

20-§. YULDUZLARNING ICHKI ENERGIYA MANBALARI. YULDUZLARNING GALAKTIK KONSENTRATSIYASI

Tayanch ibora (kalit so'z)lar: Somon yo'li, Gershel, Koinot, masofa, galaktika yadrosi, yulduz harakati, Quyosh sistemasi harakati, Habll qonuni, galaktikalarning tuzilishi, galaktikaning aylanishi, Savr yulduz turkumi, parsek, sharsimon to'da, tarqoq to'da, gazzimon tumanliklar, neytral vodorod.

Somon yo'li va galaktika. Bizni o'rab turgan Koinotning tuzilishini aniqlash va uni isbotlashda fan juda uzoq yo'lni bosib o'tdi. Faqat XX asrning boshlariga kelib, osmonda ko'rinadigan hamma yulduzlar birgalikda alohida yulduz sistemasini, ya'ni Galaktikani tashkil etishi uzil-kesil isbotlandi.

Masalan, ingliz olimi Vilyam Gershel (1738÷1822 y.y.) birinchi bo'lib, osmonning turli sohalaridan tanlangan bir xil kichik uchastkalaridagi yulduzlarni sanash orqali yulduzlar olamining tuzilishi haqidagi masalani hal qilishda to'g'ri yo'lni ko'rsatdi.

Butun osmonni belbog' kabi uchraydigan yorug' tasma Somon yulidagi yulduzlar bizning yulduz sistemamiz, Galaktikamizning asosiy qismini tashkil etishi, asta-sekin aniqlanib borildi. Somon yuli bizga osmonning katta aylanasi bo'ylab joylashgandek ko'ringanidan, biz osmonning katta aylanasi bo'ylab joylashgandek ko'ringanidan, biz uning galaktik tekislik deb ataladigan tekisligiga bo'ylab eng uzoqlarga cho'zilgandir. Perpendikulyar yo'nalishda yulduzlarning zichligi tez kamayadi, binobarin, bu yo'nalishda Galaktika uncha uzoqqa cho'zilmaydi.

Somon yo'lining kuzatiladigan strukturasini qisman xira yulduzlar haqiqiy joylashishlariga ko'ra hosil qilsa, qisman Somon yo'lining ba'zi joylarida bu yulduzlarni to'sib turgan kosmik chang bulutlari hosil bo'ladi.

Bunday ajralish tuyulma hol bo'lib, u Somon yo'lining eng ravshan joylarining qismlarini, jumladan, Aqrab va Qavs turkumlariga tegishli qismlarni to'sib turuvchi kosmik changlar to'dasi tufayli shunday ko'rinadi



Somon yo'li galaktikamiz

Ba'zan, Somon yo'li-bizning Galaktikamiz, deb xato aytiladi. Somon yo'li – osmonda bizga ko'rinadigan va yulduzlardan tashkil topgan yorug' xalqa bo'lib, bizning Galaktikamiz esa yulduzlarning gigant orolidir.

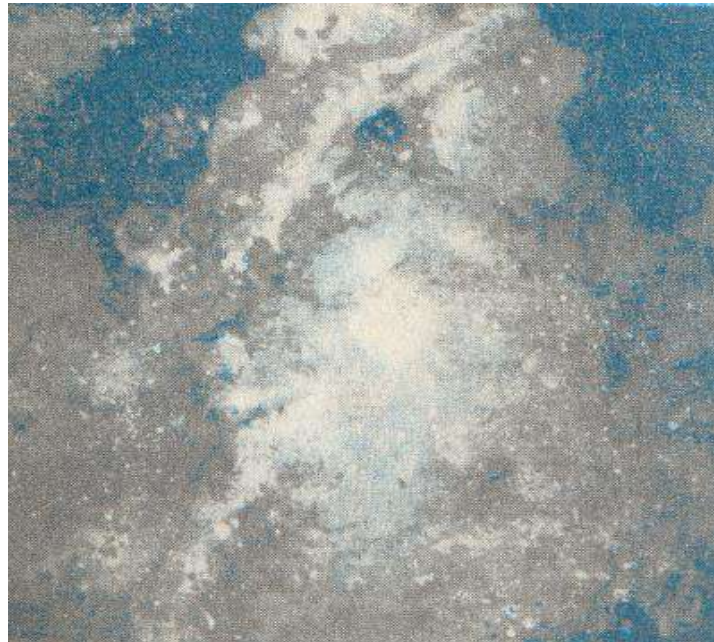
To'g'ri, uning ko'pchilik yulduzlari Somon yo'li bo'ylab joylashgan, biroq u faqat shular bilangina cheklanmaydi. Galaktikamizga hamma yulduz turkumlaridagi yulduzlar kiradi.

Osmonda 21-yulduz kattaligigacha bo'lgan barcha yulduzlarning soni hisoblab chiqilgan, u $2 \cdot 10^9$ ni tashkil etadi, biroq bu bizning yulduz sistemamiz Galaktikamizdagi yulduzlarning kichik bir qismi xolos.



Galaktikamizning o'lchamlari

Galaktikamizning chegaralari uzoq masofalardan ko'rinadigan sefeidlar va qaynoq o'ta gigant yulduzlarning joylashishiga qarab belgilangan edi. Galaktikamizning diametrini taxminan 30000 pk yoki 100000 yorug'lik yiliga teng deb qabul qilish mumkin, lekin uning aniq bir chegarasi yo'q, chunki Galaktikadagi yulduzlarning zichligi asta-sekin kamayib, so'ngra yo'q bo'lib ketadi.



Somon yo'lining Qavs yulduz turkumi qismining ko'rinishi

Galaktikamizning markazida diametri 1000÷2000 pk bo'lgan yulduzlarning ulkan zich to'plamidan tashkil topgan yadrosi joylashgan. Bu yadro bizdan qariyb 10000 pk (30000 yorug'lik yili) masofada Qavs yulduz turkumi tomonidan joylashgan, biroq u tarkibida kosmik chang bo'lgan bulutlar bilan bizdan butunlay to'silgan.

Galaktika yadrosining tarkibida, shuningdek qizil gigantlar va qisqa davrli sefeidlar bor. Bosh ketma-ketlikning yuqori qismidagi yulduzlar va ayniqsa, uta gigantlar hamda klassik sefeidlar yoshroq osmon jismlaridan hisoblanadi. Bular markazdan uzoqroqda joylashgan bo'lib, nisbatan yupqa qatlamni yoki diskni hosil qiladi. Bu diskdagi yulduzlar oralarida chang materiya va gaz bulutlari joylashgan.

Subkarliklar va gigant yulduzlar, Galaktikaning yadrosi va diski atrofida sferik sistema hosil qiladi.

Boshqa yulduz sistemalari tashqi Galaktikalarga o'xshash bizning Galaktikamiz diskida ham uning yadrosidan chiqadigan va oxirgi yuk bo'lib ketadigan spiral tarmoqlar mavjud bo'lishi kerak, deb hisoblanadi. Bunday tarmoqlar, o'zida qizigan o'ta gigantlar va klassik sefeidlar bo'lishi bilan xarakterlidir. Biroq bizning Galaktikamizdagi spiral tarmoqlarning shakli va aniq o'rnini hali aniqlanganicha yo'q.

Yulduzlarning u yoki bu ketma-ketlikka tegishli bo'lishi bilan ularning fazodagi joylashishlari o'rtasidagi bog'lanish, yulduzlarning paydo bo'lishi vaqti va sharoitlarining farqini aks ettiradi.

Yulduzlarning Galaktikadagi harakati. Qadim zamonlarda yulduzlarni "qo'zg'almas" deb hisoblaganlar, bu tasodifiy emas. Faqat XVIII asrga kelib, Siriusning vaziyati ustida, bir necha o'n yil oralatib o'tkazilgan aniq o'lchashlar o'zaro taqqoslangandan keyingina uning boshqa yulduzlarga nisbatan juda sekin siljishi ma'lum bo'ldi.

Yulduzning xususiy harakati μ deb, uning olisdagi xira yulduzlarga nisbatan bir yil ichida osmondagi burchak siljishi kattaligiga aytiladi. U yiliga yoy sekundining ulushlari ko'rinishida ifodalandi.

Faqat Barnard yulduziga yiliga 10" li yoy bosib o'tadi, bu 200 yilda 0,5° ni yoki Oynining ko'rinma diametriga teng kattalikni tashkil etadi. Shu sababli Barnard yulduzi **uچار yulduz** deyiladi.

Hozirgi vaqtda yulduzlarning xususiy xarakterlarini, osmonning aniq bir uchastkasining ma'lum bir teleskopda olingan fotosuratlarini o'zaro solishtirib aniqlanadi. Yulduz harakatlanayotgani sababli, uning vaziyati kuzatish vaqti ichida olis yulduzlarga nisbatan bir oz o'zgaradi.

Yulduzning fotosuratlaridagi siljishini maxsus mikroskoplar yordamida o'lchanadi. Bunday siljish hamma yulduzlar uchun xam yaxshi ko'rinmay, uni faqat nisbatan yaqin yulduzlar uchungina aniqlash mumkin.

Bordiyu, yulduzgacha bo'lgan masofa noma'lum bo'lsa, u holda yulduzning xususiy harakati uning haqiqiy tezligi haqida to'la ma'lumot bermaydi. Ba'zan yulduzlarning bir yilda o'tgan yo'llari S_1A , S_2C har xil, lekin ularga mos keladigan xususiy harakatlar μ esa bir xil bo'lishi mumkin. Yulduzning fazodagi haqiqiy tezligini ikkita komponentga biri ko'rish nuri bo'ylab yo'nalgan va ikkinchisi unga perpendikulyar bo'lgan tezlik vektorlari yig'indisi deb qarash mumkin.

Ulardan birinchi komponenta nuriy tezlikni, ikkinchisi tangensial tezlikni ifodalaydi. Yulduzning xususiy harakati, faqat uning tangensial tezligi orqali aniqlanib, nuriy tezlikka bog'liq bo'lmaydi. tangentsial tezlik v_τ ni sekundaga kilometrlarda ($\frac{km}{s}$) hisoblash uchun yiliga radianlarda ifodalangan μ ni, kilometrlarda ifodalangan yulduzgacha masofa D ga ko'paytirib, so'ngra natijani bir yil ichidagi sekundlar soniga bo'lish kerak. Biroq amalda μ xar doim yoy sekundlarida, D esa parseklarda ifodalanishi sababli v_τ ni sekundiga kilometrlar bilan hisoblash uchun ushbu formuladan foydalaniladi:

$$v_\tau = 4,74\mu D$$

Agar yulduz spektriga asosan uning nuriy tezligi v_r ham aniqlangan bo'lsa, u holda fazoviy tezligi v quyidagiga teng bo'ladi:

$$v = \sqrt{v_\tau^2 + v_r^2}$$

Yulduzlarning Quyoshga (yoki Yerga) nisbatan tezligi, odatda sekundiga o'nlab kilometrlarni tashkil etadi.

Quyosh sistemasining harakati. XIX asrning boshida V.Gershel bir necha yaqin yulduzlarning xususiy harakatiga qarab, Quyosh sistemasining shu

yulduzlarga nisbatan Lira va Gerkules turkumlari tomon harakatlanayotganini aniqladi, Quyosh sistemasining harakatlanish yo'nalishi, uning harakat apeksi deyiladi. Keyinchalik, spektrlariga qarab, yulduzlarning nuriy tezliklari aniqlana boshlangandan so'ng, Gershelning aytganlari isbotlandi. Apeks yo'nalishida yulduzlar bizga o'rta hisobda $20 \frac{km}{s}$ tezlik bilan yaqinlashadi, qarama-qarshi yo'nalishda esa, ular bizdan o'rta hisobda shunday tezlik bilan uzoqlashadi. Demak, Quyosh sistemi qo'shni yulduzlarga nisbatan $20 \frac{km}{s}$ tezlikda, Lira va Gerkules turkumlari tomon harakatlanadi.

Osmonda bir-biriga yaqin turgan yulduzlar, fazoda bir-biridan uzoqda joylashgan bo'lishi va har xil tezliklarda harakatlanishi mumkin. Shuning uchun minglab yillar o'tgach, yulduz turkumlarining shakli, ulardagi yulduzlarning xususiy harakatlari oqibatida, keskin o'zgaradi.

