

QORA TUYNUKLAR VA FAZOVIIY VAQTNING BUZILISHI

Bektemirova Robiya Sherali qizi*“Fizika va astronomiya” ta’limi yo’nalishi talabasi, Nizomiy nomidagi
Toshkent davlat pedagogika universiteti*

Annotatsiya: Ushbu maqolada qora tuynuklarning fizik xossalari, ularning hosil bo’lishi va turlari, fazo-vaqtning ta’siri, shuningdek, ilmiy kuzatishlar batafsil yoritiladi. Qora tuynuklarning vaqt kengayishi, fazo egriligi haqida tushuntirishlar beriladi. Zamonaviy teleskoplar va LIGO kabi detektorlar orqali qora tuynuklarning mavjudligi qanday isbotlanganligi haqida ham so’z yuritiladi.

Kalit so’zlar: Qora tuynuk, umumiy nisbiylik nazariyasi, voqea gorizonti, gravitatsion vaqt kengayishi, fazo egilishi, Kerr qora tuynugi.

Koinot – bu cheksiz va sirli hodisalarga boy makon bo’lib, u haqida olimlar ming yillar davomida izlanish olib bormoqda. Fizika qonunlarining eng g’ayrioddiy tarzda namoyon bo’ladigan joylaridan biri qora tuynuklardir. Albert Eynshteynning **Umumiy nisbiylik nazariyasi** (1915) qora tuynuklarning mavjudligini bashorat qilgan bo’lsa, keyingi asr ichida turli ilmiy dalillar ularning haqiqiylikini isbotladi.

Qora tuynuklar-bu fazoda shunday obyektlarki, ulardan hatto yorug’lik ham qochib qutula olmaydi. Ular nisbiylik nazariyasiga muvofiq, fazo-vaqtni shunday egib yuboradiki, ichkariga kirgan hech bir narsa ortga qaytolmaydi.

Qora tuynuklar shunchalik kuchli gravitatsiyaga ega bo’ladiki, yorug’lik ham ularning tortish kuchidan qochib qutula olmaydi. Shuning uchun ular kuzatiladigan nurlanish chiqarishmaydi va bevosita ko’rinmaydi. Biroq, qora tuynuklar atrofidagi gaz va changlarning issiqlik radiatsiyasi hamda gravitatsion to’lqinlar orqali kuzatiladi. Qora tuynuklar fazo – vaqtning eng sirli va qiziqarli obyektlaridan biri bo’lib, ular fazoviy vaqtni o’zgartiradi, vaqtni sekinlashtiradi va hatto fazo hamda energiyani qayta taqsimlashi mumkin. Ularni o’rganish fundamental fizikaga katta ta’sir ko’rsatmoqda.

Maktab fizika darsliklarida “Qora tuynuklar va fazoviy vaqtning buzulishi” mavzusi to’g’risida to’g’ridan-to’g’ri aniq bir ma’lumotlar berilmaydi va bu mavzu sifatida yoritilmaydi. Lekin bu mavzuga oid boshlang’ich tushunchalar va bu mavzu bilan bog’liq asosiy fizik tushunchalar quyidagi sinflarda uchraydi:

- 7-8 sinf “Gravitatsiya (Yer tortish kuchi, Nyutonning umumiy tortishish qonuni)”;
- 9-sinf “Nyuton mexanikasi va tortishish kuchi”, “Kosmonavtika asoslari”;
- 10-sinf “Elektromagnit to’lqinlar va yorug’lik tezligi”

- 11-sinf “Kosmologiya va Koinotning tuzilishi”

Qora tuynuklar fizikasi. Qora tuynuklar odatda yulduzlarning o‘ta og‘irligi va gravitatsiya ta’sirida ichiga g‘arq bo‘lishi natijasida hosil bo‘ladi. Bu jarayon Quyosh massasidan kamida 3-5 marta katta bo‘lgan yulduzlar portlaganda (supernova) sodir bo‘ladi. Portlashdan keyin yulduzning yadrosi juda zich holatga kelib, qora tuynukka aylandi. Quyidagi jarayonlar qora tuynuklarning paydo bo‘lishiga olib keladi. Bu jarayon odatda to‘rt asosiy yo‘l bilan sodir bo‘ladi:

