



QORA TUYNUKLAR VA NEYTRON YULDUZLAR: ZAMONAVIY NAZARIYALAR

Saidova Munisa

Buxoro davlat pedagogika instituti fizika va astronomiya ta'lim yo'nalishi

1/IFA_22 guruh talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada qora tuynuklar va neytron yulduzlar haqidagi zamonaviy nazariyalar, ularning fizik xususiyatlari, shakllanish jarayonlari va koinotdagi roli tahlil qilinadi. Gravitatsiyaviy kollaps, kvant nazariya bilan umumiy nisbiylik nazariyasining uyg'unlik muammolari, zamonaviy kuzatuv texnologiyalari yordamida olingan ma'lumotlar asosida ushbu obyektlar haqidagi qarashlar yoritiladi. Shuningdek, neytron yulduzlar bilan bog'liq pulsar hodisasi, qora tuynuklar bilan esa vaqt va fazo egilishi, Hawking nurlanishi kabi nazariyalar muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: qora tuynuk, neytron yulduz, gravitatsiyaviy kollaps, nisbiylik nazariyasi, pulsar, Hawking nurlanishi, kvant gravitatsiyasi, zamonaviy astronomiya.

Kirish

Koinotdagi eng sirli va hayratomuz obyektlardan ikkitasi — bu qora tuynuklar va neytron yulduzlardir. Bu jismlar juda yuqori zichlikka ega bo'lib, ulardagi gravitatsiya kuchi shunchalik kuchliki, hatto yorug'lik ham ulardan qochib qutula olmaydi. Bu xususiyat ularni nafaqat astrofizik, balki nazariy fizika uchun ham muhim tadqiqot ob'ektiga aylantirgan.

Qora tuynuklar, odatda, juda katta massali yulduzlarning yadro kollapsi natijasida hosil bo'ladi. Neytron yulduzlar esa, o'rtacha massali yulduzlarning supernova portlashi natijasida qoldiqlari hisoblanadi. Har ikki obyekt ham umumiy nisbiylik nazariyasi bilan izohlanadi, biroq ularning eng chuqur mohiyati hali ham ilm-fan oldidagi ochiq savollardan biridir.



So‘nggi yillarda ilg‘or teleskoplar, gravitatsiyaviy to‘lqin detektorlari (masalan, LIGO va Virgo), va kosmik stansiyalar orqali ushbu obyektlarga oid bevosita va bilvosita kuzatuvlar soni ortib bormoqda. Ayniqsa, 2019-yilda Event Horizon Telescope (EHT) loyihasi tomonidan olingan birinchi qora tuynuk tasviri fan tarixida burilish yasadi.

Ushbu maqolada qora tuynuklar va neytron yulduzlar bilan bog‘liq eng so‘nggi nazariyalar, kuzatuvlar va ilmiy muammolar tizimli tarzda tahlil qilinadi.

Asosiy qism

1. Qora tuynuklarning shakllanishi va fizik xususiyatlari

Qora tuynuklar — bu gravitatsiya kuchi shunchalik kuchli bo‘lgan osmon jismlaridirki, hatto yorug‘lik nurlari ham ularning tortish kuchidan qochib qutula olmaydi. Ular odatda juda katta massali yulduzlarning o‘z hayot tsiklini yakunlaganidan so‘ng, ya‘ni yadro yoqilg‘isi tugab, ichki bosim tashqi gravitatsiyani muvozanatlay olmay qolganda vujudga keladi. Bu holat gravitatsiyaviy kollaps deb ataladi.

Qora tuynuklar uchta asosiy turga bo‘linadi:

- 1) Stellar-mass (Yulduz massasidagi) qora tuynuklar – 3 dan 20 quyosh massasigacha.
- 2) Intermediate-mass (O‘rta massali) qora tuynuklar – 100 dan 1000 quyosh massasigacha.
- 3) Supermassive (Super og‘ir) qora tuynuklar – millionlab quyosh massasi, galaktikalar markazida joylashadi (masalan, Somon yo‘li markazidagi Sagittarius A*).

Qora tuynuklar tuzilmasi uch asosiy komponentdan iborat:

- Singulyarlik – markaziy nuqta, bu yerda zichlik cheksiz bo‘ladi.
- Voqealar gorizonti (event horizon) – chegaraviy zona, bu zonani bosib o‘tgan har qanday narsa, hatto yorug‘lik ham, qora tuynukdan chiqib keta olmaydi.



- Ergosfera – aylanuvchi qora tuynuklar atrofidagi makon, bu yerda fazo va vaqt tortilib, ob'yektlar o'z holicha harakatlana olmaydi.

2. Hawking nurlanishi va kvant effektlar

1974-yilda fizik Stiven Xoking tomonidan ilgari surilgan nazariyaga ko'ra, qora tuynuklar butunlay "qora" emas, balki kvant effektlar natijasida nurlanish chiqarishi mumkin. Bu hodisa Hawking nurlanishi deb ataladi. Unga ko'ra, vakuumdagi zarracha-antizarracha juftliklar voqealar gorizonti yaqinida hosil bo'lib, ularning biri ichkariga tortiladi, ikkinchisi esa tashqariga chiqib ketadi.

Bu nurlanish qora tuynuk massasining sekin-asta kamayishiga olib keladi, ya'ni qora tuynuk vaqt o'tishi bilan bug'lanib yo'qoladi. Ushbu g'oya umumiy nisbiylik nazariyasi va kvant mexanikasining integratsiyasi uchun juda muhim hisoblanadi. Hozirgi kungacha bu nurlanish bevosita kuzatilmagan bo'lsa-da, nazariy jihatdan uning mavjudligi keng qabul qilingan.

