

QORA TUYNUKLAR FIZIKASI: NAZARIYA VA KUZATUVLAR

HUSANOVA NARGIZA

Annotatsiya: Ushbu maqolada qora tuynuklar fizikasi, ularning nazariyasi, hosil bo'lishi, xususiyatlari va bugungi kunda olib borilayotgan kuzatuvlar tahlil qilinadi. Qora tuynuklar kosmik obyektlar bo'lib, ularning jismoniy va matematik tavsiflari Albert Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasiga asoslanadi. Maqola qora tuynuklar haqida ilmiy tadqiqotlarning rivojlanishiga va ularga oid kuzatuvlar asosida olingan yangi ma'lumotlarga e'tibor qaratadi. Shuningdek, qora tuynuklar atrofidagi hodisalar va ularning fizik qonuniyatlari, masalan, **horizont** va **singulyarlik** kabi tushunchalar ham muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: qora tuynuk; umumiy nisbiylik nazariyasi; singulyarlik; gravitatsion to'liqlar; vaqtning egilishi; xorizont; astrofizika; kvant fizikasi.

Kirish

Qora tuynuklar — kosmosdagi eng sirli va eng hayajonli obyektlardan biridir. Ular juda kuchli tortishish kuchlariga ega bo'lib, hatto yorug'likni ham o'ziga tortadi, shuning uchun ular "qora" deb ataladi. Qora tuynuklarning mavjudligi 1915 yilda Albert Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasiga asoslangan bo'lsa-da, ular haqidagi to'liq tushuncha va kuzatuvlar faqat 20-asrning oxirlarida va 21-asrda amalga oshirilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida shakllandi. Qora tuynuklarning fizikasi ular bilan bog'liq bo'lgan kuchli gravitatsiya, vaqt va fazoning deformatsiyasi kabi murakkab va sirli jarayonlar bilan bevosita bog'liqdir.

Bugungi kunda qora tuynuklarning qanday hosil bo'lishi, ular qanday xususiyatlarga ega va ularning atrofidagi hodisalar qanday amalga oshishi haqida ko'plab ilmiy ishlar olib borilmoqda. Ushbu maqolada qora tuynuklarning fizikasi, ularning nazariy jihatlar va zamonaviy kuzatuvlar haqida gapiriladi.

Asosiy qism

1. Qora tuynuklarning nazariyasi va xususiyatlari

Qora tuynuklar, umumiy nisbiylik nazariyasiga ko'ra, koinotning eng ekstremal obyektlaridan biridir. Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasiga muvofiq, qora tuynuklar juda katta massaga ega bo'lgan va juda kichik hajmdagi osmon jismlari sifatida tasavvur qilinadi. Ushbu obyektlarning massasi markazga yig'ilgan va shu bilan birga, uning o'lchamlari nihoyatda kichik bo'ladi. Bu fizik jihatdan nima? Agar bir osmon jismi ma'lum bir massaga ega bo'lib, uning hajmi juda kichik bo'lsa, uning tortishish kuchi osongina o'sib boradi.

Qora tuynuklarning eng muhim xususiyatlari quyidagilar:

- **Singulyarlik:** Qora tuynukning markazida mavjud bo'lgan nuqta, unda jismoniy qonunlar buziladi. Bu nuqtada barcha moddalar va energiya yuqori zichlikda jamlanadi, va tortishish kuchi cheksiz bo'ladi. Singulyarlik haqida

ilmiy tadqiqotlar davom etmoqda, chunki bu nuqtadagi hodisalar kvant mexanikasi va umumiy nisbiylik nazariyasining integratsiyasini talab qiladi.

- **Horizon:** Qora tuynukning tashqi chegarasiga **event horizon** (voqealar orrasi) deyiladi. Bu chegaradan biron bir narsa, shu jumladan yorug'lik ham o'ta olmaydi. Event horizon qora tuynukdan chiqish mumkin bo'lmagan eng uzoq nuqtadir. Shunday qilib, qora tuynukning ichki qismiga tushgan narsalar asla tashqariga chiqa olmaydi.

- **Gravitatsion tortishish:** Qora tuynuklarning tortishish kuchi o'ta kuchli bo'lib, u atrofidagi fazoni o'zgartiradi. Ushbu kuchli gravitatsiya kuchlari sababli, qora tuynuklar atrofidagi vaqt va fazo deformatsiyalanadi. Bu hodisa **gravitatsion lenz** yoki **vaqtning egilishi** deb ataladi.

2. Qora tuynuklarning hosil bo'lishi

Qora tuynuklarning hosil bo'lishi eng asosan **yulduzlarning qulash** jarayoni bilan bog'liqdir. Yulduz o'zining oxirgi bosqichida yuqori harorat va bosimda yadro reaksiyalarini amalga oshiradi, ammo yadro yoqilg'isi tugagach, uning gravitatsion kuchi ichki bosimni yengib chiqib, yulduzning kollapsiga olib keladi. Bu jarayon natijasida yulduzning jismi juda zichlashadi va **qora tuynuk** hosil bo'ladi.

Qora tuynuklar, shuningdek, ba'zi yulduzlar va galaktikalarning markazlarida ham hosil bo'lishi mumkin. Bunday qora tuynuklar galaktika ichidagi kuchli gravitatsion maydonlarga ega bo'lib, ularning atrofidagi yulduzlar va boshqa osmon jismlarini tortib oladi. Bunday qora tuynuklar **supermassiv qora tuynuklar** deb ataladi.