1. Supernova portlashi – bu yulduz hayotining oxirida sodir bo‘ladigan ulkan portlash bo‘lib, natijada juda yorqin yorug‘lik chiqadi va katta miqdorda energiya ajralib chiqadi.
2. Ikkita neytron yulduzining birlashishi – O‘zaro tortishayotgan neytron yulduzlari qora tuynukka aylanishi mumkin.
3. Katta massali gaz bulutlarining qulash jarayoni – Galaktika markazida supermassiv qora tuynuklarning paydo bo‘lishi bilan bog‘liq nazariya.
4. Katta portlashdan keying kvat fluktuatsiyasi – Ba’zi nazariyalarga ko‘ra, mikroskopik qora tuynuklar dastlabki koinotda hosil bo‘lishi mumkin.

Qora tuynuklarning turlari

Turi	Massasi	Misolllar
Yulduz massali qora tuynuklar	3-50 Quyosh massasi, odatda supernova portlashidan keyin hosil bo‘ladi.	Cygnux X-1
O‘rta massali qora tuynuklar	100-100,000 Quyosh massasi, galaktikalarda kamdan-kam uchraydi	Hali to‘liq tasdiqlanmagan
Supermassiv qora tuynuklar	Millionlab yoki milliardlab Quyosh massasi, galaktikalar markazida joylashgan	Sagittarius A*(Bizning Galaktikamiz markazida), M87*
Mikro qora tuynuklar	Kvant effekti natijasida hosil bo‘lishi mumkin, nazariy mavjud.	Xoking nazariyasi asosida

Karl Shvartsschild 1916-yilda qora tuynuklarning matematik modelini yaratdi. Unga ko‘ra, qora tuynuk atrofida voqea gorizonti deb ataluvchi fera mavjud bo‘lib, bu

chegaradan ichkariga tushgan hech narsa qochib qutula olmaydi. Shvartssild radiusi quyidagi (1) formula bilan hisoblanadi:

$$R_s = \frac{2GM}{c^2} \quad (1)$$

Bu yerda:

R_s - Shvartssild radiusi

G - gravitatsion doimiylik

M – qora tuynik massasi

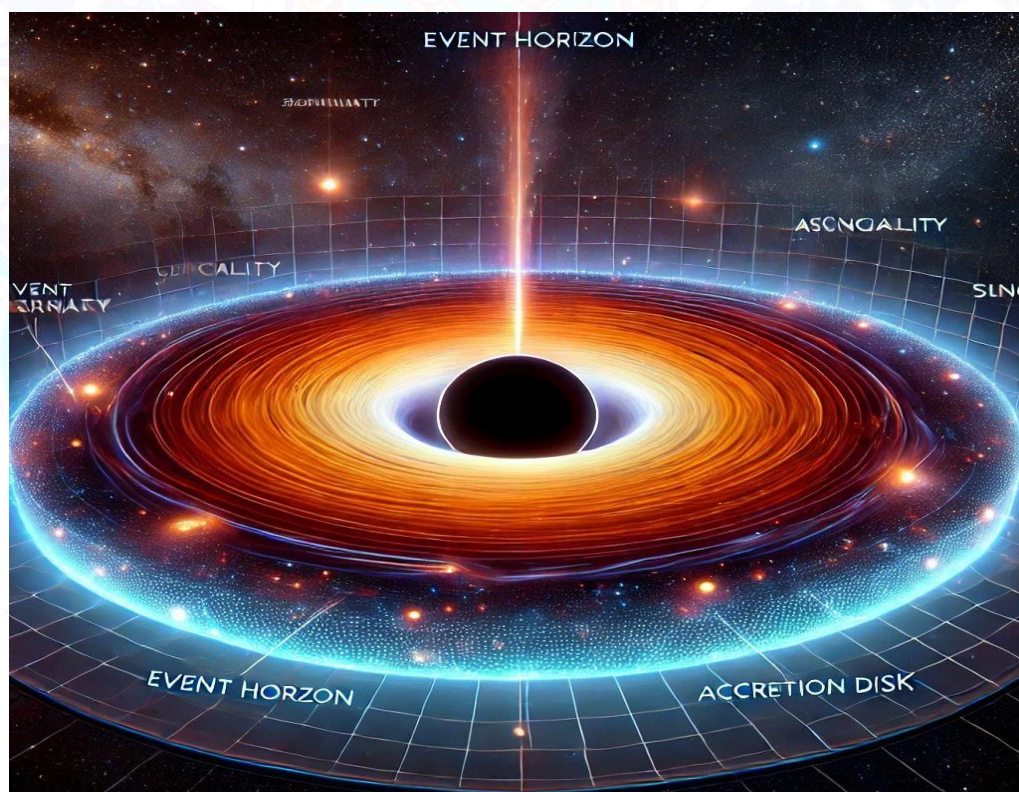
c – yorug'lik tezligi

Masalan, agar Quyosh qora tuynukka aylansa, uning Shvartssild radiusi 3 km bo'lardi.

Aylanuvchi qora tuynuklar Kerr qora tuynugi deb nomlanadi. Ular atrofidagi fazoni ham aylantiradi.

Kerr qora tuynugi quyidagi zonalardan iborat:

1. Singularlik – Gravitatsiya cheksiz kattalikka yetadigan nuqta.
2. Voqea gorizonti - yorug'lik chiqib keta olmaydigan chegaraviy zona.
3. Ergosfera – fazoning qora tuynuk bilan birga aylanishi sodir bo'ladigan hudud.



1- rasmda Qora tuynuk tuzilishi ko'rsatilgan.

Fazoviy vaqtning buzilishi. Eynshteynning Umumiy nisbiylik nazariyasiga ko'ra, katta massa bo'shliqni egadi va vaqtning tezligini sekinlashtiradi. Bu effekt qora

tuynuk yaqinida juda kuchli bo'ladi. Masalan, agar astronaut qora tuynukka yaqinlashsa, tashqaridagi kuzatuvchilarga uning harakatlari juda sekinlashgandik tuyuladi.

Bu effekt gravitatsion Doppler siljishi deb ham ataladi va quyidagi (2) formula bilan ifodalanadi:

$$t' = t \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}} \quad (2)$$

Bu yerda:

t' - qora tuynuk yaqinidagi vaqt

t – uzoqdagi kuzatuvchi uchun vaqt

r - qora tuynuk markazidan masofa

•Qora tuynukka yaqinlashgan obyekt uchun vaqt sekinlashadi.

•Agar kema qora tuynukning voqea gorizontiga yaqinlasha boshlasa, tashqaridan kuzatish mumkin bo'lgan so'nggi tasvir doimiy muzlagan holatda ko'rinadi.

Filmlardan misol keltirsak, "Interstellar" filmidagi Gargantua qora tuynugi yaqinida vatqning o'tishi yerga nisbatan ancha sekin ekanligi ask ettirilgan.

Qora tuynuk atrofidagi kuchli gravitatsiya nafaqat vaqt, balki fazoni ham egib yuboradi. Eynshteynning tenglamalariga ko'ra qora tuynuk yaqinida fazo ichkariga qarab tortiladi, shuning uchun narsa va jismlar ichkariga tushgach, tashqariga chiqolmaydi.

Bunday buzilishlar chuqur gravitatsion quduq shaklida tasvirlanadi. Agar qora tuynuk aylansa (Kerr qora tuynugi), u fazoni ham o'zi bilan aylantiradi. Bu hodisa "Freym-dragging" yoki "Lense- Tirr effekt" deb ataladi.

