



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIV TA'LIM, FAN VA

INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

**MIRZO ULUG'BEK NOMIDAGI
O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI**

FIZIKA FAKULTETI

Saydaxmatov Umarxo'janing

"Atom fizikasi fanidan"

MUSTAQIL ISHI

MAVZU: Gravitatsion maydonda fotonlar

Qabul qiluvchi: Mamayusupova M.

MUNDARIJA

I.	Kirish	3
II.	Asosiy qism	4
2.1.	Gravitatsion maydon va fotonlar	4
2.2.	Fotonlarning gravitatsion maydonda harakati va kuchlar.....	7
2.3.	Gravitatsion maydonda fotonlar ustida tajriba va eksperimentlar.....	10
III.	Xulosa	14
IV.	Foydalanilgan adabiyotlar	15

Kirish

1. Fundamental fizika chegaralarini o'rganish
2. Umumiy nisbiylik va kvant nazariyasining uyg'unligi: Fotonlar gravitatsion maydondagi xatti-harakatlari umumiy nisbiylik nazariyasini sinovdan o'tkazish imkonini beradi. Masalan, gravitatsion qizil siljish yoki yorug'likning egilishi kabi hodisalarni kuzatish bu nazariyaning to'g'riligini tasdiqlashga yordam beradi. Shuningdek, bu kvant fizikasi va nisbiylikni birlashtiruvchi nazariyalarni rivojlantirish uchun asosiy platformalardan biridir.

Yangi fizika izlanishlari: Fotonlarning gravitatsion maydonlarda o'zini tutishini chuqurroq o'rganish orqali biz qorong'i materiya va qorong'i energiya kabi noma'lum fizik jarayonlarni tushunishga yaqinlashamiz.

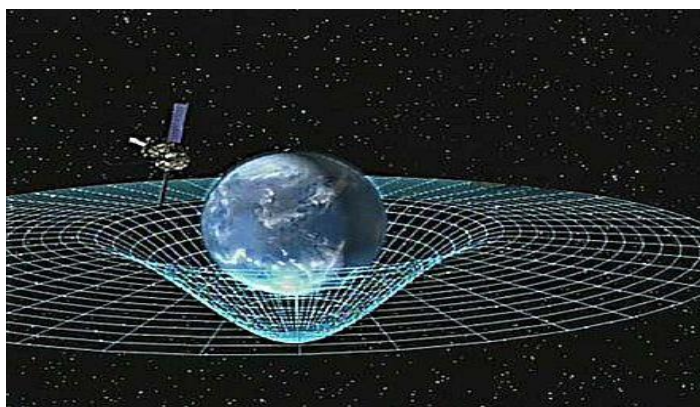
3. Astrofizika va kosmologiya
4. Qora tuynuklar va neytron yulduzlar: Qora tuynuklar yaqinidagi fotonlarning trayektoriyasi va energiyasini o'rganish ularning strukturasi va fizik xususiyatlarini aniqlash uchun muhim. Misol uchun, Event Horizon Telescope (EHT) loyihasi yordamida qora tuynuklarning atrofidagi yorug'lik halqasi kuzatildi. Olamning kengayishi: Gravitatsion qizil siljish kabi hodisalar yordamida uzoq galaktikalardan kelayotgan yorug'likni o'rganish orqali olamning kengayish sur'atini, kosmik doimiylikni va olamning evolyutsiyasini tahlil qilish mumkin.

Asosiy qism

2.1.Gravitatsion maydon va fotonlar

Gravitatsiya (lotincha: gravitas) yoki tortishish — tabiiy fenomen bo‘lib, fizik jismlarning bir-biriga ularning massasiga mutanosib kuch bilan tortilishida namoyon bo‘ladi. Gravitatsiya jismlarga vazn beradi. Gravitatsiya tarqoq materiyani yig‘adi, yig‘ilgan materiyani esa birga ushlab turadi; shuning hisobiga Yer, Quyosh va olamdagi boshqa makroskopik jismlar yuzaga kelgan va mavjud.