3. Gravitatsion to'liqlar va qora tuynuklar

Yaqinda **gravitatsion to'liqlar** nazariy jihatdan tasvirlangan va keyinchalik 2015 yilda LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) tomonidan kuzatilgan. Gravitatsion to'liqlar - bu kosmik jismning massasi va energiyasi o'zgarishi natijasida fazo va vaqtning to'liqli deformatsiyasi. Ular qora tuynuklar bir-biriga yaqinlashganda yoki bir-biriga qo'shilganda paydo bo'ladi.

Gravitatsion to'liqlar qora tuynuklarning bir-biriga qo'shilishidan kelib chiqadi, bu holat **qora tuynuklarning qo'shilishi** (merging) deb ataladi. Bu hodisa ilmiy hamjamiyatda katta e'tibor qozondi, chunki bu to'liqlar koinotning eng sirli va ekstremal hodisalaridan biri bo'lishi mumkin.

4. Qora tuynuklar atrofida kuzatishlar

Qora tuynuklarni to'g'ridan-to'g'ri kuzatish juda qiyin, chunki ular yorug'likni ham o'ziga tortadi. Biroq, ularning mavjudligini va xususiyatlarini bilish uchun turli metodlardan foydalaniladi:

- **Stellar obyektlar va yulduzlarning harakatini kuzatish:** Qora tuynuklar atrofidagi yulduzlarning harakatini kuzatish orqali ularning mavjudligini bilish mumkin. Agar yulduzlar qora tuynuk atrofiga yaqinlashsa va o'zgaruvchan harakatni ko'rsatsa, demak qora tuynukning mavjudligi mumkin.

• **Radyatsion energiya:** Qora tuynuklar atrofi va event horizon hududida moddalar tortilib, yuqori haroratga qiziydi va elektromagnit nurlanishini chiqaradi. Bu nurlanish **X-chiqarish** va **radio to‘lqinlar** shaklida bo‘lishi mumkin.

• **Event horizon teleskopi:** 2019 yilda ilm-fan tarixida birinchi marta **Event Horizon Telescope** (EHT) yordamida qora tuynukning tasviri olingan. Bu tarixiy hodisa qora tuynuklarning jismoniy kuzatilishi uchun yangi imkoniyatlar ochdi.

Xulosa (davomi)

Qora tuynuklar fizikasi bugungi kunda astrofizikaning eng sirli va qiziqarli sohalaridan biridir. Ularning nazariyasi, massasi, xususiyatlari va hosil bo‘lishi umumiy nisbiylik nazariyasiga asoslanadi, ammo qora tuynuklarning ichki strukturasi tushunish uchun hali ham ko‘plab savollar ochiq qolmoqda. Ayniqsa, qora tuynuklar atrofidagi singulyarlik va event horizon haqida ko‘plab ilmiy qiziqishlar mavjud. Bu muammolarni hal qilish uchun ilmiy jamiyatlar yangi nazariyalar va kuzatuv metodlarini ishlab chiqmoqdalar.

Qora tuynuklarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri kuzatish o‘ta murakkab bo‘lsa-da, ilgari surilgan yangi usullar, masalan, **gravitatsion to‘lqinlar** va **Event Horizon Telescope** (EHT) yordamida amalga oshirilgan kuzatuvlar qora tuynuklarning mavjudligi haqida yangi dalillarni taqdim etdi. Bu kuzatuvlar qora tuynuklarning sirlarini ochishga, ularning fizik xususiyatlarini yanada chuqurroq tushunishga yordam bermoqda.

Qora tuynuklar faqat kosmosdagi hodisalar emas, balki ularning o‘rganilishi koinotning qaror topgan qonuniyatlari haqida ham muhim ma'lumotlar beradi. Ularning fizikasi, ayniqsa, **gravitatsiya**, **vaqt va fazo** tushunchalari, **kvant mexanikasi** va **umumiy nisbiylik** nazariyalarining integratsiyasini talab qiladi. Bunday integratsiyalar koinotning eng fundamental qonuniyatlarini tushunishga yangi yo‘llar ochadi.

Shuningdek, qora tuynuklar orqali kuzatiladigan **gravitatsion to‘lqinlar** va **radyatsiya** atrof-muhitning rivojlanishi va o‘zgarishi haqidagi yangi ma'lumotlarga olib keladi. Bularning barchasi kosmik tadqiqotlar va yangi fizik nazariyalarni yaratishda asosiy qadamlar bo‘lib xizmat qiladi.

Qora tuynuklar nafaqat ilmiy kuzatuvlar uchun, balki **astrofizika**, **kosmologiya** va **matematik fizika** sohalaridagi fundamental izlanishlar uchun ham katta ahamiyatga ega. Ularning fizikasini tushunish uchun ilmiy tadqiqotlar davom etmoqda va kutilayotgan yangi kashfiyotlar, ehtimol, bizning koinot haqidagi tushunchamizni tubdan o‘zgartiradi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. **Penrose, R.** *Gravitational Collapse: The Role of General Relativity*. Rivista del Nuovo Cimento, 1965.
2. **Hawking, S. W., and Ellis, G. F. R.** *The Large Scale Structure of Space-Time*. Cambridge University Press, 1973.

3. **LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration.** *Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger.* Physical Review Letters, 2016.
4. **Event Horizon Telescope Collaboration.** *First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole.* The Astrophysical Journal Letters, 2019.
5. **Kerr, R.P.** *Gravitational Field of a Spinning Mass as an Example of Algebraically Special Metrics.* Physical Review Letters, 1963.
6. **Thorne, K. S.** *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy.* W. W. Norton & Company, 1994.
7. **Berti, E., Cardoso, V., and Starinets, A. O.** *Quantum Quasinormal Modes of Black Holes and Neutron Stars.* Classical and Quantum Gravity, 2009.