



QORA TUYNUKLAR VA ULARNING FIZIKASI.

Xalmuratova Matonat Veliyevna

Jizzax Davlat Pedagogika Universiteti talabasi.

Annotatsiya: Ushbu maqolada qora tuynuklarning fizikasi, ularning shakllanishi, turlari, tuzilishi va ilmiy ahamiyati batafsil yoritiladi. Qora tuynuklar – nihoyatda kuchli gravitatsiyaga ega bo‘lib, hatto yorug‘lik ham ularning tortish kuchidan qochib qutula olmaydi. Maqolada qora tuynuklarning nazariy asoslari, jumladan, Albert Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasi va Stiven Xokingning kvant nurlanish nazariyasi haqida yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Qora tuynuk, gravitatsiya, voqea gorizonti, singulyarlik, akresiya diski, Hawking nurlanishi, umumiy nisbiylik nazariyasi, kvant mexanikasi, supermassiv qora tuynuk, gravitatsion to‘lqinlar.

Kosmosdagi eng ajoyib narsalardan biri bu "qora tuynuklar" yoki kollapsarlar deb ataladi va juda yuqori zichlikdagi jismlar hisoblanadi. Mohiyati shundan iboratki, jismlarning tortishishi o'zaro ta'sirining kuchlanishi ularning massasi bilan belgilanadi, ammo ularning massadan o'zaro ta'sirining boshqa ma'lum turlariga bog'liq. Bu shuni anglatadiki, agar fazoning ma'lum bir sohasidagi moddaning zarralari soni ma'lum bir kritik qiymatdan oshib ketadi, keyin tortishish kuchlari boshqalar ustidan va tortishish kuchlaridan ustunlik qiladi. Ilm-fanda qora tuynuklarga qiziqish susayadi. Hozirgi vaqtda qora tuynuklarga nafaqat astronomlar, balki oddiy odamlar orasida ham qiziqish ortib bormoqda. Qora tuynuklar nazariyasini o'rganishning dolzarbligi eng sirli narsalardan biridir. Tadqiqotning maqsadi qora tuynuklar tabiatining mohiyati bilan tanishishdir, ularning paydo bo'lish sabablarini aniqlash va turlarini

o'rganish asosiy vazifasi hisoblanadi. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalarni bajarish kerak:

- kosmosdagi qora tuynuklar haqidagi ilmiy adabiyotlarni o'rganish va tahlil qilish;
- qora tuynuklar haqidagi ilmiy filmlarni ko'rish;
- qora tuynuklarning sabablarini bilib olish;
- bugungi kunda topilgan qora tuynuk navlari bilan tanishish.

Qora tuynuk-bu tortishish kuchi shunchalik kuchli bo'lgan mintaqadir . Moddalar ham, nurlanish ham bu hududni tark eta olmaydi. U yerda joylashgan jismlar uchun ikkinchisi kosmik tezlik (qochish tezligi) fizika kursidan eng past deb nomlanadi. Massasi ahamiyatsiz bo'lgan ob'ektga berilishi kerak bo'lgan tezlik samoviy jismning massasi bilan taqqoslaganda, tortishish kuchini yengish uchun cheksiz uzoq masofani bosib o'tish yorug'lik tezligidan oshib ketishi kerak.

Ikkinchi kosmik tezlik samoviy jismning radiusi va massasi bilan belgilanadi. Shuning uchun bu har bir Sayyora uchun o'ziga xosdir. Tezlikda ikkinchi kosmik jismdan ko'proq narsa giperbolik traektoriya bo'ylab harakatlanadi. Ammo bu tezlikka erishish mumkin emas, chunki na modda, na nurlanish yorug'likdan tezroq harakatlanishi mumkin emas. Shuning uchun qora tuynukdan hech narsa qochib qutula olmaydi. Qora tuynuk chegarasi, yorug'lik chiqmaydigan joy "voqealar ufqi" yoki oddiygina "ufq"deb nomlanadi. Qora tuynukka o'xshash ob'ektni ixtiro qilgan birinchi olim ingliz ruhoniysi va filolog, ilmiy seysmologiya asoschilaridan biri jon Mitchell 1783 yilda u o'z fikrlarini London Qirollik jamiyati hisobotida bayon qildi. Mitchellning g'oyasi juda oddiy edi: u tabiatda mavjud bo'lishi mumkinligini taklif qildi. Ikkinchi kosmik tezligi yorug'lik tezligidan yuqori bo'lgan jismlar ular kuzatuvchiga ko'rinmas bo'ladi, garchi ular o'zlarini tortishish kuchi bilan ko'rsatishlari mumkin boshqa ob'ektlarga ta'siri. P.



