ziarna pyłu międzyplanetarnego. Oznaczmy przez V objętość, w której zwykle zawarta jest 1 masa Słońca materii skupionej w gwiazdach. Jeśli $V=10^3 \text{ pc}^3$ to jaka jest masa (w kg) pyłu zawartego w tej samej objętości? Jaka jest obfitość pyłu w Galaktyce w otoczeniu Słońca?

2. Wiedząc, że ruch własny w długości galaktycznej radioźródła Sgr A* wynosi 6.4 milisekundy łuku na rok, oszacuj składową kołową prędkości w ruchu Słońca dookoła centrum Galaktyki. Przyjmij, że Sgr A* znajduje się w centrum Galaktyki, czyli w odległości 8 kpc.
3. Korzystając z zadania 7.2 oszacuj, ile razy Słońce okrążyło centrum Galaktyki od swojego powstania. Czy Słońce przechodzi na swojej orbicie wokół-galaktycznej przez ramiona spiralne? Jak często? Czy przejścia te mogą mieć jakieś skutki dla Ziemi?
4. Na wykresie przedstaw następujące modele rotacji Galaktyki: **(A)** rotację ze stałą prędkością kątową, **(B)** ze stałą prędkością liniową i **(C)** zakładając, że masa Galaktyki jest skupiona w jej centrum.
5. Na podstawie poniższej krzywej rotacji Galaktyki (z pracy Clemens, 1985, ApJ 295, 422) spróbuj wyznaczyć rozkład masy $M(r)$ w Galaktyce i jej całkowitą masę.



6. Zakładając, że na odległościach powyżej 4 kpc od centrum Galaktyki prędkości rotacji obiektów nie zależą od odległości i wynoszą 220 km/s, oszacuj gęstość materii w otoczeniu Słońca. Biorąc oszacowania gęstości materii skupionej w gwiazdach, planetach, gazie i pyłe międzygwiazdowym, oszacuj gęstość ciemnej materii w tej części Galaktyki. Czy jest możliwe, że w otoczeniu Słońca ciemna materia występuje w formie MACHO?

7. Słońce znajduje się obecnie 30 pc na północ od płaszczyzny Galaktyki i oddala się od niej z prędkością $w_s = 7$ km/s. Składowa z grawitacyjnego wektora przyspieszenia jest skierowana w kierunku płaszczyzny tak, więc ta prędkość musi maleć. W końcu kierunek ruchu odwróci się i Słońce przejdzie przez płaszczyznę zmierzając w przeciwnym kierunku. W tym czasie zwrot składowej z przyspieszenia grawitacyjnego także się odwróci, co w końcu spowoduje, że Słońce znów zacznie poruszać się na północ. Okres i amplitudę tego ruchu oscylacyjnego Słońca oszacujemy w tym ćwiczeniu.

Założmy, że na dysk Drogi Mlecznej ma promień znacznie większy od jego grubości. W tym przypadku, o ile ograniczymy się do obszaru w pobliżu płaszczyzny, dysk możemy uważać za rozciągający się w nieskończoność dla $z=0$. W takim przypadku przyspieszenie grawitacyjne jest zawsze skierowane w kierunku $\pm Z$ i możemy zaniedbać składową radialną przyspieszenia w tym zagadnieniu.

a) Korzystając z prawa Gaussa dla pola grawitacyjnego (Gauss's law for gravity)

$$\oiint_{\partial V} \mathbf{g} \cdot d\mathbf{A} = 4\pi G M_{in}$$

wyprowadź wyrażenie na wektor przyspieszenia grawitacyjnego dla wysokości z nad płaszczyzną Galaktyki zakładając, że Słońce pozostaje wewnątrz dysku o stałej gęstości ρ (tj. Słońce nie przemieszcza się w kierunku Z daleko w porównaniu ze skalą wysokości h_z dysku).

b) Używając 2. prawa Newtona pokaż, że ruch Słońca w kierunku Z może być opisany następującym równaniem

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + kz = 0$$

Wyraż k poprzez ρ i G . Powyższe równanie opisuje ruch prosty harmoniczny.

c) Znajdź ogólne wyrażenie na położenie z i prędkość w w funkcji czasu.

d) Jeśli całkowita gęstość masy w otoczeniu Słońca (wliczając gwiazdy, gaz, pył i ciemną materię) wynosi $0.15 M_\odot/\text{pc}^3$ to, jaki jest okres tego ruchu oscylacyjnego?

e) Używając obecnych wartości z_s i w_s oszacuj amplitudę ruchu oscylacyjnego Słońca i porównaj ją z skalą wysokości h_z cienkiego dysku.

f) Ile w przybliżeniu oscylacji „wertykalnych” wykonuje Słońce w czasie jednego obiegu dookoła centrum Galaktyki?

8. Oszacuj, ile czasu zajmuje galaktyce w gromadzie Coma przejście z jednego końca tej gromady na przeciwny. Załóż, że galaktyka porusza się ze stałą prędkością równą dyspersji w prędkości radialnej (977 km/s) zmierzonej dla tej gromady. Gromada Coma ma średnicę porównywalną ze średnicą gromady Virgo. Porównaj otrzymany czas z czasem Hubble'a i wyciągnij wnioski. Czy galaktyki w gromadzie Coma są ze sobą grawitacyjnie powiązane?