Gravitatsiya tufayli Yer va boshqa sayyoralar Quyosh atrofida, Oy Yer atrofida aylanadi; sayyora va yulduzlar ichi qiziydi; tabiatda konveksiya sodir bo‘ladi va hokazo.



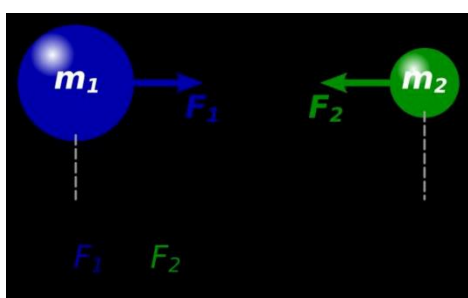
Yer orbitasida tortishish kuchining o'zgarishi

Gravitatsiya to‘rt fundamental o‘zaro ta’sirdan biridir (boshqalari — elektromagnetizm, kuchli o‘zaro ta’sir va kuchsiz o‘zaro ta’sir)

Gravitatsiya — har qanday jismlar orasida vujudga keluvchi universal o‘zaro ta’sir. Agar o‘zaro ta’sir kuchsiz va jism yorug‘likning vakuumdagi tezligiga qaraganda juda kichkina tezlik bilan harakatlanayotgan bo‘lsa, Isaac Newtonning butun olam tortishish qonuni o‘rinli bo‘ladi. O‘zaro ta’sir kuchli va jism harakatining tezligi yorug‘likning vakuumdagi tezligiga yaqin bo‘lgan hollarda esa, Albert Einstein yaratgan umumiy nisbiylik nazariyasi gravitatsiyani to‘g‘ri ifodalaydi.

Nyuton o'zining „Tabiat falsafasining matematik prinsiplari“ (1687) asarida gravitatsiya qonuniga birinchi bo'lib to'liq ta'rif berdi. Nyuton ta'rifiga binoan, ikki moddiy zarraning o'zaro gravitatsiya kuchi ularning massalariga to'g'ri proporsional, orasidagi masofaning kvadratiga teskari proporsional va ularni birlashtiruvchi to'g'ri chiziq bo'yicha yo'nalgan.

Nyutonning ikkinchi qonuniga asosan, t massali jism gravitatsiya kuchi ta'sirida Yer bilan bog'liq bo'lgan sanoq tizimiga nisbatan biror a tezlanish bilan harakatga keladi.