Laplasning kosmogoniyasiga hissa qo'shgan yana bir astronomning so'zlariga ko'ra, " teng yulduz yerning zichligi va diametri quyoshning diametridan 250 baravar ko'p bo'lsa, nur bizga etib bormaydi uning tortishish kuchi tufayli va Shuning uchun koinotdagi eng engil jismlar bo'lishi mumkin shu sababli ko'rinmas." Matematik jihatdan, ikki olimning mulohazalari yulduzning r radiusini topishga to'g'ri keladi massa m , buning uchun ikkinchi kosmik tezlik yorug'lik tezligiga teng. oddiy yo'llar bilan qabul qilingan o'zgarishlar:

$$R_g = 2GM/c^2$$

bu erda R_g tananing tortishish radiusi deb ataladi.

Afsuski, ularning mulohazalari noto'g'ri edi. Tezlikka yaqin tezlikda yorug'lik, kinetik energiya formulasi klassik holatdan juda farq qiladi. Klassik mexanikaning ta'kidlashicha, erkin jismning energiyasi faqat unga bog'liq harakat bilan, bu kinetik energiya deb ataladi. Agar massasi m_0 bo'lgan jism harakat qilsa tezlik bilan v , keyin uning kinetik energiyasi E klassik fizikada formula bilan ifodalanadi:

$$E = mv^2/2$$

M uchun nol ko'rsatkichi massa tananing harakat tezligiga bog'liq emasligini ko'rsatadi. Nisbiylik nazariyasidagi energiya formulasi (6) formulaga to'g'ri keladi;

yuqori tezlikda farqlar kuzatiladi. Biroq, bu umidlar aslida emas oqlanadi.

Agar tananing dam olish massasi v bo'lsa, unda uning energiyasi nisbiylik nazariyasida ifodalanadi formulasi:

$$E_r = m_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2/c^2} = mc^2$$

(indeks r y E nazariyada energiya uchun relyativistik ifodani ko'rsatadi

nisbiylik). Yorug'lik tezligi doimiy qiymatdir va nolga yaqinlasha olmaydi (garchi cheksizlikda).

Qora tuynuklar uchun echim 1916 yilda nemis astronomi Karl tomonidan olingan Shvartsshild tomonidan umumiy nisbiylik tenglamalari tahlili asosida, biroz oldin bu Albert Eynshteyn tomonidan ishlab chiqilgan. Juda kutilmagan, ammo bu aniq echimda masofa o'lchovining kattaligi paydo bo'ladi. Shvartsshildning nazariya bo'yicha asarlari nisbiylik umumiy nazariyaning dala tenglamalarining birinchi aniq echimlarini o'z ichiga olgan sferik simmetriya bilan nisbiylik-bu ichki echim deb ataladi Shvartsshild bir hil suyuqlikdan va tashqi tomondan aylanmaydigan sharsimon jism uchun Shvartsshildning sferik atrofida statik bo'sh joy uchun echimi

simmetrik jism. Shvartsshild yechimi Eynshteyn tenglamalarining birinchi aniq yechimi edi klassik qora tuynuk, shuning uchun qora tuynuk fizikasidan bir nechta atamalar olingan uning ismi, masalan, Shvartsshild radiusi, Gravitatsiya radiusi (yoki Shvartsshild radiusi) massaga ega bo'lgan har qanday jismoniy jism uchun aniqlangan xarakterli radius: bu agar bu massa tomonidan yaratilgan hodisalar gorizonti joylashgan sferaning radiusi u sferik nosimmetrik tarzda taqsimlangan, harakatsiz bo'lar edi (xususan, emas aylanadigan, ammo radial harakatlarga yo'l qo'yiladi) va butunlay bu sharlar ichida yotadi.





"Qora tuynuklar" ni faqat kuzatuvlar bilan ko'rish mumkin emas - ularning mavjudligi aniqlanadi ular boshqa ob'ektlarga kuchli ta'sir ko'rsatishi yoki kuchli ta'sir ko'rsatishi bilan rentgen nurlari. Teleskopda faqat bittasi ko'rinadigan bo'lsa, ikkilik yulduz tizimlari deb ataladigan kuzatuvlar yulduz, ko'rinmas sherik qora tuynuk ekanligiga ishonish uchun asos beradi. Bu juftlikning yulduzlari ular bir-biriga shunchalik yaqin joylashganki, ko'rinmas massa ko'rinadigan moddani "so'rib oladi" yulduzlar va uni yutadi. Ba'zi hollarda yulduzning aylanish vaqtini aniqlash mumkin uning ko'rinmas sherigi va masofasi atrofida, bu sizga yashirin hisoblash imkonini beradi kuzatishlar massasi. Ma'lumotlarga asoslangan ikkita italiyalik astronom Luidji Stella va Mario Vertri, RXTE sun'iy yo'ldoshidan olingan neytron yulduzi yaqinidagi bo'shliqning egriligini aniqladi, to'g'ri, juda zaif. Allaqachon boshlangan maxsus "Gravity Probe" deb nomlangan sun'iy yo'ldosh yaratilmoqda nisbiylik nazariyasining ta'sirini o'rganish uchun. Yangi Hubble kosmik spektrografi (Hubble's) bilan olingan rasmda new Space Telescope Imaging Spectrograph), ulkan qora tuynukning "avtografi" olingan, M84 galaktikasining markazida joylashgan.

Qora tuynuklarning shakllanishi

Qora tuynuklar massasi 3 dan ortiq bo'lgan ulkan neytron yulduzlari natijasida hosil bo'ladi quyosh massasi. Siqilganda ularning tortishish maydoni tobora kuchayib boradi. Nihoyat yulduz shu qadar siqiladiki, hatto yorug'lik ham bu tortishishni engib o'tolmaydi. Yulduz qora tuynukka aylanishi uchun qisqarishi kerak bo'lgan radius deyiladi gravitatsion radiusda. Katta yulduzlar uchun bu bir necha o'nlab kilometrlar. Qora tuynuklar porlamaganligi sababli, ular haqida o'ylashning yagona usuli bu ularning tortishish maydonining boshqa jismlarga ta'sirini kuzatish. Bilvosita mavjud 10 dan ortiq tor er-xotin rentgen nurlarida qora tuynuklar mavjudligiga dalillar yulduzlarga. Qora tuynuk nomzodlaridan biri bu eng yorqin manbadir

Cygnus yulduz turkumidagi rentgen nurlari-Cygnus X-1.



Zamonaviy tushunchalarga ko'ra, qora tuynuklar paydo bo'lishining bir nechta stsenariylari mavjud: - Gravitatsiyaviy qulash (katastrofik siqilish) etarlicha katta yulduz (ko'proq 3,6 quyosh massasi) uning evolyutsiyasining oxirgi bosqichida.

- Galaktikaning Markaziy qismi yoki parallaktik gazning qulashi.
Zamonaviy

ko'rinishlar ulkan qora tuynukni ko'pchilikning markaziga qo'yadi, agar hammasi bo'lmasa ham, spiral va elliptik galaktikalar. Masalan, bizning galaktikamizda Sagittarius qora tuynuk joylashgan $A * \text{massasi } 4,31 \times 10^6 \text{ M}$, uning atrofida kichikroq qora tuynuk bor.

- Tebranishlar natijasida katta portlash paytida qora tuynuklarning paydo bo'lishi gravitatsion maydon va materiya. Bunday qora tuynuklar birlamchi deb ataladi.

