



Warszawa, 11 lipca 2024

Tachiony „enfant terrible” współczesnej fizyki

Tachiony są hipotetycznymi cząstkami, które poruszają się z prędkościami większymi niż prędkość światła. Można rzecz, że są one „enfant terrible” współczesnej fizyki. Do niedawna były powszechnie uważane za twory niemieszczące się w szczególnej teorii względności. Opublikowana właśnie w „Physical Review D” praca fizyków z Uniwersytetu Warszawskiego i University of Oxford wykazała jednak, że wiele z tych uprzedzeń było pozbawionych podstaw. Tachiony nie tylko nie są wykluczone przez tę teorię, ale pozwalają lepiej zrozumieć jej strukturę przyczynową.

Ruch z prędkością przekraczającą prędkość światła to jedno z najbardziej kontrowersyjnych zagadnień w fizyce. Hipotetyczne cząstki, które mogłyby poruszać się z prędkością nadświatłą, zwane tachionami (z greckiego *tachýs* – szybki, prędko) są „enfant terrible” współczesnej fizyki. Do niedawna były powszechnie uważane za twory niemieszczące się w szczególnej teorii względności. Znane były przynajmniej trzy powody nieistnienia tachionów w ramach teorii kwantowej. Pierwszy: stan podstawowy pola tachionowego miał być niestabilny, co oznaczałoby, że takie cząstki nadświatłne tworzyłyby się lawinowo same z siebie. Drugi: zmiana obserwatora inercjalnego miała prowadzić do zmiany liczby cząstek obserwowanych w jego układzie odniesienia, a przecież istnienie np. siedmiu cząstek nie może zależeć od tego, kto na nie patrzy. Trzeci powód: energia cząstek nadświatłnych mogłaby przyjmować wartości ujemne. Tymczasem grono autorów: Jerzy Paczos, realizujący doktorat na Uniwersytecie w Sztokholmie, Kacper Dębski, kończący doktorat na Wydziale Fizyki UW, Szymon Cedrowski, student ostatniego roku Physics (Studies in English) tego Wydziału, dr Szymon Charzyński, dr hab. Krzysztof Turzyński, prof. dr hab. Andrzej Dragan z Wydziału Fizyki UW oraz prof. Artur Ekert z Uniwersytetu w Oksfordzie wskazali właśnie, że dotychczasowe trudności z tachionami miały wspólną przyczynę. Okazało się, że „warunki brzegowe” określające przebieg procesów fizycznych obejmują nie tylko stan początkowy, lecz także stan końcowy układu. Pisząc ludzkim głosem: aby obliczyć prawdopodobieństwo procesu kwantowego z udziałem tachionów należy znać nie tylko jego przeszły stan początkowy, ale również przyszły stan końcowy. Po uwzględnieniu tego faktu w teorii wszystkie wymienione wcześniej trudności całkowicie zniknęły a teoria tachionów nabrała matematycznej spójności. Rezultaty prac międzynarodowego zespołu badaczy właśnie ukazały się w prestiżowym piśmie „Physical Review D”.

Mieszając przeszłość z przyszłością

- Jest trochę jak w reklamach internetowych — jeden prosty trick pozwala rozwiązać twoje problemy” - mówi Andrzej Dragan, spiritus movens całego przedsięwzięcia badawczego. – Idea, że przyszłość może mieć wpływ na teraźniejszość zamiast teraźniejszości determinującej przyszłość nie jest w fizyce nowa. Jednak dotąd tego typu spojrzenie było

co najwyżej nieortodoksyjną interpretacją niektórych zjawisk kwantowych, a tym razem do takiego wniosku zmusiła nas sama teoria. Żeby „zrobić miejsce” dla tachionów musieliśmy rozszerzyć przestrzeń stanów - konkluduje.

Autorzy przewidują także, że rozszerzenie warunków brzegowych ma swoje konsekwencje: pojawia się w teorii nowy rodzaj splątania kwantowego mieszającego przeszłość z przyszłością, którego nie ma w konwencjonalnej teorii cząstek. W pracy pada też odpowiedź na pytanie, czy opisywane w ten sposób tachiony są wyłącznie „matematyczną możliwością”, czy też cząstki takie mają szansę zostać kiedyś zaobserwowane. Według autorów tachiony są nie tylko możliwym, ale są wręcz nieodzownym składnikiem procesu spontanicznego łamania odpowiedzialnego za powstawanie materii. Hipoteza ta oznaczałaby, że wzbudzenia pola Higgsa, zanim symetria została spontanicznie złamana, mogłyby się w próżni przemieszczać z nadświatłymi prędkościami.

Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

Fizyka i astronomia na Uniwersytecie Warszawskim pojawiły się w 1816 roku w ramach ówczesnego Wydziału Filozofii. W roku 1825 powstało Obserwatorium Astronomiczne. Obecnie w skład Wydziału Fizyki UW wchodzi Instytut: Fizyki Doświadczalnej, Fizyki Teoretycznej, Geofizyki, Katedra Metod Matematycznych Fizyki oraz Obserwatorium Astronomiczne. Badania pokrywają niemal wszystkie dziedziny współczesnej fizyki, w skalach od kwantowej do kosmologicznej. Kadra naukowo-dydaktyczna Wydziału składa się z ponad 250 nauczycieli akademickich. Na Wydziale Fizyki UW studiuje ponad 1100 studentów i ok. 170 doktorantów. Uniwersytet Warszawski w rankingu szanghajskim dla poszczególnych dziedzin (Shanghai's Global Ranking of Academic Subjects) znajduje się wśród 150 najlepszych na świecie jednostek, kształcących w dziedzinie fizyki.

PUBLIKACJA NAUKOWA:

Jerzy Paczos, Kacper Dębski, Szymon Cedrowski, Szymon Charzyński, Krzysztof Turzyński, Artur Ekert, Andrzej Dragan, *Covariant quantum field theory of tachyons*, Phys. Rev. D 109 (2024)
DOI: 10.1103/PhysRevD.110.015006

KONTAKT:

Prof. dr hab. Andrzej Dragan
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego
Andrzej.dragan@fuw.edu.pl

tel. +48 22 55 32 927

POWIĄZANE STRONY WWW:

<https://www.fuw.edu.pl>

Strona Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

<https://www.fuw.edu.pl/informacje-prasowe.html>

Serwis prasowy Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego