

Изкуствени черни дупки¹

Джон Картрайт

Известна е особеността на черните дупки: силната гравитация не позволява на нито един светлинен лъч да ги напусне, така че те са по принцип невидими.

Представата за раждането им е свързана с колапса на големите звезди след изчерпване на ядреното им гориво. Може да се окаже обаче, че физици във Великобритания са успели да създадат лабораторно “изкуствена” черна дупка.

По начало теоретиците, изучаващи черни дупки, се фокусират почти изключително върху прилагането на общата теория на относителността на Айнщайн, която описва възникването на гравитацията като следствие от изкривяването на пространство-времето. През 1974 г. физикът от университета в Кеймбридж Стивън Хокинг, основавайки се на работата на Джейкъб Бекенстейн показва, че в теорията трябва да се отчитат и законите на квантовата механика.

Хокинг показва, че хоризонтът на събитията, заграждащ една черна дупка, извън който светлината не може да проникне, трябва самият той да излъчва частици като неутрини и фотони. Според принципа на Хайзенберг за неопределеност такива частици може да се раждат постоянно във вакуум по двойки и скоро след това да анихилират. Но ако подобна двойка се появи на хоризонта на събитията, като едната е вътре, а другата – вън от него, вътрешната ще бъде “пленена” в черната дупка, докато другата може да се освободи. За външен наблюдател черната дупка ще прилича на тяло с определена температура и той ще разглежда тези частици като “лъчение на Хокинг”.

На теория всичко това изглежда много добре, но на практика лъчението на Хокинг от една черна дупка би било твърде слабо, за да се регистрира на фона на микровълновото лъчение, останало след Големия взрив. Казано по-просто, черните дупки са твърде студени. Даже за най-малките черни дупки, които според Хокинг имат най-висока характеристична температура, тя ще бъде на цели осем порядъка по-ниска от температурата на фоновото микровълново лъчение.

¹ Съобщение на сайта PhysicsWorld.com от 6. март, т.г. Разбира се, заглавието е подвеждащо и поставено само, за да заинтригува. Въпреки това в съобщението става дума за сериозна физика. Препоръчвам на читателите, които имат възможност, да проследят на посочения адрес съпровождащите публикацията коментари – те са показателни за това, как една зряла физична общност обсъжда проблемите. (Бел. прев.)

Сблъсквайки се с трудността за наблюдаване на лъчението на Хокинг от астрофизични черни дупки, някои физици опитаха да създадат лабораторно изкуствени черни дупки, които имат по-висока характеристична температура. Ясно е, че да се създаде огромна гравитация е както опасно, така и – почти невъзможно. Но изкуствените черни дупки може да се основават на една аналогична система, в която изкривеното пространство-време на едно гравитационно поле се симулира от друг променлив параметър, който променя разпространението на една вълна. Както казва Улф Леонард от университета Сейнт Ендрюс във Великобритания, “Ние не можем да променим законите на гравитацията според желанията си, но можем да променим аналогични параметри в една система от кондензирана материя.” Групата на Леонард първа създаде изкуствена система тип “черна дупка”, в която може да се регистрира лъчението на Хокинг (*Science* 319 1367).

Рибарска физика²

Идеята за използване на аналогични системи за създаване на черни дупки бе предложена първо от Уилям Унрух от университета в Британска Колумбия през 1981 г. Той апелира да си представим риба, опитваща да плава срещу течението в един водопад, който в случая играе ролята на черна дупка. След определена точка близо до водопада водният поток става толкова силен – подобно на хоризонта на събитията – че рибата не може да плува достатъчно бързо, за да го преодолее. В същия дух Унрух след това разглежда какво би станало с вълните, разпространяващи се от морето в устието на една река. Тъй като водният поток се засилва нагоре по течението на реката, вълните могат да се разпространяват срещу течението само дотогава, докато не бъдат победени. По този начин реката е “бяла дупка” – нищо не може да проникне в нея.

В опита, проведен в Сейнт Ендрюс, се използва показателят на пречупване на един оптичен световод като аналог на гравитационното поле. Всъщност в този опит участват както черни, така и бели дупки. Той се основава на факта, че в дадена среда скоростта на светлината се определя не само от нейната дължина на вълната, но също така и от показателя на пречупване.

² Подзаглавието съдържа непреводима игра на думи. Fishy Physic може да означава и съмнителна, неправдоподобна физика. Оставихме Рибарска физика, тъй като по-нататък действително става дума за риби. (Бел. прев.)

В началото групата изпраща по оптичния световод светлинен импулс, който по силата на едно явление, известно като ефект на Кер, променя локално показателя на пречупване. Миг след това се изпраща “пробен” светлинен лъч, чиято дължина на вълната е достатъчно голяма, за да се движи по-бързо и да настигне импулса. Но поради променения показател на пречупване около импулса, “пробният” лъч винаги се забавя достатъчно и това му пречи да достигне импулса – така импулсът играе роля на бяла дупка. По същия начин, ако от противоположния край на световода се изпрати светлина, тя ще достигне импулса, но няма да може да премине през него от другата му страна – сега пък импулсът се държи като черна дупка.

Зад хоризонта на събитията

Леонард и колегите му показаха, че хоризонтите на събитията на черните и белите дупки съществуват, като наблюдаваха груповата скорост на пробната светлина, която никога не надминава скоростта на импулса. Още по-важно, те пресметнаха, че трябва да е възможно детектирането на лъчението на Хокинг от всеки от хоризонтите на събитията чрез наблюдаване на светлината в далечния край на световода.

Детектирането на лъчението на Хокинг ще помогне на физиците да запълнят празнината, която разделя квантовата механика и общата теория на относителността – днес две несъвместими теории. Възможно е също то да помогне на физиците да разкрият мистерията около дължината на вълната на фотоните, излъчени на хоризонта на събитията, за която се предполага, че е практически нула преди да се разтегли почти до безкрайност от гравитацията.

Р. Парентани от френския университет Париж-Юг обаче смята, че въпреки възможността да се види лъчение от хоризонта на събитията в бъдещи варианти на подобни експерименти, лъчението може да не притежава всички очаквани свойства на лъчението на Хокинг, излъчено от астрофизични черни дупки. Така например влакнесто-оптичната система е ограничена от дисперсията, което означава, че дължината на вълната на излъчените на хоризонта на събитията фотони няма да се разтеглят твърде много. Той пита “Кои са минималните свойства, изисквани за индуциране на Хокингово лъчение в една лабораторна система по начина, по който се индуцират от гравитационни черни дупки? Отговорът, дори на теоретично равнище, не е ясен. Тези опити обаче ще ни провокират да разгледаме въпроса по-дълбоко.”

Превод Х.Д.