Ilmiy kuzatishlar va dalillar. 2015- yil LIGO observatoriyasi ikkita qora tuynukning birlashishidan kelib chiqqan gravitatsion to'lqinlarini qayd etdi. Bu olimlarga qora tuynuklarning mavjudligini tasdiqlash imkonini berdi. Bu kashfiyot 2017- yilda Nobel mukofotiga sazovor bo'ldi. 2019-yilda Event Horizon Teleskopi (EHT) loyihasi ilk marta M87 galaktikasidagi qora tuynukning suratini oldi. Keyinchalik 2022-yilda Sagittarius A* qora tuynugi ham suratga olindi.

Stiven Xoking 1974 - yilda kvant effektlari qora tuynuklaridan radiatsiya chiqarishi mumkinligini isbotladi. Bu radiatsiya vaqt o'tishi bilan qora tuynukning bug'lanishiga olib keladi.

Qora tuynuklar va fazoviy vaqtning buzilishi zamonaviy astrofizikaning eng qiziqarli va sirli mavzularidan biridir. Umumiy nisbiylik nazariyasiga ko'ra, qora tuynuklar juda katta massaga ega bo'lib, ular atrofidagi fazo-vaqt egib, hatto yorug'lik ham qochib qutula olmaydigan darajada kuchli gravitatsiya maydonini hosil qiladi. Qora tuynuklarning tadqiq etilishi nafaqat kosmologiyani, balki kvant fizikasi va axborot nazariyasini ham rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Biz koinotning

tub muhiyatini tushunish, zamon va makon chegaralarini anglash hamda kelajak texnologiyalarida yangi yondashuvlarni ishlab chiqish imkoniyatini berishdir.

Qora tuynuklar va fazoviy vaqtning buzilishi mavzusini o‘qitish o‘quvchilarga zamonaviy astrofizika va umumiy nisbiylik nazariyasi haqida fundamental tushunchalarni shakllantirishdir. Bu mavzu orqali o‘quvchilar kosmik obyektlarning ekstremal fizik sharoitlarda qanday xatti-harakat qilishi, gravitatsiyaning fazo-vaqt tuzilishiga ta’siri va Eynshteyn tenglamalarining amaliy natijalari haqida bilimga ega bo‘ladilar.

Shuningdek, bu mavzu o‘quvchilarning ilmiy-tahliliy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirish, ilmiy dalillar asosida xulosalar chiqarish hamda zamonaviy fizikaning chegaralarini anglashiga yordam beradi. Mavzuni o‘rganish nafaqat nazariy bilimlarni oshiradi, balki ilm-fan va texnologiyaning taraqqiyotiga qiziqishni ham rag‘batlantiradi. Shu bilan birga, qora tuynuklar tadqiqoti kvant fizika, kosmologiya va astrofizika kabi fanlar bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, o‘quvchilarni fundamental ilmiy izlanishlarga yo‘naltirish imkonini yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. M. Mamadazimov. “Umumiy astronomiya” Toshkent: “Yangi asr avlodi” 2008
2. Stiven Xoking. “Qora tuynuklar va chaqaloq koinotlar” “Fan” Toshkent: “Fan” 2001. 45-67 betlar.
3. Sofi Xebden. “Kvant nazariyasi uchun 3 daqiqadan”: Toshkent: “Yangi asr avlodi” 2015. 89-112 betlar.
4. P. Habibullayev, A.Boydedayev, A.Bahromov, M.Yo‘ldosheva. 8-sinf Fizika T-2010
5. Robert M. Uold. “Umumiy nisbiylik” Chikago AQSh: “University of Chicago press” 2010.
6. Kip S. Torn. “Fazoviy vaqtning buzilishi: Eynshteynning nisbiylik nazariyasiga kirish” San-Fransisko, AQSh: “W.H.Freeman and Company” 2015.
7. <https://zamin.uz>
8. <https://lunar-explorer.com>
9. <https://elementy.ru/>