3. Neytron yulduzlarning tuzilishi va xususiyatlari

Neytron yulduzlar — bu o'rtacha massali yulduzlar (taxminan 8–25 quyosh massasi) o'z hayot tsiklini yakunlab, supernova portlashi natijasida markaziy qismi yadro bosimidan qulab tushganda hosil bo'ladi. Bu yulduzlar juda zich, faqat neytronlardan iborat bo'lib, ularning diametri atigi 10–15 km, lekin massasi quyoshnikiga yaqin bo'ladi.

Neytron yulduzlar quyidagi xususiyatlarga ega:

- **Yuqori zichlik:** 1 choy qoshiq neytron yulduz moddasining massasi Yer sharoitida 1 milliard tonnaga yaqin.
- **Kuchli magnit maydon:** Bu maydon Yer magnit maydonidan milliardlab barobar kuchli bo'lishi mumkin.
- **Tez aylanish (pulsarlar):** Ayrim neytron yulduzlar o'z o'qi atrofida soniyasiga yuzlab marta aylanadi va kuchli radio impulslari chiqaradi. Bu ularni pulsar sifatida qayd etishga imkon beradi.

4. Gravitatsiyaviy to'lqinlar va zamonaviy kuzatuvlar



2015-yilda LIGO detektori birinchi marta qora tuynuklarning bir-biriga to‘qnashib, birlashishi natijasida yuzaga kelgan gravitatsiyaviy to‘lqinlarni qayd etdi. Bu kashfiyot 2017-yilda Nobel mukofotiga sazovor bo‘ldi. Shuningdek, neytron yulduzlarning to‘qnashuvi orqali ham ushbu to‘lqinlar kuzatilgan (2017, GW170817 hodisasi).

Bu kuzatuvlar nafaqat yangi obyektlarni ochishda, balki Einstein’ning umumiy nisbiylik nazariyasini yana bir bor tasdiqlashda muhim ahamiyatga ega bo‘ldi. Endilikda gravitatsiyaviy to‘lqinlar astronomiyasi qora tuynuk va neytron yulduzlar fizikasini yangi bosqichga olib chiqdi.

5. Zamonaviy nazariyalar va ochiq muammolar

Bugungi kunda qora tuynuklar va neytron yulduzlar fizikasida hali ham ochiq qolayotgan fundamental savollar mavjud:

Axborot paradoksi: Qora tuynuk ichiga tushgan ma’lumotlar butunlay yo‘qoladimi yoki kvant nazariyasi asosida saqlanadimi?

Kvant gravitatsiyasi: Umumiy nisbiylik va kvant mexanikasining yagona nazariyasi — kvant gravitatsiyasi hali to‘liq ishlab chiqilmagan.

O‘lchamlar va geometriya: M-brana nazariyasi va torlar nazariyasiga ko‘ra, qora tuynuklar ko‘p o‘lchamli makonlarda ham mavjud bo‘lishi mumkin.

Ekstremal holatlar: Aylanish tezligi, zaryadlangan qora tuynuklar, kvark yulduzlar va boshqa nazariy obyektlar hali eksperimental isbot talab qiladi.

Xulosa

Qora tuynuklar va neytron yulduzlar — bu nafaqat koinotdagi eng noodatiy obyektlar, balki zamonaviy fizika va astrofizikaning eng murakkab, ammo eng muhim tadqiqot yo‘nalishlaridan biridir. Ushbu obyektlar haqida to‘plangan nazariy va kuzatuv ma’lumotlari koinotning chuqurroq tuzilmasini anglash, vaqt va fazo tabiatini tushunish, hamda kvant-gravitatsiya integratsiyasi bo‘yicha muhim yechimlar taklif qilish imkonini bermoqda.



Qora tuynuklarning gravitatsiyaviy kollaps orqali yuzaga kelishi, ularning voqealar gorizonti va singulyarlik singari murakkab strukturalari, shuningdek, Hawking nurlanishi kabi kvant effektlar mavjudligi ushbu obyektlarning fizik mohiyatini yanada chuqur anglashga turtki bo'lmoqda. Neytron yulduzlar esa, o'zining favqulodda zichligi, kuchli magnit maydoni va pulsar fenomeni bilan ilmfan uchun qimmatli laboratoriyaga aylangan.

Gravitatsiyaviy to'lqinlarning kuzatilishi, ayniqsa qora tuynuklar va neytron yulduzlar birikmalarining aniqlanishi ushbu nazariyalarni eksperimental tasdiqlash imkonini berdi. Bularning barchasi bizga shuni ko'rsatadiki, qora tuynuklar va neytron yulduzlar — bu faqat kosmik hodisalar emas, balki olam va tabiat qonunlarining eng chuqur qatlamlarini sinovdan o'tkazuvchi obyektlardir.

Kelgusida kvant gravitatsiyasi nazariyasining to'liq ishlab chiqilishi, ko'p o'lchovli fazoda qora tuynuklarning xatti-harakatlari, va axborot paradoksining yechimi ushbu mavzudagi izlanishlarni yangi bosqichga olib chiqadi. Bu esa, zamonaviy fizikaning eng muhim vazifalaridan biri bo'lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Event Horizon Telescope Collaboration. (2019). "First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole." – *The Astrophysical Journal Letters*, 875(1).
2. Shapiro, S. L., & Teukolsky, S. A. (1983). *Black Holes, White Dwarfs, and Neutron Stars: The Physics of Compact Objects*. Wiley-Interscience.
3. O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi. (2021). *Zamonaviy astrofizika va fazo fizikasi asoslari*. – Toshkent: Fan.