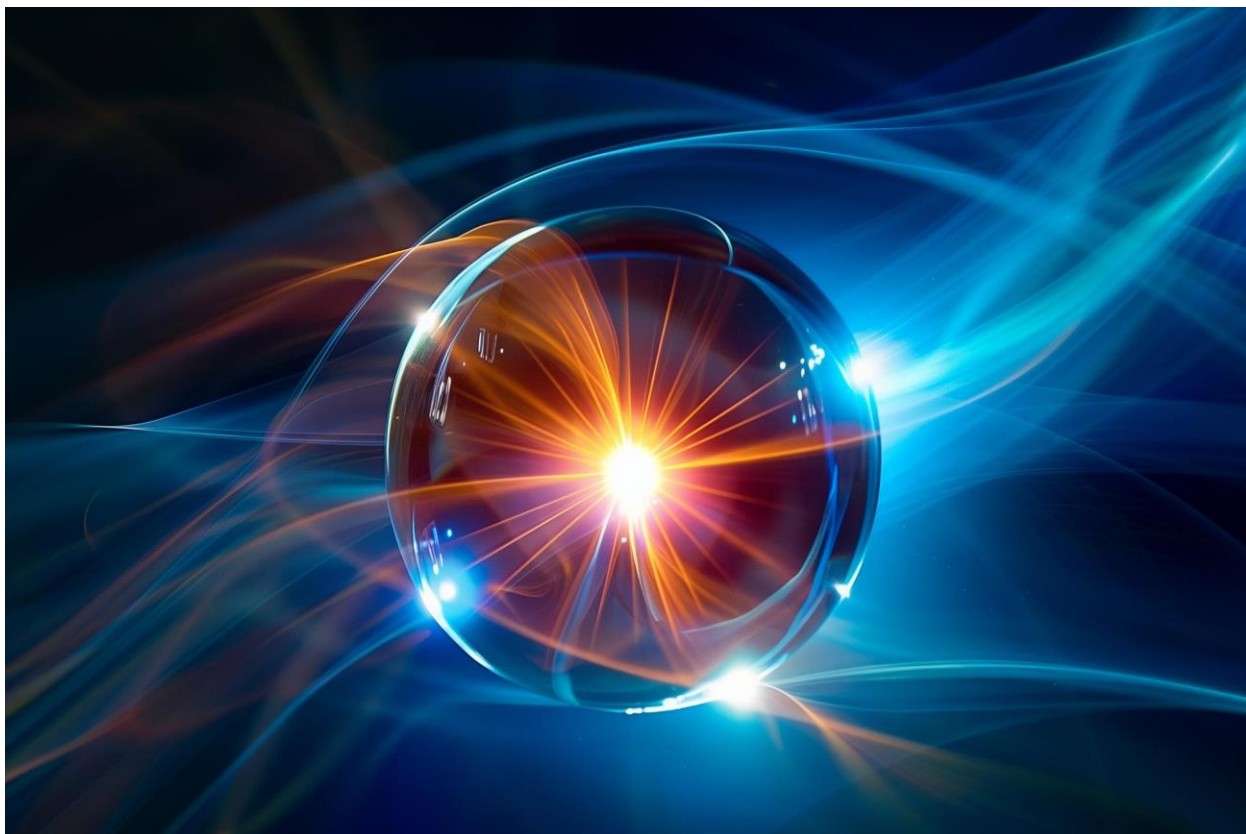
$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

Formuladagi kattaliklar o'zgarmas qiymatga ega ekanliklarini e'tiborga olsak, jism harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuchlar mavjud bo'lmagan hollardagi Yer sirtiga yaqin balandliklarda har qanday jism bir xil tezlanish bilan tushadi, degan xulosaga kelinadi.

Osmon mexanikasi Nyutonning gravitatsiya qonuniga asoslangan. Kosmosda tabiiy yoki sun'iy jismlarning harakatlarini tekshirishda shu qonunga amal qilinadi. Ko'pgina hollarda Nyutonning gravitatsiya qonuni tufayli yangi sayyoralar, yo'ldoshlar aniqlandi, astronomiya qator yangi yutuqlarga erishdi. Shu bilan birga, bu qonun tushuntirib berolmagan Merkuriy, Venera, Mars sayyorolari perigeliylarining harakati kabi ayrim hodisalar ham ma'lum edi. Shu kabi uchraydigan chigalliklarni bartaraf qilish maqsadida olimlar Nyuton gravitatsiya qonunining matematik ifodasiga turli qo'shimchalar kiritishga o'rindilar. Ammo

bunday urinishlar natija bermadi. Kuchli gravitatsion maydonlarga (har qanday fizik obyektlarning hosil qiladigan maydoni gravitatsion yoki tortishish maydoni deyiladi. Gravitatsion maydon Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasida to‘rt o‘lchovli tenzor potentsiali orqali bayon qilinadi) va bu maydonlarda yorug‘lik tezligiga yaqin tezliklar bilan harakatlanuvchi jismlarga tatbiq qilishda Nyuton gravitatsiya qonunining butunlay ojizligi aniqlandi. Bunday hollarda Eynshteyn yaratgan gravitatsiya nazariyasidan foydalanish juda yaxshi natija beradi.

Foton (qadimgi yunoncha: $\phi\omega\tau\acute{o}\varsigma$ — „yorug‘lik“) elementar zarracha bo‘lib, elektromagnit nurlanish (xususan, yorug‘lik) kvantidir. Foton — yorug‘likning elementar zarrasi deb tasavvur qilinadi. Issiqlik nurlanishi, fotoeffekt hodisalari foton tushunchasi asosida tushuntiriladi. Bu hodisalarni tushuntirishda yorug‘lik energiyasi (ya’ni, elektromagnit energiya) fotonlarda mujassamlangan, yorug‘lik energiyasi fotonlar ko‘rinishida tarqaladi degan fikr asos qilib olingan.



2.2.Fotonlarning gravitatsion maydonda harakati va kuchlar.

Fotonlar gravitatsion maydonda harakat qilganda, ular gravitatsion kuchlarning ta'siri ostida yo'nalishlarini o'zgartirishi mumkin. Bu jarayon gravitatsion linzalash yoki gravitatsion qizil siljish kabi hodisalar bilan bog'liq. Quyida asosiy tushunchalar keltirilgan:

1. Fotonlar va gravitatsion maydon
2. Fotonlar massaga ega bo'lmagan zarrachalar bo'lsa-da, ular energiya va impulsiga ega. Shu sababli, gravitatsion maydon fotonlarning traektoriyasiga ta'sir qiladi. Bu ta'sirni umumiy nisbiylik nazariyasi tushuntiradi. Albert Eynshteynning bu nazariyasiga ko'ra, katta massa atrofida fazo-vaqt egilib, yorug'lik nurlarining harakati shu egilgan fazo orqali amalga oshadi
3. Gravitatsion linzalash
4. Gravitatsion linzalash katta massali jismlar (yulduzlar, qora tuynuklar yoki galaktikalar) atrofida sodir bo'ladi. Quyidagi jarayon kuzatiladi:

Massali obyekt yaqinidan o'tgan fotonlarning yo'nalishi o'zgaradi.

Bu hodisa kuzatuvchiga obyektning orqasidagi manbadan kelayotgan yorug'likning qayta tarqalib ko'rinishiga olib keladi.

Bu hodisani Quyosh yaqinida yulduz yorug'ligining burilishini kuzatish orqali isbotlashgan.

5. Gravitatsion qizil siljish
6. Fotonlar gravitatsion maydon ichida yuqoriga harakatlanayotganda energiyasi kamayadi. Chunki:

Gravitatsion kuch fotonning impulsiga qarama-qarshi yo'nalishda ta'sir ko'rsatadi.

Yorug'likning to'lqin uzunligi kattalashadi, ya'ni foton qizil rangga siljiydi.

Bu jarayon katta massali obyektlar, masalan, qora tuynuklar yoki neytron yulduzlar atrofida yaqqol kuzatiladi.

4. Gravitatsion vaqtning sekinlashuvi

Gravitatsion maydonda fotonlar o'ta sekin harakatlanayotganday ko'rinadi. Fazo-vaqt egilishi vaqtning ham gravitatsion maydon yaqinida sekinroq o'tishiga olib keladi.

5. Gravitatsion to'lqinlar va fotonlar

Gravitatsion to'lqinlar (massiv obyektlarning harakati natijasida yuzaga kelgan fazo-vaqt vibratsiyalari) yorug'lik nurlarini deformatsiya qilishi mumkin. Fotonlar traektoriyasi bu to'lqinlar ta'sirida egiladi yoki chizig'idan chiqadi.

Ushbu hodisalar astrofizika va kosmologiyada muhim ahamiyatga ega bo'lib, koinotning tuzilishi va rivojlanishini o'rganishda qo'llaniladi.