Olimlar qora tanlilarning ikki xil sinfi haqida kuchli dalillarga ega teshiklar: birinchisi, yulduz massalari Quyoshdan taxminan 10 baravar katta bo'lgan qora tuynuklar, ikkinchisi-galaktikalar markazida joylashgan va mavjud bo'lgan supermassiv qora tuynuklar massasi yuz mingdan milliardlab Quyosh massasigacha. Afsuski, bugungi kunda hech narsa ma'lum emas 100 dan 10 000 gacha bo'lgan oraliq massali qora tuynuklar hosil bo'lishi haqida quyosh massasi.

Hozirgacha birida bunday qora tuynukdan ko'pi topilmadi galaktikaga. Ammo bir guruh tadqiqotchilar rentgen ma'lumotlarini o'rganish natijasida ikkitasini topdilar taxminan 12 masofada joylashgan M82 galaktikasidagi o'rtacha qora tuynuklar yerdan millionlab yorug'lik yili. M82 da qora tuynuklar chiqaradigan nurlanishning o'ziga xos xususiyatlariga ko'ra, tadqiqotchilar qora tuynuklardan birining massasi 12 dan 43 ming Quyoshgacha bo'lgan degan xulosaga kelishdi

massa, ikkinchisining massasi esa 200 dan 800 gacha Quyosh massasi. Birinchi ob'ekt 290 masofada joylashgan M82 galaktikasining markazidan yorug'lik yili. Ikkinchi ob'ekt, 600 masofada joylashgan yorug'lik yillari galaktika markazidan proektsiyada.

Qora tuynuklarning navlari

Yulduz massalarining qora tuynuklari yulduz hayotining so'nggi bosqichi sifatida hosil bo'ladi, keyin termoyadroviy yoqilg'ining to'liq yonishi va reaksiyaning to'xtashi yulduz sovishi kerak, bu ichki bosimning pasayishiga va ta'sir ostida yulduzning siqilishiga olib keladi tortishish kuchi. Siqish ma'lum bir bosqichda to'xtashi yoki tezlashishi mumkin gravitatsion qulash. Yulduzning massasi va aylanish momentiga qarab mumkin quyidagi yakuniy holatlar: Chiqib ketgan juda zich yulduz, asosan massaga qarab, geliy, uglerod, kislorod, neon, magniy, kremniy yoki temir (asosiy elementlar yulduz qoldig'i massasining o'sish tartibida keltirilgan). Bunday qoldiqlar oq deb ataladi mittilar tomonidan. Yulduz qoldig'ining massasi oshgani sayin muvozanat harakati sodir bo'ladi belgilangan ketma-ketlikda konfiguratsiyalar. Aylanish momenti ortadi har bir bosqichdagi chegara massalari, lekin sifat jihatidan emas, balki miqdoriy jihatdan (maksimal 2-3marta).

Evolyutsiyaning yakuniy holati bo'lgan shartlar (asosan massa) yulduzlar bu qora tuynuk, yaxshi o'rganilmagan, chunki buni bilish kerak moddaning o'ta yuqori zichlikdagi harakati va holati mavjud emas eksperimental o'rganish. Simulyatsiyalar qo'shimcha qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi yulduzlar evolyutsiyasining keyingi bosqichlarida, yuzaga keladigan kimyoviy tarkibning murakkabligi tufayli va jarayonlarning xarakterli vaqtini keskin kamaytirish. Turli xil modellar quyidagilarni beradi gravitatsion qulashdan kelib chiqadigan qora tuynuk massasining past bahosi, 2,5 dan 5,6 gacha quyosh massasi. Qora tuynukning radiusi juda kichik-bir necha o'nlab kilometrlar. Keyinchalik, qora tuynuk moddani yutish orqali o'sishi mumkin-odatda, bu ikkilik yulduz tizimlaridagi qo'shni yulduzning gazi (qora tuynukning har qanday bilan