Galaktikaning aylanishi. Galaktikadagi hamma yulduzlar uning markazi atrofida aylanib turadi. Galaktikaning ichki qismidagi yulduzlar aylanishining burchak tezligi deyarli bir xil bo'lib, uning tashqi qismlari esa sekin aylanadi. Yulduzlarning Galaktikada aylanishlari, sayyoralarning Quyosh atrofida aylanishidan shu bilan farqlanadi.

Quyosh sistemasida sayyoralar orbitasi radiuning ortib borishi bilan ularning ham burak, xam chiziqli tezliklari tez kamayadi. Bunday bo'lishiga sabab, Galaktika yadrosi massasining Galaktika yadrosi massasining Galaktikada Quyosh massasining Quyosh sistemasidagi vazni kabi katta bo'lmaganligidadir.

Quyosh sistemi, Galaktika markazi atrofida taxminan $250 \frac{km}{s}$ tezlik bilan 200 million yilda to'la aylanib chiqadi.

Galaktikaning aylanishiga ko'ra uning massasi taxminan aniqlanadi, u taxminan $2 \cdot 10^{11}$ Quyosh massasiga teng.

Umuman olganda galaktikalar to'rt xil shaklga ega bo'ladi:

1. Elliptik-25%
2. Spiralsimon-50%
3. Linzasimon-20%
4. Noto'g'ri-5%

Yulduzlarning sharsimon va sochma to'dalari. Yulduzlararo chang va gaz.

Galaktikamizda yulduzlar faqat yakka holda uchramay, o'zaro dinamik holda qo'shaloq, uchtdan, to'rttdan va nihoyat juda ko'p sonli yuzlab, minglab to'da shaklida ham uchraydi. O'nlab yulduzlardan bir necha minggacha yulduzlarni o'z ichiga olib, o'zaro dinamik bog'langan yulduzlarning sistemalari yulduz to'dalari yoki g'ujlari deb yuritiladi.

Tashqi ko'rinishga ko'ra yulduz to'dalari ikki guruhga sochma va sharsimon to'dalarga bo'linadi. Sochma yulduz to'dalari bir necha un yulduzdan bir necha minggacha yulduzlarni o'z ichiga olgani holda, sharsimon to'dalar o'n mingdan yuz minggacha yulduzlarni o'z ichiga oladi.

Galaktikamizda 800 ga yaqin sochma yulduz to'dalari bo'lib, ularning diametri 1,5 parsekdan 20 parsekkacha boradi. Sochma yulduz to'dalarining yaxshi o'rganilgan vakili Savr yulduz turkumidagi Hulkar deb nomlangan to'da bo'lib, Quyosh sistemasidan o'rtacha 130 parsekli masofada joylashgan. Boshqa bir sochma yulduz to'da – Giadlar esa bizdan salkam 40 pk li masofada yotadi.

Sharsimon yulduz to'dalari sochma yulduz to'dalaridan kimyoviy tarkibi bilan farqlanadi. Xususan, sochma yulduz to'dalarining spektrida og'ir elementlarning miqdori $1\div 4$ foizini tashkil qilgani holda, sharsimon to'dalarida atigi $0,1\div 0,01$ foizini tashkil qiladi. Bunday hol ma'lum galaktikada sharsimon va sochma yulduz to'dalarining paydo bo'lishida turlicha sharoit mavjud bo'lganidan

dalolat beradi. Shuningdek, bu sharsimon to'dalar hali og'ir elementlarga boyib ulgurmagan sferik shakldagi protogalaktik gaz tumanligidan paydo bo'lgan degan ilmiy gipotezaning tugilishiga sabab bo'lgan.

Sharsimon to'dalar, yulduzlarning ko'pligi va aniq sferik shakliga ko'ra, sochma yulduz to'dalariga nisbatan yulduzlar fonida yaqqol ajralib ko'rinadi. Sharsimon to'dalarning o'rtacha diametri 40 pk atrofida bo'lib, Galaktikamizda bunday to'dalardan 100 ga yaqini topilgan. Sharsimon to'dalar, sochmalaridan farq qilib, Galaktikamizning markaziga tomon ularning konsentratsiyasi keskin ortib boradi. Sharsimon to'dalarning tipik vakili Gerkules yulduz turkumida joylashgan M-13 deb nomlangan to'da bo'lib, u 20 mingga yaqin yulduzni o'z ichiga oladi, bizdan uzoqligi 24 ming yorug'lik yiliga teng.

