

СУТТЄВО НЕГЕОДЕЗІЙНІ ЕКВАТОРІАЛЬНІ КОЛОВІ ОРБИТИ ЧАСТКИ ЗІ СПІНОМ У ПОЛІ ШВАРЦШІЛЬДА

Феник Микола

*Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача НАН України, вул. Наукова, 3б, Львів, 79060*

З аналізу рівнянь геодезійних ліній відомо, що колові орбіти для безспінової частки з ненульовою масою в полі Шварцшільда існують за умови, що радіальна координата $r > 3M$ (тут M – шварцшільдівська маса в системі одиниць, де швидкість світла у вакуумі та гравітаційна стала дорівнюють одиниці). При цьому орбітальна швидкість такої частки на коловій геодезійній орбіті залежить від радіальної координати таким чином, що вона прямує до швидкості світла, коли r прямує до $3M$. Інша ситуація для частки зі спіном, рух якої в загальній теорії відносності описують рівняння Матісона-Папапетру: її ультрарелятивістські колові орбіти існують не лише для значень радіальної координати $r > 3M$. Зокрема, ультрарелятивістська частка зі спіном може рухатися по орбіті з r як дещо більшим від $3M$, так і рівним або меншим від $3M$.

На основі точних рівнянь Матісона-Папапетру і їх лінійного за спіном наближення ми проаналізували суттєво негеодезійні колові орбіти спінової частки в полі Шварцшільда за межами малого околу $r = 3M$. Досліджено область існування таких орбіт, отримано залежності гама-фактора Лоренца, енергії та моменту кількості руху частки від радіальної координати. Проілюстровано випадки, коли спін-орбітальна взаємодія впливає на орбіту частки як значна відштовхувальна сила, що протидіє звичайному гравітаційному притягання, або ж посилює дію цього притягання.

SIGNIFICANTLY NONGEODESIC EQUATORIAL CIRCULAR ORBITS OF A SPINNING PARTICLE IN STRONG GRAVITATIONAL FIELD

Using the exact Mathisson-Papapetrou equations which describe motions of a spinning test particle in general relativity and their linear spin approximation we investigate significantly nongeodesic circular orbits of a highly relativistic spinning particle in the Schwarzschild background. The region of the existence of these orbits, the dependence of the relativistic Lorentz factor on the radial coordinate, as well as the energy and angular momentum, are considered. We illustrate different cases when the spin-gravity interaction acts on the particles orbits as a strong repulsive force, which can compensate the usual ("geodesic") attraction, or acts as an additional strong attractive force.