Muallifning fikricha, fizikaning asosiy maqsadi munozaradir, u hozirda ushbu sohada qo'llanilmaydi

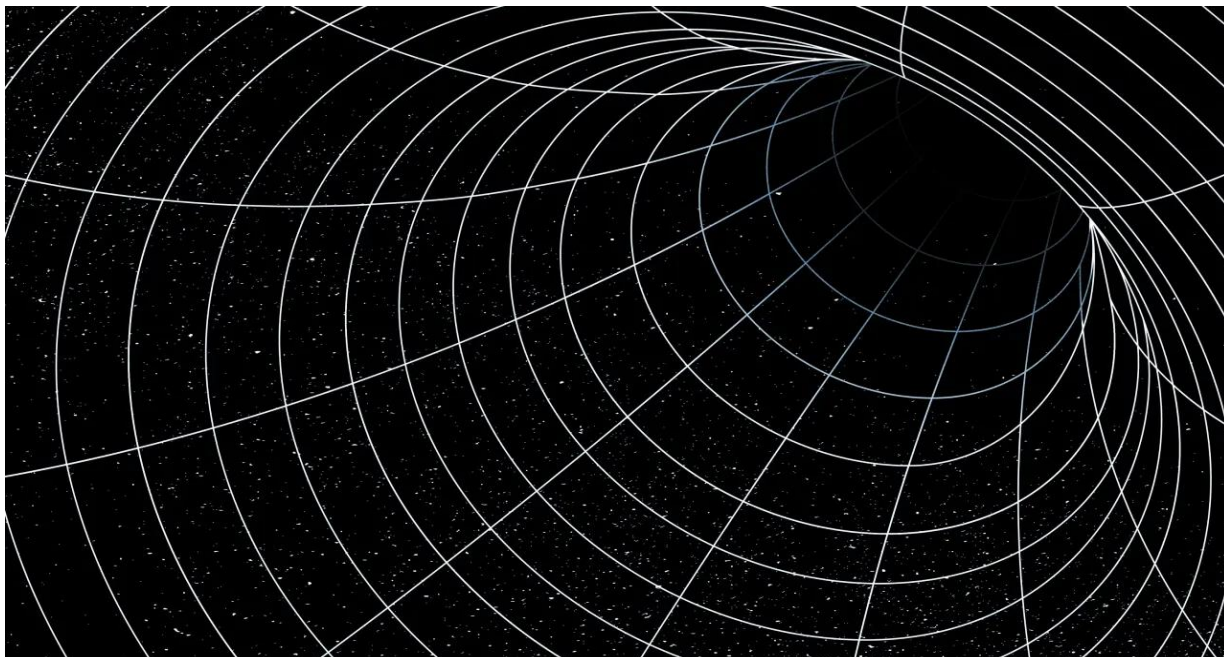
Eynshteynning fizikasi, bu juda dogmatik tarzda qabul qilinishi mumkin. Eynshteynning maxsus va umumiy nisbiylik nazariyalarining asosi fizika evolyutsiyasiga to'siq qo'yadi va muallif bu stereotiplarni buzmoqchi va o'zining tanqidiy fikrlarini taklif qiladi. Fotonlar (tinch massasi nolga teng bo'lgan zarralar). Nol tinch massaga ega bo'lmagan zarralar uchun maksimal tezlik chegarasi mavjud kvant-mexanik konstantalarga muvofiq. Muallif asosiy nomutanosibliklar faqat ko'rinib turadi, deb taklif qilmoqchi massa formulalarga kiritilganda, fotonlar bilan ishlashda bu shart emas, chunki ularning dam olish massasi tengdir.

Nisbiylik nazariyasi va uning massa bilan egri bo'lgan fazo-vaqtning geometrik talqini nazariyasi bilan birgalikda.