Yulduzlar osmoni tushirilgan fotorasmlarda ular bir tekis taqsimlanganligini sezish mumkin. Buning asosiy sababi, ayrim – yulduzlar kam kuzatiladigan sohalarda nurlanishni kuchli yutadigan yirik chang materiyaning borligidir. Yulduzlararo bunday nurlanishni kuchli yutuvchi materiyaning borligini bundan yuz yildan ko'proq vaqt oldin taniqli astronom Ya.V.Struve bashorat qilgan edi. 1930 yillarda yulduzlararo bunday muhitning mavjudligi uzil-kesil tasdiqlandi.

Bunday nurlanishni kuchli yutuvchi chang muhitining borligiga Janubiy Krest yulduz turkumida proektsiyalangan "Ko'mir qopi" va Orion yulduz turkumida joylashgan "Ot boshi" tumanliklari yorqin misol bo'la oladi.

"Ko'mir qopi" qora tumanligi bizdan 150 pk masofada, o'lchami 8 pk ga yaqin Somon yo'lidagi tumanlik bo'lib, uning burchak o'lchami 30 ni tashkil etadi. Teleskop bilan kuzatilganda uning ko'rish chegarasida kuzatiladigan xira yulduzlarning soni tumanlikdan tashqarida shunday maydonda kuzatiladigan yulduzlar sonidan taxminan 3 martacha kam chiqadi.

Bundan “Ko’mir qopi” undan narida joylashgan yulduzlarning nurlanishlarini yutib, ularning nurlanishlarini qariyb 3 marta kamaytiradi degan xulosa kelib chiqadi. Bunday yutilish yulduzlarning ko’rinma kattaligini

$$\Delta m = 1,2^m$$

kattalikka o’zgarishiga olib keladi.

Galaktikada bunday tumanliklar ko’p bo’lib, xususan, Oqqush yulduz turkumidan boshlanib, Burgut, Ilon, Qavs va Aqrab yulduz turkumlarigacha cho’zilgan chang tasmasi, Somon yo’lining bu qismida yulduzlarning bizdan “yashirinib”, unda ulkan qora ayriliqni vujudga keltirgan.

Ayniqsa, galaktika markaziga tomon yo’nalishda (Qavs yulduz turkumi tomonida) qora tumanlik juda quyuq bo’lib, biz uchun qiziq sanalgan Galaktikamizning markaziy quyulma qismini ko’rishni qiyinlashtiradi.

Yulduzlararo fazoda nurni yutuvchi bunday moddaning borligi, yana bir hodisa – nurning yulduzlararo qizarishi bilan tasdiqlangan. Bu hodisani miqdor jihatidan xarakterlash uchun, yulduzning kuzatilgan rang ko’rsatkichi Cl_k bilan uning spektriga mos rang ko’rsatkichi Cl_s orasidagi farq bilan belgilanadigan rang orttirmasi CE degan tushuncha kiritiladi:

$$CE = Cl_k - Cl_s$$

Aniq bir rangdagi yutilish kattaligi yulduz kattaligining o’zgarishi bilan quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta m = \gamma CE$$

bu yerda γ mutanosiblik koeffitsiyentini ifodalab, agar yutilish fotografik yulduz kattaliklarida ifodalansa, 4 ga yaqin sonni, agar vizual yulduz kattaliklarida ifodalarida ifodalansa, 3 ga yaqin sonni beradi.

Yulduzning haqiqiy yulduz kattaligi m_0 uning kuzatilgan yulduz kattaligi m_k orqali quyidagicha topiladi:

$$m_0 = m_k - \Delta m = m_k - \gamma CE$$

Quyosh atrofida 1000 pk li masofada joylashgan yulduzlar uchun rang orttirmasi $0,5^m$ ga teng bo'lib, unga mos Δm

$$\Delta m = 1,5^m$$

Boshqacha aytganda, bu yulduzlarni ko'rinma nurlanishlari yulduzlararo yutuvchi muhit tomonidan taxminan 4 martacha susaytirilgan bo'lar ekan.