to'qnashuvi kichik diametri tufayli boshqa astronomik ob'ekt juda dargumon). Jarayon har qanday kichik astrofizik ob'ektga, shu jumladan qora tuynukka gaz tushishi, chiqarish deb ataladi. Bunday holda, gazning aylanishi tufayli akkretsiyon disk hosil bo'ladi, qaysi modda relyativistik tezlikka tezlashadi, natijada isitiladi u kuchli nurlantiradi, shu jumladan rentgen diapazonida, bu printsipial beradi bunday akkretsiyon disklarni (va shuning uchun qora tuynuklarni) aniqlash qobiliyati ultraviyole va rentgen teleskoplarining yordami. Asosiy muammo kichik neytron yulduzlari va qora akkretsiyon disklarning farqlarini qayd etishning kattaligi va qiyinligi qora bilan astronomik ob'ektlarni aniqlashda noaniqlikka olib keladigan teshiklar teshiklar bilan. Asosiy farq shundaki, barcha narsalarga tushadigan gaz ertami-kechmi qattiq sirt bilan uchrashadi, bu esa tormozlashda kuchli nurlanishga olib keladi, ammo cheksiz o'sib borayotgan tortishish kuchi tufayli qora tuynukka tushgan gaz buluti vaqt kengayishi (qizil siljish) yaqinlashganda tezda pasayadi Xabbl teleskopi tomonidan kuzatilgan hodisalar ufqiga Cygnus x-1 manbasi misolida. Qora tuynuklarning boshqa yulduzlar bilan to'qnashuvi, shuningdek neytronlarning to'qnashuvi qora tuynuk paydo bo'lishiga olib keladigan yulduzlar kuchli tortishish kuchiga olib keladi kelgusi yillarda aniqlanishi kutilayotgan nurlanish gravitatsion teleskoplarining yordami. Hozirda kuzatuv haqida xabarlar mavjudnrentgen diapazonidagi to'qnashuvlar. 2011 yil 25 avgustda, ilm-fan tarixida birinchi marta bir guruh yapon va amerikalik mutaxassislar mart oyida nimalarga muvaffaq bo'lishdi

2011 yilda qora tuynuk yutgan yulduzning o'lim momentini yozib oling.

Supermassiv qora tuynuklar. O'sib chiqqan juda katta qora tuynuklar

zamonaviy tasavvurlarga ko'ra, aksariyat galaktikalarning yadrolari hosil bo'ladi. Bularga quyidagilar kiradi bizning Galaktikamiz yadrosidagi katta qora tuynuk Sagittarius A. Hozirgi vaqtda yulduz va galaktik miqyosdagi qora tuynuklarning mavjudligi ko'pgina olimlar tomonidan astronomik kuzatishlar bilan ishonchli tasdiqlangan deb hisoblanadi. Amerikalik astronomlar supermassiv qora tuynuk massalari mumkin sezilarli darajada kam baholanadi. Tadqiqotchilar yulduzlar

uchun M87 galaktikasida (50 million yorug'lik yili masofada joylashgan) harakatlangan yerdan) hozir kuzatilganidek, Markaziy qora tuynukning massasi quyidagicha bo'lishi kerak kamida 6,4 milliard quyosh massasi, ya'ni hozirgi yadro hisob-kitoblaridan ikki baravar ko'p 3 milliard quyosh massasini tashkil etadigan M87.

Galaktika yadrosidagi qora tuynuk uchun tortishish radiusi $3 \cdot 10^{15}$ sm \ u003d 200 a. e., bu Quyoshdan Plutongacha bo'lgan masofadan besh baravar ko'p. Bunda kritik zichlik $0,2 \cdot 10^{-3}$ g/sm³ ga teng, bu havo zichligidan bir necha baravar kam. Birlamchi qora tuynuklar hozirda gipoteza maqomiga ega. Agar boshlang'ich Koinot hayotining lahzalari bir xillikdan etarlicha og'ish bor edi gravitatsion maydon va materiya zichligi, keyin qulash natijasida ular hosil bo'lishi mumkin qora tuynuklar. Shu bilan birga, ularning massasi yulduz qulashi kabi pastdan cheklanmagan-ularning massasi, ehtimol, etarlicha kichik bo'lishi mumkin. Birlamchi qora tuynuklarni aniqlash bug'lanish hodisasini o'rganish imkoniyatlari bilan bog'liq holda alohida qiziqish uyg'otadi qora tuynuklar.

Kvant qora tuynuklari. Yadro reaksiyalari natijasida quyidagilar bo'lishi mumkin deb taxmin qilinadi kvant qora deb ataladigan barqaror mikroskopik qora tuynuklar paydo bo'ladi teshiklar. Bunday ob'ektlarni matematik tavsiflash uchun tortishish kvant nazariyasi kerak. Biroq, umumiy sabablarga ko'ra, qora tuynuklarning massa spektri diskret va minimal qora tuynuk bor-pank qora tuynuk. Uning massasi taxminan 10⁻⁵ g, radiusi 10⁻³⁵ m. Pankov qora tuynugining Kompton to'lqin uzunligi kattalik tartibida uning tortishish radiusiga teng.

Kvant qora tuynuklari mavjud bo'lsa ham, ularning mavjud bo'lish vaqti juda qisqa, bu ularni to'g'ridan-to'g'ri aniqlashni juda muammoli qiladi. So'nggi paytlarda dalillarni aniqlash uchun tajribalar taklif qilinmoqda yadro reaksiyalarida qora tuynuklarning paydo bo'lishi. Biroq, qora rangni to'g'ridan-to'g'ri sintez qilish uchun tezlatgichdagi teshiklar bugungi kunda erishib bo'lmaydigan 10²⁶ ev energiyaga muhtoj. Aftidan Ultra yuqori energiyali reaksiyalarda virtual oraliq qora tuynuklar paydo bo'lishi mumkin. 7 TeV



umumiy energiya proton-proton to'qnashuvi tajribalari Kollaydarning katta hadroni bu energiya hosil bo'lish uchun etarli emasligini ko'rsatdi mikroskopik qora tuynuklar. Ushbu ma'lumotlarga asoslanib, xulosa shuki, mikroskopik qora tuynuklar quyidagilarga qarab 3,5–4,5 TeV dan og'irroq bo'lishi kerak muayyan amalga oshirish.

Supermassiv qora tuynuklarni hosil qilishning mumkin bo'lgan mexanizmlaridan biri bu yulduzlar va ixcham yulduz klasterlari to'qnashuvining zanjirli reaksiyasi, natijada keyinchalik qora tuynuklarga aylanadigan juda katta ob'ektlarning to'planishiga oraliq massa. Keyinchalik, oraliq qora tuynuklar markazga tortiladi galaktikalar va galaktika markazidagi supermassiv qora tuynuk bilan birlashadi. Hozirgacha astronomlar bir vaqtning o'zida bitta galaktikada bo'lishi mumkinligini aniq bilishmagan o'rta massali ikkita qora tuynuk. Ehtimol, kashfiyot ta'lim jarayonlariga oydinlik kiritadi va galaktikalardagi supermassiv qora tuynuklarning evolyutsiyasi.

Xulosa qilib shuni ta'kidlash kerakki, olimlar tomonidan taxmin qilinganlarning hech biri bugungi kunga qadar xulosalar isbotlanmagan. Ko'pchilik materiyaga kirgan deb hi obla hadi qora tuynuk bizning Koinotimizdan yo'q bo'lib ketadi va boshqa bir joyda yana "paydo bo'ladi". Qanday bilish kerak, ehtimol kelajakda Koinotning bugungi barcha sirlari hal qilinadi va ular oddiy ko'rinadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Novikov I. D. qora tuynuklar va Koinot. M., Fan, 1985 Yil.
2. Novikov I. D., Frolov V. P. qora tuynuklar fizikasi. M., Fan, 1986 Yil.
3. Xoking S. katta portlashdan qora tuynuklarga. M., Mir, 1990 Yil.
4. Shklovskiy I. S. Koinot, hayot, aql. M., 1987 yil