Lokallashtirilgan miqdordagi konsentrlangan energiya (fotonlar) oqimi natijasida hosil bo'lgan nurni oling. ni aniqlaymiz

f chastotasi va Plank doimiy h dan foydalangan holda korpuskulyar to'liqin dualizmi doirasidagi bu kvantlarning energiyasi, shuningdek, ma'lum

kamaytirilgan Plank doimiysi $\hbar = h/2\pi$ va aylana chastotasi ω :



2.3. Gravitatsion maydonda fotonlar ustida tajriba va eksperimentlar

Gravitatsion maydonda fotonlar ustida amalga oshirilgan tajribalar va eksperimentlar koinotning fizik qonuniyatlarini chuqur o'rganish uchun asosiy vositalardan biridir. Ushbu mavzu astrofizika, umumiy nisbiylik va kvant fizikasining kesishmasida yotadi va ko'plab fundamental savollarga javob beradi. Quyida ushbu mavzu bo'yicha batafsil ma'lumotlar va tadqiqotlarning asosiy yo'nalishlari keltirilgan.

Fotonlar massaga ega bo'lmasa-da, gravitatsion maydonlarda ularning harakati o'zgaradi. Bu ta'sir Eynshteynning umumiy nisbiylik nazariyasi orqali tushuntiriladi. Gravitatsiya nafaqat fotonlarning traektoriyasiga ta'sir qiladi, balki ularning energiyasini va to'lqin uzunligini ham o'zgartiradi. Ushbu hodisalar gravitatsion linzalash, qizil siljish va yorug'likning egilishi kabi jarayonlarda yaqqol namoyon bo'ladi.

Tajriba va eksperimentlar

1. Gravitatsion yorug'lik egilishi tajribasi (1919)

Mazmuni:

To'liq Quyosh tutilishi paytida yorug'lik nurlari Quyosh gravitatsion maydonidan o'tganda egilishini o'lchash.

Quyoshdan uzoqdagi yulduzlarning ko'rinadigan joylashuvi Quyosh tutilishi paytida va undan keyin solishtirilgan.

Natijalari:

Yorug'lik nurlari Quyoshning gravitatsion maydoni yaqinida egilgan.

Bu umumiy nisbiylik nazariyasining birinchi eksperimental tasdig'i bo'ldi.

Ahamiyati:

Ushbu tajriba yorug'lik va gravitatsiya o'rtasidagi bog'liqlikni isbotladi va fazo-vaqtning egilishini tasdiqladi.

2. Pound-Rebka eksperimenti (1960)

Mazmuni:

Gamma-nurlarning Yerning gravitatsion maydonida yuqoriga va pastga harakatlanayotganda qizil va ko'k siljishini o'lchash.

Tajriba Harvard universitetida yuqori aniqlikdagi gamma-nurlar yordamida amalga oshirilgan.

Natijalari:

Gamma-nurlarning yuqoriga harakatlanayotganda energiyasi kamayib, to'lqin uzunligi ortgan (qizil siljish).

Pastga tushganda esa aksincha, energiya ortgan va to'lqin uzunligi qisqargan (ko'k siljish).

Ahamiyati:

Bu umumiy nisbiylik nazariyasining asosiy tamoyillaridan biri bo'lgan gravitatsion qizil siljish hodisasini isbotladi.

Gravitatsion potentsial va yorug'lik o'rtasidagi bog'liqlikni empirik ravishda tasdiqladi.

3. Gravitatsion linzalash kuzatuvlari

Mazmuni:

Galaktika klasterlari yoki qora tuynuklar kabi katta massali obyektlar atrofida yorug'likning egilishi kuzatildi.

Bu hodisa yorug'likni linza kabi sinib o'tishini keltirib chiqaradi.

Misollar:

Einshteyn halqalari: Yorug'lik manbai va kuzatuvchi o'rtasida katta massa joylashganida hosil bo'lgan halqa shaklidagi yorug'lik tasviri.

Hubble teleskopi: Uzoq galaktikalarning tasvirlarini o'zgartirgan linzalash hodisalarini qayd etdi.

Ahamiyati:

Qorong'i materiya va qorong'i energiyaning koinotda qanday taqsimlanganini aniqlashda ishlatiladi.

Galaktikalar va boshqa obyektlarning massasini aniq o'lchashga imkon beradi.

4. Gravitatsion vaqtning sekinlashuvi (Hafele-Keating tajribasi, 1971)

Mazmuni:

Atom soatlar Yerning gravitatsion maydoni va harakatiga ta'sirini o'rganish uchun samolyotlarda joylashtirilgan.

Gravitatsion maydon ta'sirida vaqtning sekinlashishi yoki tezlashishi kuzatilga

Natijalari:

Samolyot soatlarining ko'rsatmalari Yerda qolgan soatlardan farq qilgan.

Yorug'lik va gravitatsion vaqt o'rtasidagi bog'liqlik tasdiqlangan.

Ahamiyati:

Bu hodisa GPS tizimlari va boshqa texnologiyalarni ishlab chiqishda muhim bo'ldi.

5. Qora tuynuklar va fotonlar

Event Horizon Telescope (EHT) tajribasi (2019)

M87 galaktikasining markazidagi qora tuynukning "soya" tasviri olindi.

Qora tuynukning atrofidagi fotonlarning gravitatsion maydonda qanday egilganligi kuzatildi.

Natijalar:

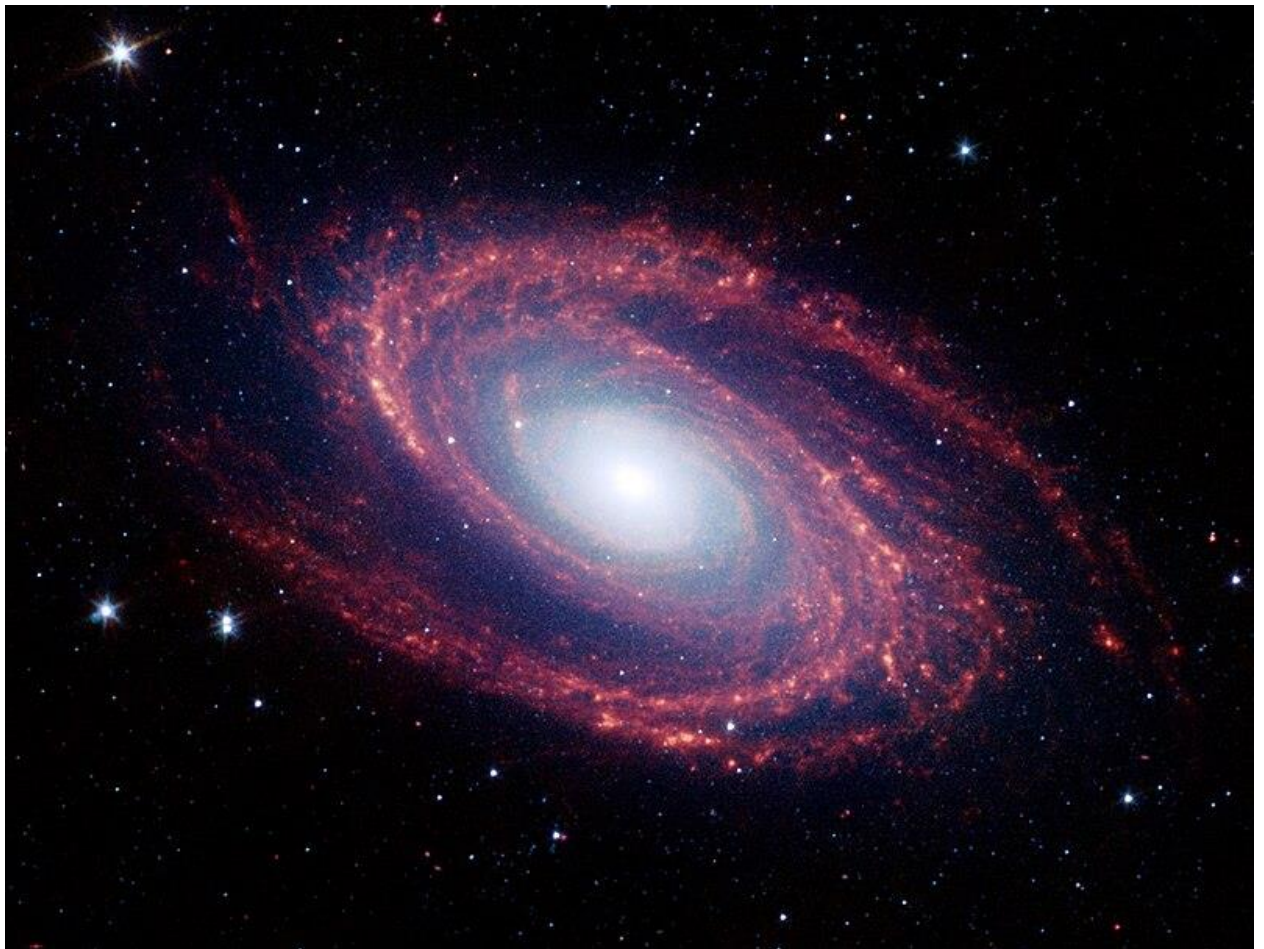
Yorug‘lik nurlari qora tuynukning gravitatsion maydoni yaqinida foton halqasi hosil qilgan.

