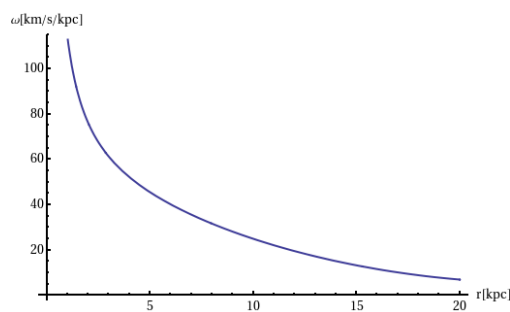


Naloge iz Astronomije 2 2011/2012

1. Z radijskim teleskopom opazujemo področje HI na kotni razdalji 20° od smeri proti Galaktičnemu jedru. Izmerimo, da se oblak oddaljuje od nas s hitrostjo $v_{rel} = 50$ km/s. Izračunaj oddaljenost oblaka od nas, če je rotacijska krivulja Galaksije podana na spodnji sliki. Naša oddaljenost od jedra Galaksije je 10 kpc.



Slika 1: Rotacijska krivulja Galaksije.

2. Premer eliptične galaksije je 100.000 svetlobnih let, njena debelina pa 2000 svetlobnih let. Galaksija naj vsebuje 300 milijard zvezd, s povprečno maso $1M_{\odot}$. Povprečna slučajna hitrost zvezde naj bo 40 km/s. Izračunaj dinamični relaksacijski čas za tak sistem, t.j. tipični čas, ki poteče med dvema trkoma zvezd. (Trk naj se zgodi, če se zvezdi približata na razdaljo, kjer je potencialna energija ene zvezde v gravitacijskem polju druge enaka njeni kinetični energiji.)
3. S pomočjo modela, kjer zvezde v galaktičnem disku obravnavamo kot molekule plina v hidrostatskem ravnovesju, izračunaj povprečno vrednost z-komponente gravitacijskega polja Galaksije in oceni ploskovno gostoto snovi. Izmerjena ploskovna gostota snovi v galaktičnem disku je 8×10^{-3} g/cm², povprečna disperzija hitrosti v z smeri je 18 km/s, debelina diska je 900 svetlobnih let.
4. Kako se spreminja gostota temne snovi v galaksiji, če je rotacijska krivulja galaksije ravna?
5. Porazdelitev temne snovi znotraj galaktičnega haloja lahko opišemo s funkcijo

$$\rho(r) = \frac{c_0}{a^2 + r^2},$$

pri čemer je za našo galaksijo $a = 2.8$ kpc. Privzemi, da je ta zveza veljavna do poljubnih razdalj od središča galaksije. Kolikšna je masa temne snovi

znotraj radija r ? Kakšna je rotacijska krivulja za takšno porazdelitev snovi? Koliko je c_0 , če je $5.5 \times 10^{11} M_\odot$ temne snovi znotraj 100 kpc? Koliko pa je c_0 , če je $1.3 \times 10^{12} M_\odot$ znotraj 230 kpc?

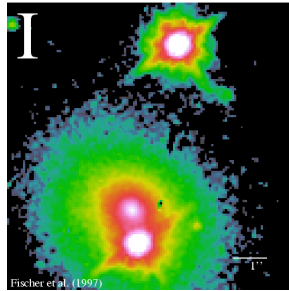
6. Iz podatka, da je ekstinkcija v vidni svetlobi od središča Galaksije do nas 23 magnitud, oceni gostoto prahu med nami in središčem. Zakaj je ekstinkcija v infrardeči in radijski svetlobi manjša? Kolikšna je?
7. Kako se s časom spreminja velikost Strömgrenove sfere, preden se vzpostavi ravnovesje?
8. Kolikšna je povprečna svetlost eliptične galaksije (izražena z I_e) znotraj polmera R_e ?
9. Kako se spreminja svetlost emisijske meglice, če je gostota elektronov a) konstanta, b) konstanta do neke razdalje, znotraj pa 0, c) pada linearno z razdaljo od središča in d) pada eksponentno.
10. Za precej galaksij menimo, da vsebujejo supermasivno črno luknjo v svojem središču. Ocenite maso črne luknje v Andromedini galaksiji, ki je od nas oddaljena 770 kpc.
 - (a) Rotacijska krivulja kaže lokalni maksimum pri 140 km/s na razdalji 1 ločne minute. Predpostavite, da so zvezde v krožnih orbitah in izračunajte maso znotraj tega radija.
 - (b) Disperzija hitrosti znotraj ločne minute je približno 240 km/s v polmeru 0.2 ločne sekunde. Izračunajte maso znotraj tega radija.
 - (c) Predpostavite, da je ta masa sestavljena iz zvezd tipa M (ki imajo maso $\sim 0.4 M_\odot$, polmer $0.5 R_\odot$ in izsev $0.045 L_\odot$). Izračunajte (številčno) gostoto zvezd tipa M, ki je potrebna za takšno maso in izsev. Ali lahko s takšno gostoto in številom zvezd pojasnimo izmerjeno maso?
11. Po virialnem teoremu je disperzija hitrosti v smeri gledanja (σ_{los}) povezana z maso M in polmerom R eliptične galaksije tako:

$$\sigma_{los}^2 = \frac{GM}{5R} .$$

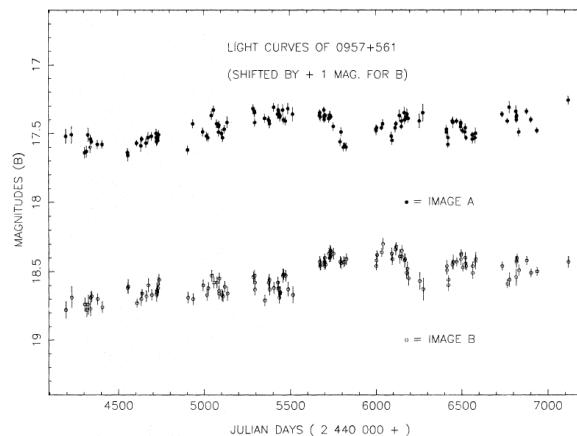
Z upoštevanjem Tully-Fisherjeve realcije pokažite, da je izsev L sorazmeren s σ_{los}^4 . Če se σ_{los} za dve eliptični galaksiji razlikuje za faktor 1.2, kolikšno je razmerje med njunima izsevoma? Kolikšno pa je razmerje njunih razdalj?

12. Predpostavimo, da curek plazme prihaja iz kvazarja s hitrostjo $0.98c$. Pod kolikšnim kotom glede na smer gledanja se mora gibati, da dobimo največjo superluminalno hitrost? Kolikšna je ta hitrost?

13. Na sliki 2 je dvojna slika kvazarja QSR 0957+561, na sliki 3 pa svetlobni krivulji obeh slik. Blizu spodnje slike kvazarja se nahaja še galaksija, ki z gravitacijskim lečenjem povzroči dvojno sliko kvazarja. Kotna razdalja med to galaksijo in spodnjo sliko kvazarja je $1''$, med galaksijo in zgornjo sliko pa $5''$. Kvazar se nahaja pri rdečem premiku $z=1.414$. Kolikšni sta masa in oddaljenost galaksije?

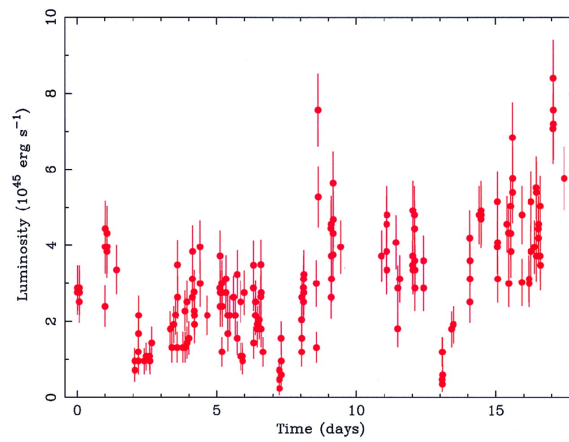


Slika 2: Dvojna slika kvazarja QSR 0957+561 (zgoraj in spodaj) in galaksija, ki povzroča gravitacijsko lečenje (sredina).



Slika 3: Svetlobna krivulja obeh slik kvazarja QSR 0957+561.

14. Na sliki 4 je svetlobna krivulja aktivnega galaktičnega jedra AGN PHL1092. Izračunajte spodnjo in zgornjo mejo za maso AGN. Izračunajte tudi, kolikšna masa pada v središčno črno luknjo, da dobimo izmerjeni izsev?
15. Poiščite rešitve Friedmannove enačbe (brez kozmološke konstante) za vezano, nevezano in kritično vesolje.
16. Poiščite zvezo med rdečim premikom in kozmološkim časom za vesolje z $\Omega_0 > 1$. Kolikšna je starost vesolja, če je $\Omega_0 = 2$? Rezultat primerjajte s kritičnim vesoljem.



Slika 4: Svetlobna krivulja aktivnega galaktičnega jedra AGN PHL1092.

17. Poiščite zvezo med rdečim premikom in sogibajočo koordinato r za vesolje z $\Omega_0 > 1$.
18. Poiščite zvezo med rdečim premikom in razdaljo D za vesolje z $\Omega_0 > 1$. Kako je od rdečega premika odvisna kotna velikost θ nekega objekta s fiksno velikostjo v vesolju z $\Omega_0 = 0$? Kako pa je pri $\Omega_0 = 10$?