HORNDESKI GRAVITATSIYASIDA RADIAL FUNKSIYALI QORA TUYNUKLAR METRIKASI VA ULARNING XOSSALARI

Husanboy Hoshimov,
Gavhar Qarshiyeva,
Gulxumor Ibrohimova
Farg‘ona davlat universiteti

Annotatsiya. *Ushbu ishda Horndeski gravitatsiyasi doirasida sferik simmetriyaga ega bo‘lgan qora tuynuk yechimlari tahlil qilinadi. Asosiy e’tibor radial funksiyaga bog‘liq bo‘lgan metrika koeffitsienti $f(r)$ ning shakliga hamda Horndeski parametrining qora tuynuk geometriyasi va fizik xossalariga ta’sirini o‘rganishga qaratilgan. Olingan natijalar standart Schwarzschild yechimi bilan solishtirilib, Horndeski tuzatmalari mavjud bo‘lgan holatlarda gorizontlar tuzilishi va gravitatsion potensialning o‘zgarishi ko‘rsatib beriladi.*

Kalit so‘zlar: *Horndeski gravitatsiyasi, skalyar–tenzor nazariyalar, umumiy nisbiylik nazariyasi, modifikatsiyalangan gravitatsiya, qora tuynuk, sferik simmetriya, statsionar metrika, radial funksiya, voqea gorizonti, Schwarzschild yechimi, skalyar maydon, gravitatsion potensial, foton sferasi, gorizont strukturasi, kuchli gravitatsion maydonlar.*

Kirish

Umumiy nisbiylik nazariyasi ko‘plab astrofizik va kosmologik hodisalarni muvaffaqiyatli tushuntiradi. Biroq, kvant gravitatsiyasi, qorong‘i energiya va modifikatsiyalangan gravitatsiya modellari bilan bog‘liq masalalar umumiy nisbiylik nazariyasidan tashqariga chiqishni talab etadi. Shu nuqtai nazardan, Horndeski gravitatsiyasi skalyar–tenzor nazariyalarning eng

imrconf.com

umumiy, ikkinchi tartibli harakat tenglamalariga ega sinfi sifatida alohida ahamiyatga ega.

Horndeski nazariyasida skalyar maydonning gravitatsiya bilan noan'anaviy o'zaro ta'siri qora tuynuk yechimlarining yangi sinflarini keltirib chiqaradi. Ayniqsa, sferik simmetriyali va statsionar metrikalar uchun radial funksiya shaklining o'zgarishi qora tuynuklarning fizik tabiatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Nazariy model va metrika

Ko'rib chiqilayotgan sferik simmetriyali qora tuynuk metrikasi quyidagi ko'rinishda beriladi:

$$ds^2 = -f(r)dt^2 + \frac{1}{f(r)}dr^2 + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \qquad (1)$$

Bu yerda $f(r)$— radial funksiya bo'lib, u Horndeski gravitatsiyasi doirasida quyidagi ko'rinishga ega:

$$f(r) = 1 - \frac{2M}{r} - \frac{b^2}{2hgr^2} \qquad (2)$$

yoki soddalashtirilgan holda,

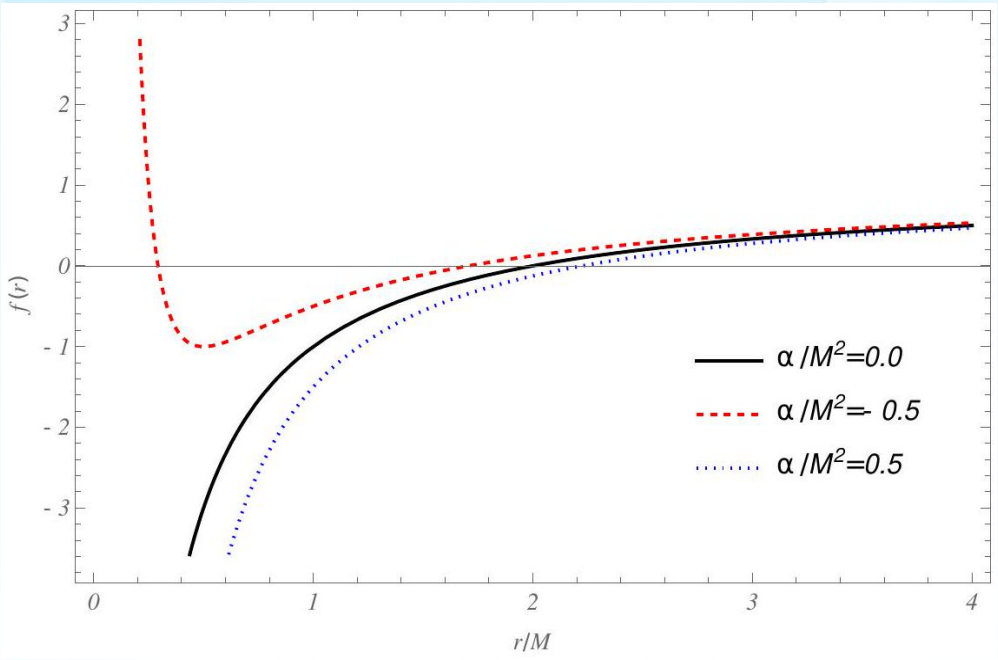
$$f(r) = 1 - \frac{2M}{r} - \frac{\alpha}{r^2} \qquad (3)$$

Bu yerda:

- M — qora tuynuk massasi,
- α — Horndeski gravitatsiyasiga xos bo'lgan modifikatsiya parametri bo'lib, u skalyar maydonning gravitatsiyaga qo'shgan hissasini ifodalaydi.

Agar $\alpha = 0$ bo'lsa, metrika Schwarzschild yechimiga qaytadi, ya'ni Horndeski ta'siri yo'qoladi.

imrconf.com



1-rasm. Grafikda $f(r)$ o'zgaruvchan α/M^2 qiymatlar uchun metrik funksiya ko'rsatilgan bo'lib, voqea gorizontiga yaqin Schwarzschild yechimidan og'ishlarni ta'kidlaydi.

$f(r)$ metrika tenglamasi bo'lib, qora tuynukning asosiy geometrik va fizik xossalarini tushunishda yordam beradi. Agar $f(r) = 0$ bo'lsa, tenglama qora tuynuk gorizontlarining joylashuvini aniqlaydi; $\alpha > 0$ bo'lganda, effektiv gravitatsion potensial kuchayadi va ichki gorizont paydo bo'lishi mumkin. Agar $\alpha < 0$ holatda esa singularlik va gorizont strukturasida sezilarli o'zgarishlar kuzatiladi.Keltirilgan grafiklardan ko'rinadiki, Horndeski parametri ortishi bilan f(r) funksiyaning minimumi chuqurlashadi va radial masofaga bog'liqligi o'zgaradi. Bu esa zarrachalar harakati, foton sferasi va termodinamik kattaliklarga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Xulosa

Ushbu ishda Horndeski gravitatsiyasi doirasida sferik simmetriyali qora tuynuk metrikasi o'rganildi. Radial funksiya tarkibidagi α had qora tuynuk geometriyasini sezilarli darajada o'zgartirishi ko'rsatildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, Horndeski gravitatsiyasi qora tuynuklarning gorizont tuzilishi, gravitatsion potensiali va fizik xossalarini boyituvchi muhim nazariy mexanizm hisoblanadi. Olingan yechimlar kuchli gravitatsion maydonlarda

imrconf.com

modifikatsiyalangan gravitatsiya nazariyalarini sinash uchun muhim ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR:

1. BP Abbott va boshqalar, Ikkilik qora tuynukning birlashishidan tortishish to'lqinlarini kuzatish, Phys. Rev. Lett 116, 061102 (2016), arXiv:1602.03837 [gr-qc].

2. K. Akiyama va boshqalar. (Event Horizon Telescope), Birinchi Sagittarius A* Event Horizon Teleskopi natijalari. I. Somon Yo'li markazidagi supermassiv qora tuynukning soyasi , Astrophys . J. Lett. 930, L12 (2022), arXiv:2311.08680 [astro-ph.HE].

3. K. Akiyama va boshqalar. (Event Horizon Telescope), Birinchi M87 Event Horizon Teleskopi natijalari. VIII. Event Horizon yaqinidagi magnit maydon tuzilishi , Astrophys . J. Lett. 910, L13 (2021), arXiv:2105.01173[astro-ph.HE].

4. E. Babichev va C. Charmousis , Qora tuynukni vaqtga bog'liq Galileon bilan bezash , Yuqori energiya fizikasi jurnali 2014, 106 (2014), arXiv:1312.3204 [gr-qc].

5. TP Sotiriou va S.-Y. Zhou, Umumlashgan skalartensor tortishish kuchida qora tuynuk sochlari: Aniq misol, Phys. Rev. D 90, 124063 (2014), arXiv:1408.1698 [gr-qc].

6. A. Anabalon , A. Cisterna va J. Oliva, Horndeski nazariyasida asimptotik ravishda mahalliy AdS va yassi qora tuynuklar , Phys. Rev. D 89, 084050 (2014), arXiv:1312.3597[gr-qc].

7. J. Rayimbaev , KF Dialektopoulos , F. Sarikulov va A. Abdujabbarov , Horndeski tortishish kuchida tukli qora tuynuklar atrofidagi kvaziperiodik tebranishlar , European Physical Journal C 83, 572 (2023), arXiv:2307.03019 [gr-qc].

imrconf.com