Bu qora tuynuklarning gravitatsion ta’sirini va yorug‘likning ekstremal sharoitdagi harakatini tushunishga yordam berdi.

6. Gravitatsion to‘lqinlar va yorug‘lik nurlari

LIGO va Virgo detektorlari (2015-yil va undan keyin)

Gravitatsion to‘lqinlar koinotda yorug‘lik nurlarini deformatsiya qilishi mumkinligi aniqlangan.



Xulosa

Gravitatsion maydon fotonlarning traektoriyasi, energiyasi va to‘lqin uzunligiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu hodisalar nafaqat fizik fundamental qonuniyatlarini tasdiqlashda, balki astrofizikada yangi kashfiyotlar qilishda ham muhim ahamiyatga ega. Fotonlarning gravitatsiya bilan o‘zaro ta’sirini o‘rganish koinotning tuzilishi, qora tuynuklar, qorong‘i materiya va energiya kabi tushunchalarni chuqurroq anglash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Nyuton I. Philosophiae Naturalis Principia Mathematica Plank Maks «Energiyaning taqsimot qonuni to'g'risida

Oddiy spektr". Fizika yilnomalari. 1901 yil.

2. Albert Eynshteyn. In: Fizika va kimyo yilnomalari. Molekulyar kinetik haqida. Issiqlik nazariyasi

suyuqliklarda to'xtatilgan zarrachalarning tinch holatda harakatlanishi. Harakatlanuvchi jismlarning elektrodinamiği haqida.

1905 yil.

3. Barrou JD. Hamma narsaning yangi nazariyalari. Oksford universiteti matbuoti; Angliya, Buyuk Britaniya. 2007 yil.

4. F ni yoping. Juda qisqa kirish. Zarrachalar fizikasi. Oksford universiteti matbuoti; Angliya, Buyuk Britaniya. 2004 yil.

5. Devis Pol. Vaqt haqida, Eynshteynning tugallanmagan inqilobi. Simon va Shuster; Nyu-York, Amerika Qo'shma Shtatlari. 1995 yil.

6. Feynman RP, Leighton RB, Sands M. Feynmanning fizika bo'yicha ma'ruzalari. Addison nashriyot kompaniyasi; Boston,

Amerika Qo'shma Shtatlari. 1966 yil.

7. Feynman RP. Yorug'lik va materiyaning g'alati nazariyasi. Princeton universiteti matbuoti; Nyu-Jersi, Amerika Qo'shma Shtatlari. 1985 yil.

8. Halliday D, Resnik R, Walker J. Fizika asoslari, kengaytirilgan. 8-nashr John Wiley & Sons; Xoboken, Yangi

Jersi, Amerika Qo'shma Shtatlari 2008 yil.