

СТО преминава успешно ключова проверка¹

Е. Картлидж

Учените, изследващи лъченията от далечни гама-източници, установиха, че скоростта на светлината не зависи от дължината на вълната до мащаби, които лежат под Планковата дължина. Те твърдят, че това поставя под съмнение някои теории на квантовата гравитация, които постулират нарушаване на Лоренцовата инвариантност.

Лоренцовата инвариантност гарантира, че физичните закони са едни и същи за всички наблюдатели, независимо от това, къде във Вселената се намират те. Айнщайн използва това като постулат в специалната теория на относителността (СТО), приемайки, че скоростта на светлината във вакуум не зависи от това кой я измерва, стига наблюдателят да се намира в инерциална отправна система.

Обединяване на космичното с квантовото

За повече от 100 години Лоренцовата инвариантност нито веднъж не се оказва нарушена. Физиките обаче продължават да я подлагат на все по-строги проверки, включително чрез съвременни версии на прочутия интерферометричен опит на Майкелсън – Морли. Този стремеж към прецизност произтича поначало от желанието на физиките да обединят квантовата механика с общата теория на относителността (ОТО), доколкото някои теории на квантовата гравитация, включително теорията на струните, изискват нарушаване на Лоренцовата инвариантност. По-специално, тези теории допускат възможността въпросната инвариантност да не е валидна близо до нищожно малката Планкова дължина – около 10^{-33} cm, тъй като при тези мащаби се очаква квантовите ефекти да влияят силно на структурата на пространство–времето.

Не е възможно да се провеждат експерименти пряко в областта на Планковата дължина, тъй като тя съответства на енергии от порядъка на 10^{19} GeV – далеч над възможностите на ускорителите на частици (най-мощният от които – адронният колайдер в ЦЕРН, ще ускорява частиците само до около 10^4 GeV). Последните изследвания обаче, проведени под ръководството на Дж. Гранот от университета в Хартфордшир, Великобритания, осигуряват непряка проверка на Лоренцовата инвариантност при Планкови мащаби.

Учените изучават лъчението от гама-източника, свързан с високо енергетична експлозия в далечна галактика. Този източник бе открит на 10. май тази година от космическия телескоп “Ферми” за гама лъчи на НАСА. Изследователите анализират лъчението при различни дължини на вълната, за да установят дали съществуват признаци, че фотоните с различни енергии, излъчени едновременно, попадат в детекторите на телескопа в различни моменти. Подобно разсейване във времето на пристигане би свидетелствувало за реално нарушаване на Лоренцовата инвариантност. С други думи, скоростта на светлината във вакуум зависи от енергията на тази светлина и не представлява универсална константа. Подобна енергийна зависимост би била нищожно малка, но все пак би предизвикала измерима разлика във времената на пристигане в детектора, тъй като разстоянията до източника на гама лъчите са огромни – милиарди светлинни години.

Колективът на учените използва два относително независими начина за анализ на данните, за да заключи, че Лоренцовата инвариантност не е нарушена. Единият включва детектиране на високоенергетичен фотон по-малко от секунда след началото избухването, а вторият е наличието на характерни остри пикове в рамките на

¹ Превод от материал, поместен на 28. окт. 2009 г. на страницата на Physics World. (Бел. прев.)

еволуцията на избухването, а не размазване на резултатите, което може да се очаква в случай на разлика в скоростите на различните фотони. До същите нулеви резултати учените стигнаха и при изучаване лъчението от източника на гама лъчи, детектирано през септември, миналата година. Тогава обаче те успяха да стигнат само една десета от Планковата енергия. Решаващо в сегашния случай е по-кратката продължителност и много по-фината структура във времето на новия източник на гама лъчи, което позволява нулевият резултат да се разпространи до енергии, поне 1,2 пъти превишаващи Планковата енергия.

Ограничаване на квантовата гравитация

Според Гранот тези резултати поставят под “силно съмнение” квантово–гравитационните теории, в които скоростта на светлината зависи линейно от енергията на фотоните, като тук може да се включат и някои варианти на теорията на струните. “Аз не бих използвал израза “отхвърлят”” – казва той – “тъй като повечето модели не включват точни предсказания за мащабите на енергиите, при които трябва да настъпят нарушения на Лоренцовата инвариантност. Нашите наблюдения обаче изискват мащабите на тези енергии да бъдат доста над Планковата енергия, което прави подобни модели неестествени.”

Гранот казва, че за изследване в Планковия мащаб на теории, които предполагат квадратична или от по-висока степен зависимост на скоростта на светлината от енергията на фотона, са необходими по-точни измервания. Той изтъква също, че подходът на неговата група проучва само един от няколкото възможни ефекта от нарушаване на Лоренцовата инвариантност, и, че изключително точни ограничения за това нарушаване са получени чрез изследване на възможната зависимост на скоростта на светлината от поляризацията на фотоните в рентгеновите лъчи, излъчени от Ракообразната мъглявина. Но, добавя той, за проста зависимост от енергията новите ограничения, получени от неговата група, са най-точните.

Джовани Амелино-Камелия от университета в Рим вярва, че последната работа сочи настъпването на ерата на феноменологията в квантовата гравитация, когато най-накрая физиците ще бъдат в състояние да предложат теории на квантовата гравитация, подлежащи на опитна проверка. Той казва: “Природата, по нейните уникално остроумни начини, може би е пресметнала как да квантува пространство–времето без да засяга относителността. Но дори и най-малката възможност да бъдеш на границата на една нова революция е истински вълнуваща.”