Gazsimon tumanliklar. Tim qorong'i osmonda yulduzlararo gaz hatto qurollanmagan ko'z bilan kam ko'rish mumkin bo'lgan eng mashhur gaz tumanlik Orion yulduz turkumida joylashgan bo'lib, uning eni 6 pk gacha cho'zilgan. Shuningdek, Qavs turkumida Laguna, Omega va Uchtarmoqli, Oqqush yulduz turkumida Shimoliy Amerika va Pelikan, Yakkashoh yulduz turkumida Rozetka kabi taniqli tumanliklar mavjud. Bu xildagi jami obyektlarning soni 400 ga yaqin.

Bu tumanliklarning spektri vodorodning H_α va H_β , ikkita qayta ionlashgan kislorodning OIII chiziqlari, azot va boshqa elementlarning emission chiziqlaridan tashkil topib, tutash spektri juda xira fonda ko'rinadi. Aksariyat hollarda tumanlikning ichida yoki uning yon atrofida qaynoq O va BO sinfiga tegishli yulduz uchraydi. Bunday yulduz quvvatli ultrabinafsha nurlarning manbai bo'lib, uning yaqinida joylashgan tumanlik gazining atomlari tomonidan yutilib, ularni ionlanishiga va nurlanishga majbur etadi. Bunda yulduzning quvvatli ultrabinafsha nurlanishining asosiy qismi gaz atomlarini ionlashtirishga sarf bo'lib, kam qismi, oqibatda issiqlikka aylanadigan elektronlarning kinetik energiyasini orttirishga ketadi.

Ionlashgan gazda erkin elektronlarning atom bilan bog'langan holatga o'tishi bilan kechadigan rekombinatsiya hodisasi kuzatilib, bunda atomlar, dastlab

yutilgan kattik ultrabinafsha nurlarning kvantlari o'rniga, kuzga ko'rinadigan diapozonda, nisbatan kam energiyali bir necha kvantlarda nurlanadi, boshqacha aytganda, fluoressensiya hodisasi ro'y beradi.

Tumanlikda bu jarayon tufayli qaror topgan 10 K ga teng harorat mazkur tumanlikning issiqlik radionurlanishi orqali tasdiqlanadi.

Neytral vodorodning Galaktika bo'ylab taqsimlanishi. Vodorodning yulduzlararo fazodan joy olgan sovuq gazlarda kuzatiladigan neytral chizig'i, bu sohalarning fizik xossalari va tabiatlarini qisman bo'lsada o'rganishga imkon beradi. Galaktikamizda neytral vodorodning taqsimlanishi to'g'risida to'la ma'lumotni vodorodning bevosita nurlanishini o'rganish asosida kulga kiritish mumkin. Bunga neytral vodorodning, radiodiapozonda, 21 sm li to'lqindagi nurlanishlarini o'rganish orqali erishiladi.

21 sm li to'lqin uzunligida nurlanayotgan vodorod atomining umumiy soni shu qadar kupki, natijada galaktika tekisligida yotgan kilinligi 1 kpk li muhit 21 sm li radionurlanishlar uchun butunlay tinikmas holatda bo'ladi. Shuning uchun ham Galaktika tekisligida yotgan neytral vodorod harakatsiz rofilelganda, uning 1 kpk li masofadan, ya'ni Galaktika radiusining 6 foiz qismidan narida ko'rishning iloji yo'q. Biroq, bu hol, faqat Galaktika markazi va unga qarama-qarshi yotgan yo'nalishlar uchungina o'rinli bo'lib, qolgan barcha yo'nalishlarda, Galaktikaning aylanishi tufayli, turli obyektlarning nuriy tezliklarining farqi masofaning ortishi bilan ortib boradi.

Shuning uchun ham Galaktikaning nuriy tezligining ma'lum qiymati bilan xarakterlanadigan turli sohalari o'rganilayotgan to'lqin uzunligining dopplercha siljishi tufayli 21 sm li to'lqin uzunligidan sal uzunroq rofil qisqaroq "xususiy" to'lqin uzunligi bilan nurlanadi. Har bir to'lqin uzunligiga mos radiospektr sizigining rofile Galaktikamiz differentsial aylanish effektining mos masofada gaz zichligi haqida ma'lumot beradi.

